

PERANCANGAN *MOLDING* BRIKET MENGGUNAKAN METODE REVERSE ENGINEERING AND REDESIGN UNTUK MENINGKATKAN KEKUATAN *MOLDING* BRIKET

DESIGN OF MOLDING BRIQUETTE USING REVERSE ENGINEERING AND REDESIGN METHOD TO INCREASE THE STRENGTH OF MOLDING BRIQUETTE

Rifaldi Kristian Alfareza¹, Agus Kusnayat², Mira Rahayu³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

¹rifaldialfareza@student.telkomuniversity.ac.id, ²guskus@telkomuniversity.ac.id,

³mirarahyu@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT XYZ merupakan produsen briket batok kelapa premium di Indonesia. PT XYZ memproduksi berbagai bentuk briket dengan berbagai bentuk dan ukuran, dalam memenuhi permintaan konsumen PT XYZ membutuhkan *molding* briket dengan berbagai bentuk dan ukuran sesuai dengan permintaan konsumen. Meningkatnya permintaan konsumen briket dengan bentuk persegi enam dengan terdapat rongga pada bagian tengah membuat perusahaan membutuhkan *molding* briket yang dapat menghasilkan briket dengan bentuk tersebut. Untuk memenuhi permintaan konsumen, dilakukan perancangan pada *molding* briket yang dapat menghasilkan briket dengan bentuk persegi enam dan terdapat rongga pada bagian tengah briket dan *molding* briket dapat menahan tekanan yang diberikan mesin *extruder molding* briket dengan menggunakan metode *reverse engineering and redesign*. Dengan menggunakan metode *reverse engineering and redesign*, *molding* briket eksisting digunakan sebagai acuan dalam melakukan pengembangan pada *molding* usulan. Pada tugas akhir ini *molding* briket eksisting yang menghasilkan bentuk briket persegi dilakukan pengembangan desain menjadi *molding* briket usulan yang dapat menghasilkan bentuk briket persegi enam dan terdapat penambahan fitur pelubangan pada bagian tengah briket. Pengembangan pada *molding* briket dengan menggunakan metode *reverse engineering and redesign* membuahkan hasil rancangan desain *molding* briket usulan dengan bentuk persegi enam dan terdapat fitur tambahan pelubangan bagian tengah briket, maka briket yang dihasilkan dengan menggunakan *molding* usulan yaitu briket dengan bentuk persegi enam dan terdapat rongga dibagian tengah briket. Umur kekuatan pada *molding* usulan pun terjadi peningkatan sebesar 49,2% dibandingkan dengan *molding* eksisting yang digunakan PT XYZ.

Kata Kunci: *Reverse Engineering and Redesign*, Pengembangan Produk, *Molding*, Briket

Abstract

PT XYZ is a premium coconut shell briquette manufacturer in Indonesia. PT XYZ produces various forms of briquettes of various shapes and sizes, in meeting consumer demand PT XYZ requires briquette molding with various shapes and sizes in accordance with consumer demand. Increasing consumer demand for briquettes with hexagonal shape with a cavity in the middle makes the company need briquette molding that can produce briquettes with that shape. To meet consumer demand, the design of briquette molding that can produce briquettes with hexagonal shape and there is a cavity in the middle of the briquette and briquette molding can withstand the puzzle provided by the briquette extruder molding machine using reverse engineering and redesign method. By using reverse engineering and redesign method, existing briquette molding is used as a reference in developing the proposed molding. In this final task existing briquette molding that produces the shape of square briquettes carried out the development of the design into a proposed briquette molding that can produce the shape of a hexagonal briquette and there is the addition of a holeing feature in the middle of the briquette. Development on briquette molding using reverse engineering and redesign method resulted in the design of the proposed briquette molding design with hexagonal shape and there is an additional feature of briquette middle hole, then the briquette is produced by using the proposed molding briquette with a hexagonal shape and there is a cavity in the middle of the briquette. The strength of the proposed molding also increased by 49,2% compared to existing molding used by PT XYZ.

Keywords: *Reverse Engineering and Redesign*, Product Development, *Molding*, Briquette

I. Pendahuluan

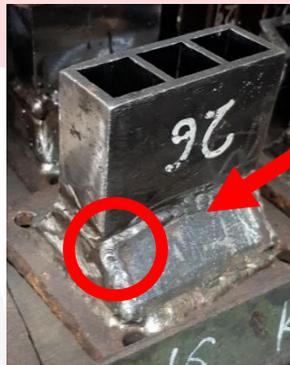
Minyak bumi merupakan energi yang digunakan manusia di era modern ini yang kemungkinan akan terus meningkat kebutuhannya. Dalam mengatasi terjadinya habisnya sumber energi minyak bumi maka dibutuhkan bahan bakar alternatif yang lebih efisien dan ekonomis dalam memenuhi kebutuhan manusia. Bahan bakar

alternatif didapatkan dengan melihat kekayaan sumber daya alam yang dimiliki untuk dimanfaatkan menjadi bahan bakar alternatif.

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki kekayaan sumber daya alam yang begitu beragam. Salah satunya dalam ekosistem hutan adalah pohon kelapa. Pohon kelapa merupakan salah satu komoditi kekayaan Negara Indonesia. Hal ini terlihat dari hamparan pohon kelapa dihampir seluruh wilayah nusantara. Kelapa merupakan tanaman perkebunan yang memiliki area terluas di Indonesia, dibandingkan dengan pohon karet dan kelapa sawit. Kelapa memiliki area seluas 3,70 juta hektar atau 26 persen dari 14,20 juta hektar area perkebunan di Indonesia (Allorerung dan Mahmud 2003). Kelapa diproduksi di 92 negara, meliputi sekitar 11,8 juta hektar lahan. Produksi dunia diperkirakan 61.700.000 ton, dengan hasil rata-rata 5,2 ton/ha (FAO, 2009).

Dengan melimpahnya kekayaan pohon kelapa maka limbah yang dihasilkan akan meningkat juga. Limbah yang dihasilkan dari pemanfaatan pohon kelapa seperti tempurung kelapa kurang dimanfaatkan, hal ini mengakibatkan tumpukan limbah yang dapat mengganggu lingkungan. Tempurung kelapa merupakan lapisan keras pada buah kelapa. Tempurung kelapa dikategorikan sebagai biomassa yang dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar. Penggunaan tempurung kelapa sebagai bahan bakar dimanfaatkan masyarakat dalam menggantikan kebutuhan bahan bakar kebutuhan rumah tangga maupun kebutuhan bahan bakar kegiatan industri.

Pemanfaatan limbah tempurung kelapa sebagai bahan bakar yang diolah menjadi briket dengan bahan dasar tempurung kelapa. Briket merupakan salah satu bentuk pengembangan energi terbarukan yang berbahan dasar biomassa yang berasal dari organisme hidup seperti sampah, serbuk kergaji, tempurung kelapa dan lain sebagainya (Papilo, 2012).



Gambar 1 Molding Briket Eksisting

Briket memiliki berbagai bentuk tergantung pada permintaan pasar. Setelah dilakukan observasi lapangan terhadap *molding* briket, ditemukan bahwa pada *molding* briket eksisting sering terjadi kerusakan dapat dilihat pada Gambar 1 terdapat lingkaran merah yang menunjukkan *molding* eksisting terdapat kerusakan, kerusakan yang terjadi berupa retakan pada bagian *nozzle* dan *chamber* yang sudah diperbaiki dengan cara pengelasan ulang pada *molding*. Permintaan pasar akan briket dengan bentuk persegi enam dan rongga dibagian tengah briket meningkat, akan tetapi PT XYZ belum bisa memenuhi permintaan pasar yang dikarenakan keterbatasan *molding* yang terdapat di PT XYZ. Berdasarkan masalah tersebut perlu dilakukan pengembangan desain *molding* pada proses pencetakan briket.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan pengembangan desain *molding* pada mesin *extruder molding* briket, untuk mendapatkan desain *molding* briket dengan *output* briket dengan bentuk persegi enam dan terdapat rongga dibagian tengah briket dan memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan tekanan yang diberikan mesin *extruder molding* briket dengan menggunakan metode *Reverse Engineering and Redesign*.

II. Landasan Teori

II.1 Pengolahan Limbah Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa merupakan biomassa lignoselulosa yang mengandung kandungan karbon tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbon (Nasution, Z A, 2015). Dengan kandungan karbon tinggi yang dimiliki tempurung kelapa untuk saat ini pengolahan tempurung kelapa paling banyak digunakan untuk pembuatan karbon aktif. Karbon aktif yang terbuat dari tempurung kelapa digunakan sebagai bahan bakar dan bahan dasar pembuatan briket.

II.2 Briket

Briket merupakan bahan bakar alternatif yang berbentuk padat mengandung karbon, memiliki nilai kalor tinggi, terbuat dari biomassa dan dapat terbakar dalam waktu yang lama. Biomassa adalah bahan organik yang berasal dari organisme hidup. Biomassa dapat dimanfaatkan langsung sebagai sumber energi panas untuk bahan bakar, namun kurang efisien. Nilai bakar biomassa hanya sekitar 3000 kalori, sedangkan briket dengan bahan dasar biomassa dapat menghasilkan 5000 kalori (Seran,1990). Terdapat banyak bahan yang bisa dijadikan bahan baku

pembuatan briket, seperti sekam padi, jerami, serabut kelapa, tempurung kelapa, serbuk gergaji, dedaunan dan lain-lain.

Briket memiliki banyak keunggulan yaitu briket memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi bila dikemas dengan apik dibandingkan dengan arang kayu biasanya. Briket memiliki nilai kalor lebih tinggi, tidak berbau, beraroma alami, serta bersih dan tahan lama. Keunggulan kain dari briket adalah memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan arang kayu biasa. Bahan dasar pembuatan briket memiliki berbagai macam, seperti sekam padi, jerami, serabut kelapa, serbuk.

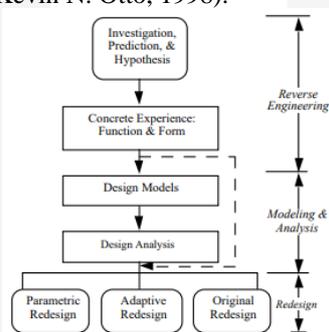
II.3 Pengembangan Produk

Pengembangan produk (*Product Development*) merupakan serangkaian kegiatan yang dimulai dengan persepsi peluang pasar dan diakhiri dengan produksi, penjualan, dan pengiriman produk (Karl T. Ulrich, 2015). Dalam melakukan pengembangan produk terdapat beberapa metode yang dapat digunakan sebagai kerangka kerja proses berjalannya pengembangan produk. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam pengembangan produk yaitu *Reverse Engineering and Redesign*. *Reverse Engineering and Redesign* merupakan metode pengembangan produk dengan cara meniru produk yang sudah ada sebagai dasar untuk merancang produk baru yang sejenis, dengan merubah desain, meminimalkan kelemahan dan meningkatkan keunggulan produk eksisting (Vinesh Raja, 2008).

II.4 Reverse Engineering and Redesign

Engineering merupakan suatu proses yang dilakukan dalam merancang, merakit, memproduksi dan melakukan pengujian pada sistem (Vinesh Raja, 2008). Proses rekayasa terdapat dua jenis, *Forward Engineering* dan *Reverse Engineering*. *Reverse engineering* merupakan teknologi *reinvention* dengan melakukan proses merekonstruksi objek yang sudah ada dan dilakukan proses pengukuran, analisis, dan pengujian pada hasil rekonstruksi (Wang, 2011). Proses mengekstrak bentuk geometris baru dari bagian yang diproduksi dan memodifikasi model *Computer Aided Design* (CAD) eksisting (Yau H, 1995).

Dalam melakukan pengembangan produk terdapat metode salah satunya yaitu *Reverse Engineering and Redesign*. *Reverse Engineering and Redesign Methodology* merupakan salah satu pendekatan yang digunakan dalam melakukan pengembangan produk terutama dalam melakukan perancangan ulang yang dibutuhkan untuk meningkatkan fungsi produk terdahulu (Kevin N. Otto, 1998).

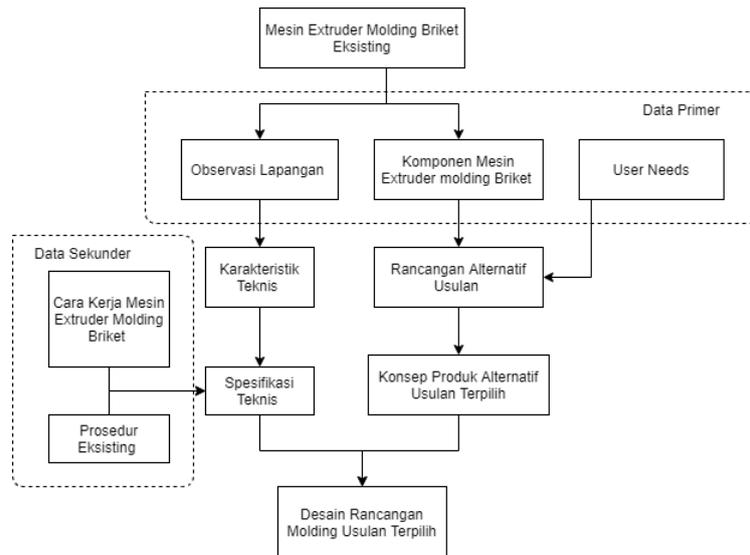


Gambar 2 Reverse Engineering & Redesign Methodology

III. Metodologi Penelitian

III.1 Metode Konseptual

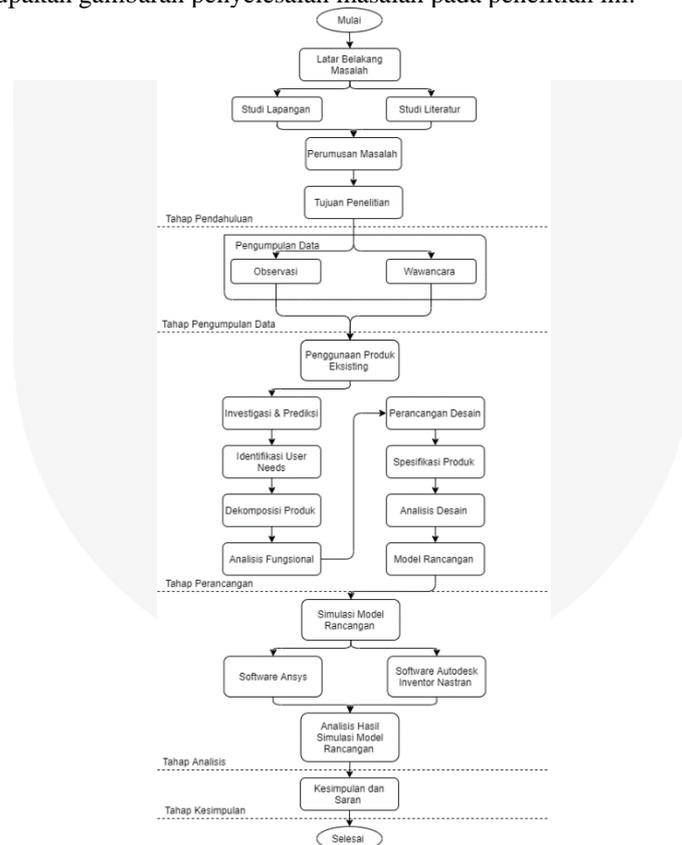
Kerangka pemecahan masalah menjelaskan variabel-variabel yang terkait pada penelitian guna mencapai tujuan tertentu, dengan kerangka pemecahan masalah membantu membentuk pola pemikiran yang terstruktur untuk menyelesaikan permasalahan. Berikut kerangka pemecahan masalah yang menjelaskan alur pengerjaan dari masalah yang ada:



Gambar 3 Metode Konseptual

III.2 Sistematika Penyelesaian Masalah

Sistematika pemecahan masalah menggambarkan bagaimana penelitian ini memecahkan masalah yang ada. Tahapan yang dijelaskan dari proses pengumpulan data hingga diperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian. Berikut merupakan gambaran penyelesaian masalah pada penelitian ini.



Gambar 4 Sistematika Penyelesaian Masalah

III.3 Pengumpulan Data

Dalam tugas akhir ini, data primer dan data sekunder digunakan sebagai bahan menganalisis dan perancangan pengembangan *molding* briket. Data utama meliputi wawancara dengan *stakeholder* PT.XYZ untuk memperoleh user needs dan observasi proses pembuatan briket.

Dalam pengumpulan data, penulis menggunakan metode wawancara dan observasi dalam mengidentifikasi *user needs* karena penulis dapat mengetahui kebutuhan dari perusahaan dan dapat mengetahui kebutuhan sesuai dengan keadaan lapangan.

III.4 Pengolahan Data

Pengolahan data pada tugas akhir ini menggunakan metode pengolahan kualitatif. Berdasarkan hasil perolehan data dengan cara wawancara dilakukan analisis untuk mengidentifikasi *user needs*. Hasil yang didapatkan dari pengolahan berupa *user needs* dan hasil observasi berupa spesifikasi komponen mesin digunakan dalam proses pengembangan *molding* briket.

III.5 Metode Evaluasi

Pada tugas akhir ini penulis melakukan evaluasi hasil rancangan dengan bantuan *software*. *Software* yang digunakan yaitu *Ansys* dan *Autodesk Inventor Nastran*, hasil rancangan dilakukan simulasi. Hasil simulasi yang didapatkan dari kedua *software* dibandingkan untuk validasi hasil yang didapat.

IV. Pembahasan

IV.1 Investigasi, Prediksi, dan Hipotesa

Tahap investigasi, prediksi dan hipotesa dilakukan dengan tujuan mengetahui domain produk dan melakukan identifikasi pengembangan pernyataan *user needs*. Pada tahap ini juga dilakukan identifikasi fungsi produk. Tujuan disini adalah untuk memahami rencana pengembangan produk dan membatasi perubahan bentuk dan perubahan komponen tertentu.

Domain dari mesin *screw press molding* yang diteliti adalah briket dapat dicetak dengan bentuk persegi enam dan memiliki lubang dibagian tengah briket. Pada proses *molding* briket yang dihasilkan memiliki hasil yang sempurna dan *molding* memiliki ketahanan yang cukup untuk mendapatkan tekanan pada proses *molding*. Gangguan pada proses *molding* seperti adanya kerusakan dari bentuk yang dihasilkan *molding*, maka briket harus melalui proses ulang *molding*.

Selama pengembangan produk, kecepatan putar mesin tidak berubah, proses *molding* yang sudah ada pada mesin *screw press molding* juga tidak dirubah. Fokus pengembangan produk adalah pada bagian ujung *molding*, yang menghasilkan desain *molding* yang memiliki hasil akhir briket dengan bentuk persegi enam dan memiliki lubang dibagian tengah dan memiliki ketahanan yang cukup untuk mendapatkan tekanan pada proses *molding*.

IV.2 Penggunaan Produk Terdahulu

Molding pada mesin *screw press molding* digunakan sebagai pencetak briket yang terletak pada bagian terdepan dari mesin *screw press molding*. Mesin *screw press* menekan bahan briket ke *molding* lalu keluar menjadi briket yang sudah dicetak berbentuk sesuai dengan desain *molding*.

Desain *molding* eksisting yang berbentuk persegi 6 dan memiliki lubang dibagian tengah sudah dapat menghasilkan bentuk briket sesuai dengan yang diinginkan tetapi hanya memiliki 1 keluaran dan desain *molding* eksisting kurang memiliki ketahanan yang cukup untuk menekan tekanan mesin *screw press molding*. Hal ini terjadi deformasi pada *molding* bagian dalam. Deformasi terjadi mengakibatkan bentuk briket yang dihasilkan rusak dan tidak konsisten.

IV.3 Identifikasi User Needs

Pengembangan produk dimulai dengan identifikasi *user needs*. *User needs* dimulai dengan mendokumentasikan kebutuhan pengguna, data mentah kebutuhan dari pengguna dapat diperoleh dengan tiga cara yaitu (Ulrich dan Eppunger, 2012):

1. Wawancara
2. Diskusi kelompok
3. Observasi produk

Dalam penelitian ini, data akan diperoleh dengan cara melakukan observasi lapangan dan dilakukan wawancara kepada Bapak Taufik, selaku kepala produksi PT. XYZ dan Bapak Asep selaku direksi PT. XYZ.

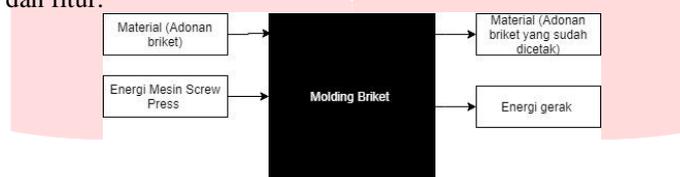
Tabel 1 Identifikasi User Needs

Customer Statement	User Needs
Untuk saat ini banyak sekali permintaan untuk briket dengan bentuk hexagonal, jadi kita membutuhkan <i>molding</i> briket hexagonal	Desain <i>molding</i> Hexagonal

Konstruksi desain <i>molding</i> yang kurang kuat menahan tekanan	Perbaiki konstruksi <i>molding</i>
<i>Molding</i> memiliki fitur tambahan seperti pelubangan pada briket	Terdapat fitur tambahan pelubang briket
Berdasarkan permintaan konsumen, bentuk briket hexagonal dan silinder	Desain <i>molding</i> Hexagonal dan Silinder
Terjadi deformasi pada <i>molding</i> mengakibatkan briket rusak	<i>Molding</i> kuat tahan lama
Menggunakan sistem bongkar pasang yang mudah	<i>Molding</i> memiliki sistem bongkar pasang yang mudah

IV.4 Identifikasi Fungsi dan Fitur Menggunakan *Black Box*

Black Box merupakan salah satu metode yang digunakan dalam mendekomposisikan permasalahan (Ulrich dan Eppinger, 2012). Dalam memprediksi fungsi dan fitur pada produk "*black box*" digunakan sebagai perumpamaan produk tersebut. Berikut merupakan penggunaan "*black box*" sebagai perumpamaan *molding* briket untuk mengidentifikasi fungsi dan fitur.



Gambar 4 *Black Box*

Pada tahapan "*black box*", dekomposisi masalah dalam konteks tersebut dengan merepresentasikan *molding* briket yang menggunakan energi tekanan yang diberikan mesin *screw press* dan material bahan dasar briket. Berdasarkan Gambar 4 diatas merepresentasikan tekanan yang diberikan dari mesin *screw press* untuk menekan material bahan dasar briket memasuki *molding* yang direpresentasikan "*black box*" menjadi material bahan dasar briket yang sudah dicetak bergerak keluar menjadi output dari *molding* briket.

IV.5 Dekomposisi Produk

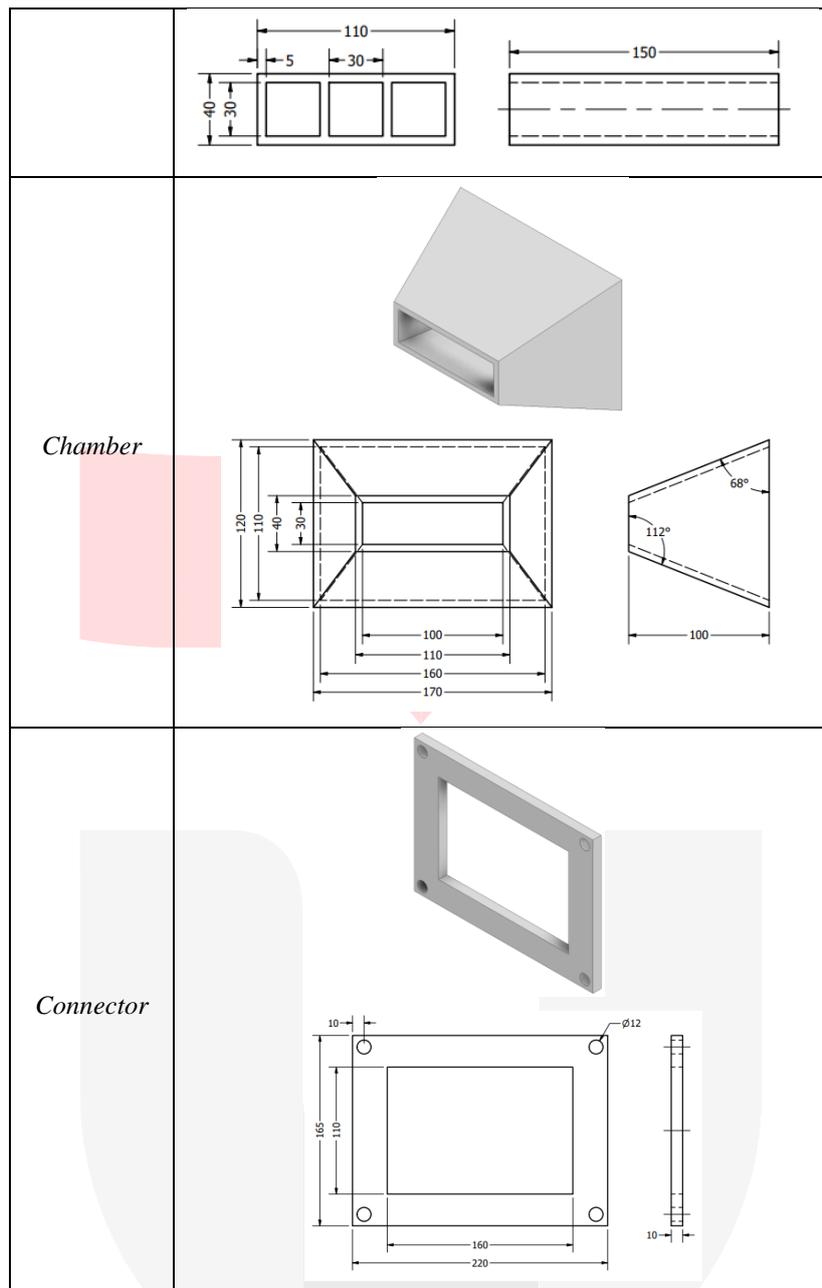


Gambar 5 *Molding* Briket Eksisting

Pada tahap ini dekomposisi dilakukan secara rinci terhadap *molding* briket eksisting untuk mengetahui arsitektur produk. Berikut merupakan gambaran *molding* briket yang telah didekomposisi:

Tabel 2 Dekomposisi *Molding* Briket Eksisting

Komponen	Gambar
<i>Nozzle</i>	



Berdasarkan hasil dari dekomposisi produk dapat dilihat bahwa *molding* briket eksisting terdapat 3 bagian yaitu, *nozzle*, *chamber* dan *connector*. Masing masing fungsi part tersebut adalah sebagai berikut:

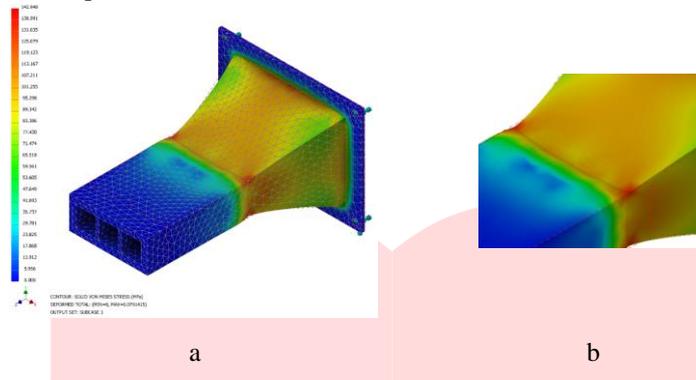
1. *Nozzle* berfungsi sebagai pencetak material briket, *nozzle* merupakan tempat keluarnya material briket yang sudah dicetak sesuai bentuk *nozzle* yang digunakan.
2. *Chamber* merupakan komponen pada *molding* briket eksisting yang berfungsi memadatkan dengan cara menyalurkan material dari area yang besar ke area yang kecil.
3. *Connector* merupakan salah satu komponen yang terdapat pada *molding* briket eksisting yang berfungsi menghubungkan *molding* dengan mesin *extruder molding* briket.

Material yang digunakan pada *molding* briket eksisting menggunakan material *stainless steel* dengan ketebalan 5 mm. *Molding* briket eksisting dengan bentuk *molding* persegi merupakan *molding* yang digunakan dalam perancangan pengembangan *molding* briket dengan bentuk *hexagonal* dan terdapat penambahan fitur pelubangan briket. Pada *molding* briket eksisting terdapat masalah yang terjadi yaitu, pada *molding* terdapat kerusakan di bagian *nozzle* dan *chamber*.

Tabel 3 Simulation Configuration

Simulation	Material	Mesh Model		Force
		Nodes	Elements	
Maximum Stress	Stainless Steel	20053	9919	180 kN

Berdasarkan Tabel 3 merupakan konfigurasi yang digunakan pada simulasi *maximum stress* pada *molding* eksisting. Setelah mendefinisikan semua konfigurasi yang dibutuhkan pada simulasi *maximum stress*, maka didapatkan hasil simulasi seperti berikut.



Gambar 6 Indikasi Kerusakan Molding (a), Lokasi Indikasi Kerusakan (b)

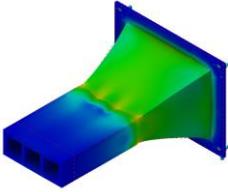
Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui indikasi lokasi kerusakan yang terjadi pada *molding* eksisting. Kerusakan yang terjadi pada bagian diantara *nozzle* dan *chamber*, kerusakan yang terjadi berupa retakan diantara kedua komponen tersebut. Kerusakan pada *molding* eksisting dapat dilihat terjadi tegangan sebesar 142,95 MPa. Hal ini perlu pengembangan pada *molding* untuk mengurangi terjadinya kerusakan yang terjadi. Pengembangan yang dilakukan pada *molding* eksisting melakukan perancangan desain *molding* briket *hexagonal* memiliki fitur tambahan sistem pelubangan briket dan meningkatkan kekuatan briket.

IV.6 Reverse Reconstruction of Molding Eksisting

Setelah memperoleh hasil simulasi *maximum stress* pada *molding* eksisting dapat diketahui terdapat kerusakan di beberapa titik pada komponen *molding* eksisting. Setelah mengetahui permasalahan yang terjadi, dilakukan perbaikan pada *molding* eksisting terutama pada komponen *nozzle* dan *chamber*, dilakukan perbaikan atau meningkatkan kekuatan material yang digunakan dengan merubah ketebalan material yang digunakan. Perbaikan dengan menggunakan *software Autodesk Inventor* dalam melakukan desain ulang dan simulasi untuk mengetahui kekuatan pada desain perbaikan.

Tabel 4 Simulasi Perbaikan Molding

Keterangan	Hasil Simulasi	Maximum Stress
Molding Eksisting menggunakan ketebalan material 5 mm		142,95 MPa
Molding menggunakan ketebalan material 6 mm		151,78 MPa

<p>Molding menggunakan ketebalan material 7 mm</p>		<p>157,65 MPa</p>
--	---	-------------------

Berdasarkan Tabel 4 hasil yang didapatkan dari simulasi dari tiga desain *molding* briket, desain *molding* briket dengan menggunakan material *stainless steel* dengan ketebalan 7 mm memiliki kekuatan yang optimal untuk dikembangkan. *Maximum stress* yang dirasakan pada *molding* dengan ketebalan 7 mm sebesar 157,65 MPa dan berdasarkan hasil simulasi tidak terindikasi terjadinya kerusakan pada part.

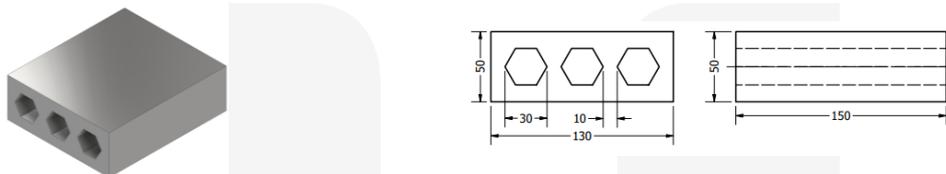
IV.7 Innovative Design of Molding

Setelah mendapatkan hasil perbaikan kekuatan pada *molding* briket, langkah selanjutnya melakukan pengembangan pada *molding* briket untuk memenuhi *user needs*. Perancangan desain *molding* briket menggunakan *software Autodesk Inventor*. Dalam hal ini perancangan dilakukan untuk mendapatkan desain *molding* briket dengan bentuk *hexagonal* dan terdapat fitur tambahan sistem pelubangan briket.

Design Molding Hexagonal

Perancangan *molding* briket *hexagonal* dimulai pada perancangan desain pada *nozzle* yang digunakan sebagai tempat keluarnya material briket dengan bentuk *hexagonal*. Berikut merupakan hasil rancangan desain *nozzle* pada rancangan desain *molding* briket *hexagonal*:

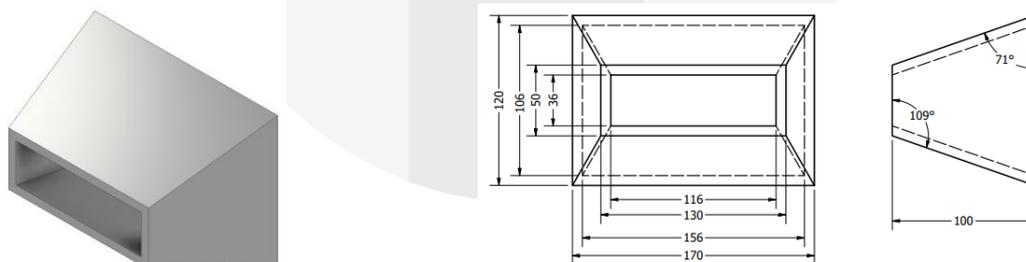
Nozzle Hexagonal



Gambar 7 Nozzle Hexagonal

Berdasarkan Gambar IV.5 merupakan hasil rancangan *nozzle molding* briket dengan memiliki bentuk *output hexagonal*. Desain *nozzle hexagonal* memiliki 3 *output* dalam proses pencetakan, *output* yang dihasilkan memiliki bentuk briket *hexagonal* dengan ukuran 30 mm. Perancangan *molding* briket *hexagonal* selanjutnya melakukan rancangan desain dari *chamber molding* briket *hexagonal*. Berikut merupakan hasil rancangan desain *chamber* pada rancangan desain *molding* briket *hexagonal*:

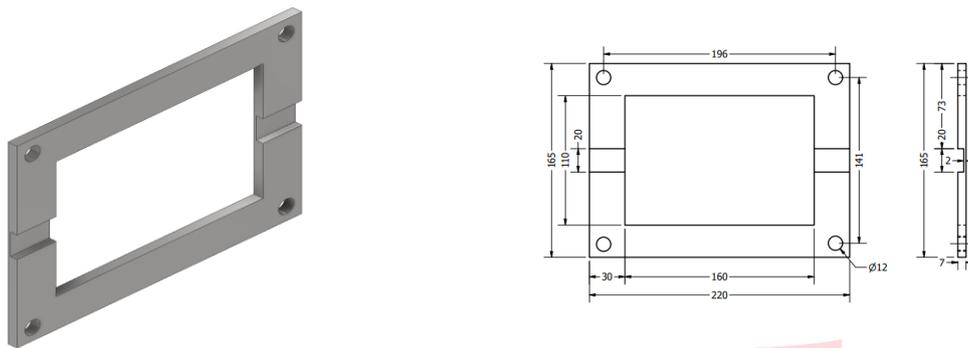
Chamber



Gambar 8 Chamber Usulan

Berdasarkan Gambar IV.6 merupakan hasil rancangan *chamber molding* briket usulan. Chamber yang digunakan pada rancangan *molding* briket *hexagonal* tidak terdapat perubahan bentuk dengan keadaan eksisting akan tetapi terjadi perubahan ketebalan material yang digunakan menjadi menggunakan material *stainless steel* dengan ketebalan 7 mm. Perancangan *molding* briket *hexagonal* selanjutnya melakukan rancangan desain dari *connector molding* briket *hexagonal*. Berikut merupakan hasil rancangan desain *connector* pada rancangan desain *molding* briket *hexagonal*:

Connector

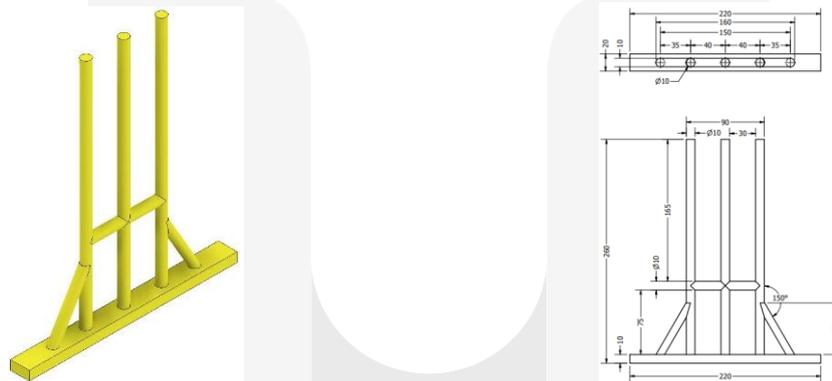


Gambar 9 Connector Usulan

Berdasarkan Gambar IV.7 merupakan hasil rancangan *connector molding* briket usulan. *Connector* yang digunakan pada rancangan *molding* briket *hexagonal* terdapat perubahan pada bagian belakang *connector* yaitu, terdapat tempat untuk menambahkan sistem pelubangan briket. *Connector* menggunakan sistem mur dan baut yang digunakan untuk menghubungkan *molding* dan mesin *extruder molding*.

Desain Sistem Pelubangan Briket

Perancangan desain usulan sistem pelubangan briket berdasarkan *user needs* yang didapatkan. Dalam membuat briket dengan memiliki rongga dibagian tengah maka perlu penambahan fitur pada *molding* yang digunakan, perancangan desain sistem pelubangan briket perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil pencetakan briket dengan memiliki rongga dibagian tengah. Berikut merupakan rancangan desain sistem pelubangan briket sebagai fitur tambahan pada rancangan *molding* briket *hexagonal*:



Gambar 10 Sistem Pelubangan Briket

Berdasarkan Gambar IV.8 merupakan hasil rancangan sistem pelubangan briket usulan. Sistem pelubangan briket yang digunakan pada rancangan *molding* briket *hexagonal* terdapat 3 pelubangan dengan ukuran lubang yang dihasilkan sebesar 10 mm. Sistem pelubangan briket diletakkan pada bagian *connector molding* briket *hexagonal*

IV.8 Analisis dan Validasi Implementasi Hasil

Hasil yang didapatkan dari pengembangan *molding* pada PT XYZ yaitu menghasilkan desain usulan *molding* briket dengan memperhatikan *user needs* yang sudah didapatkan dan mempertimbangkan beberapa faktor seperti kesesuaian, kinerja, keandalan dan kemudahan penggunaan produk. Konsep usulan yang didapatkan berdasarkan proses *concept selection* yang dilakukan pada pengolahan data yaitu konsep usulan 5. Berikut merupakan desain konsep usulan terpilih:



Gambar 11 Desain Molding Briket Hexagonal Usulan

Pada proses pengembangan *molding* briket yang digunakan pada mesin *extruder molding* briket pada PT XYZ dilakukan berdasarkan data primer yaitu *user needs* dan hasil observasi lapangan. Berdasarkan data primer yang didapatkan menjadi dasar pada pengembangan *molding* briket. Berikut merupakan pengembangan yang dilakukan pada *molding* briket:

1. Desain *molding* hexagonal, *molding* dapat menghasilkan briket dengan bentuk hexagonal
2. Penambahan fitur pelubangan briket, *molding* dengan penambahan fitur sistem pelubangan dapat menghasilkan briket dengan bentuk hexagonal dan terdapat lubang pada bagian tengah
3. Kemudahan dalam penggunaan *molding*
4. Perbaikan konstruksi *molding* eksisting

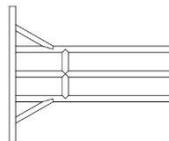
Berdasarkan hasil pengembangan *molding* briket, konsep 5 dinilai memiliki konsep terbaik. Berikut merupakan rincian hasil pengembangan *molding* briket pada konsep terpilih:

1. Desain *molding* briket terjadi perubahan dengan *molding* briket eksisting. *Molding* briket eksisting memiliki bentuk persegi, dengan memperhatikan *user needs* yang didapatkan maka bentuk *molding* briket mengalami pengembangan yaitu *molding* briket dengan bentuk hexagonal.



Gambar 12 Desain *molding* Briket Eksisting (a), Desain *Molding* Briket Usulan (b)

2. Penambahan fitur yang tidak dimiliki pada *molding* briket eksisting, yaitu pada konsep usulan terdapat penambahan fitur sistem pelubangan briket. Dengan menggunakan fitur tambahan sistem pelubangan pada *molding*, maka briket yang dihasilkan akan terdapat rongga pada bagian tengah briket.



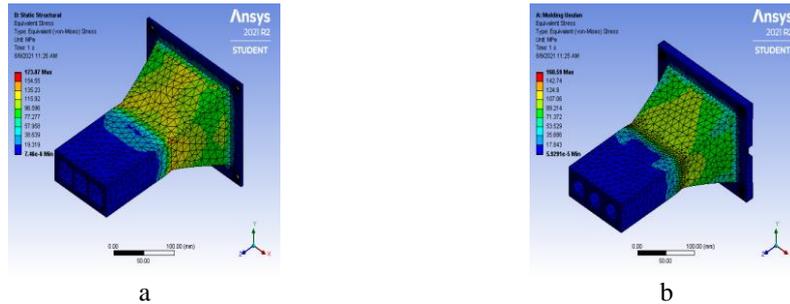
Gambar 13 Desain Sistem Pelubangan

3. Desain usulan pada konsep terpilih menggunakan sistem mur dan baut untuk proses pemasangan *molding* dengan mesin *extruder molding* briket.
4. Perbaikan konstruksi pada desain usulan *molding* briket, pada desain usulan menggunakan material *stainless steel* dengan ketebalan 5 mm.

IV.9 Analisis Pengujian *Maximum Stress*

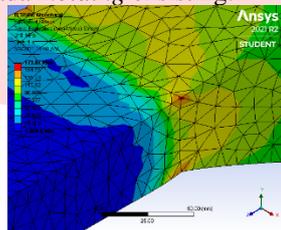
Parameter pertama yang dilakukan untuk mendukung analisis kelelahan (*fatigue analysis*) pada komponen *molding* yaitu melakukan simulasi tegangan (*stress*) pada komponen *molding*. Dengan melakukan simulasi tegangan komponen dapat mengetahui indikasi lokasi kritis yang dialami komponen (Landgraf, 1982). Berikut merupakan hasil simulasi yang dilakukan pada *molding* eksisting dan *molding* usulan dengan menggunakan *software Ansys* dan *software Autodesk Inventor Nastran*.

Software Ansys



Gambar 14 Maximum Stress Molding Briket Eksisting (a), Maximum Stress Molding Briket Usulan

Gambar 9 merupakan hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan *software Ansys*. Dapat diketahui pada Gambar 9 *molding* eksisting mengalami tegangan maksimum sebesar 173,87 MPa pada bagian tertentu. Sedangkan tegangan maksimum yang dirasakan pada *molding* usulan sebesar 160,59 MPa pada bagian tertentu. Terdapat penurunan sebesar 7,63% tegangan yang dirasakan pada *molding* usulan. Berikut merupakan indikasi lokasi tegangan maksimum yang dirasakan pada *molding* eksisting:



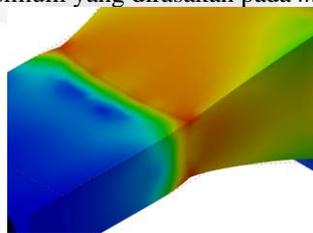
Gambar 15 Indikasi Lokasi Tegangan Maksimum Molding Eksisting

Software Autodesk Inventor Nastran



Gambar 16 Maximum Stress Molding Briket Eksisting (a), Maximum Stress Molding Briket Usulan

Gambar 11 merupakan hasil dari simulasi yang dilakukan dengan menggunakan *software Autodesk Inventor Nastran*. Dapat diketahui pada Gambar 11 *molding* eksisting mengalami tegangan maksimum sebesar 142,95 MPa pada bagian tertentu. Sedangkan tegangan maksimum yang dirasakan pada *molding* usulan sebesar 132,19 MPa pada bagian tertentu. Terdapat penurunan sebesar 7,23% tegangan yang dirasakan pada *molding* usulan. Berikut merupakan indikasi lokasi tegangan maksimum yang dirasakan pada *molding* eksisting dan *molding* usulan:



Gambar 17 Indikasi Tegangan Maksimum Molding Eksisting

IV.10 Analisis Pengujian Total Deformation

Parameter kedua yang dilakukan untuk mendukung analisis kelelahan (*fatigue analysis*) pada komponen *molding* yaitu melakukan simulasi *total deformation* pada komponen *molding*. Dengan simulasi *total deformation* dapat mengetahui seberapa besar perubahan bentuk yang terjadi (W.V. Mars, 2002). Berikut merupakan hasil simulasi yang dilakukan pada *molding* eksisting dan *molding* usulan dengan menggunakan *software Ansys* dan *software Autodesk Inventor Nastran*.

Software Ansys



Gambar 18 Total Deformation Molding Briket Eksisting (a), Total Deformation Molding Briket Usulan (b)

Hasil simulasi yang didapatkan dengan memberikan gaya sebesar 150 kN pada kedua *molding* dan penempatan gaya yang sama maka dapat diperoleh berdasarkan Gambar 13 menunjukkan deformasi yang terjadi pada part. Berdasarkan hasil simulasi pada Gambar 13, dapat dilihat pada *molding* eksisting deformasi maksimum yang dirasakan sebesar 0,089 mm. Deformasi 0,089 mm menggambarkan terjadinya perubahan bentuk sebesar 0,089 mm pada *molding* eksisting. Sedangkan dibandingkan dengan *molding* usulan, hasil yang didapatkan berdasarkan simulasi dengan memberikan gaya sebesar 150 kN pada *molding* usulan terjadi deformasi maksimum yang dirasakan sebesar 0,067 mm. Deformasi sebesar 0,067 mm menggambarkan terjadinya perubahan bentuk sebesar 0,067 mm pada *molding* usulan. Deformasi yang terjadi pada *molding* usulan terjadi penurunan sebesar 24,72% dibandingkan dengan *molding* eksisting. Total deformasi secara signifikan mempengaruhi umur kelelahan komponen, semakin kecil deformasi yang terjadi maka akan meningkatkan umur pada komponen (W.V. Mars, 2002). Hal ini menunjukkan bahwa desain *molding* usulan memiliki kekuatan yang cukup lebih baik dibandingkan dengan desain *molding* eksisting.

Software Autodesk Inventor Nastran



Gambar 19 Total Deformation Molding Briket Eksisting (a), Total Deformation Molding Briket Usulan (b)

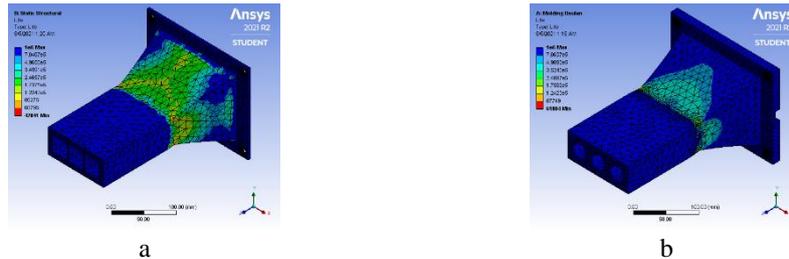
Pada Gambar 14 merupakan hasil simulasi yang dilakukan pada *molding* eksisting dan *molding* usulan dengan menggunakan *software Autodesk Inventor Nastran*. Berdasarkan Gambar 14 menjelaskan total deformasi yang terjadi pada *molding* eksisting dan *molding* usulan dengan memberikan gaya yang sama sebesar 150 kN. Hasil yang didapatkan pada *molding* eksisting terjadi deformasi maksimal sebesar 0,079 mm. Deformasi maksimal sebesar 0,079 mm menggambarkan terjadinya perubahan bentuk sebesar 0,079 mm pada *molding* eksisting. Sedangkan dibandingkan dengan hasil simulasi pada *molding* usulan, deformasi maksimal yang terjadi yaitu sebesar 0,069 mm. Deformasi sebesar 0,069 mm yang terjadi pada *molding* usulan menggambarkan terjadinya perubahan bentuk sebesar 0,069 mm jika diberikan gaya sebesar 150 kN. Deformasi yang terjadi pada *molding* usulan terjadi penurunan sebesar 12,66% dibandingkan dengan *molding* eksisting.

Berdasarkan simulasi yang dilakukan dengan menggunakan *software Autodesk Inventor Nastran*, dapat diketahui bahwa terdapat sesilih yang terjadi pada deformasi yang terjadi. Berdasarkan hasil simulasi yang didapat, *molding* usulan terdapat penurunan deformasi jika dibandingkan dengan *molding* eksisting, hal ini menggambarkan bahwa desain *molding* usulan memiliki ketahanan yang lebih kuat dibandingkan dengan *molding* eksisting.

IV.11 Analisis Pengujian Fatigue Life Cycle

Fatigue Life Cycle merupakan gabungan informasi mengenai struktur geometri, material yang digunakan dan pembebeanan dengan prosedur kerusakan untuk mendapatkan perkiraan umur pada komponen tertentu (Landgraf, 1982). Berikut merupakan hasil simulasi yang dilakukan pada *molding* eksisting dan *molding* usulan dengan menggunakan *software Ansys* dan *software Autodesk Inventor Nastran*

Software Ansys.



Gambar 20 Life Cycle Molding Briket Eksisting (a), Life Cycle Molding Briket Usulan (b)

Pada pengujian kali ini bertujuan membandingkan umur kekuatan desain *molding* eksisting dengan kekuatan desain *molding* usulan. Berdasarkan Gambar V.10 dapat dilihat bahwa umur kekuatan pada *molding* eksisting minimum 42.841 *cycle* akan terjadi kerusakan pada bagian tertentu dan maksimal 1×10^6 *cycle* atau 1 juta *cycle*. Sedangkan pada *molding* usulan umur minimum 61.984 *cycle* pada bagian tertentu akan terjadi kerusakan dan umur maksimum untuk *molding* eksisting dapat mencapai 1×10^6 *cycle* atau 1 juta *cycle*. Umur kekuatan *molding* usulan terjadi peningkatan sebesar 44,68% dibandingkan dengan umur kekuatan *molding* eksisting.

Berdasarkan hasil dari beberapa pengujian terhadap *molding* eksisting dan *molding* usulan, didapatkan bahwa *molding* usulan memiliki kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan *molding* eksisting dan memiliki umur part yang lebih panjang dibandingkan dengan *molding* eksisting.

Software Autodesk Inventor Nastran



Gambar 21 Life Cycle Molding Eksisting (a), Life Cycle Molding Usulan (b)

Hasil terakhir yang dapat diperoleh dari hasil pengujian kelelahan (*fatigue analysis*) dengan melakukan simulasi yang dilakukan dengan menggunakan *software Autodesk Inventor Nastran* yaitu, umur kekuatan dari part yang dilakukan pengujian. Berdasarkan Gambar V.11 dapat diperoleh bahwa umur kekuatan *molding* eksisting minimum 39.549 *cycle* akan terjadi kerusakan pada bagian tertentu dan umur maksimal lebih dari satu juta *cycle*. Sedangkan jika dibandingkan dengan umur ketahanan pada desain *molding* usulan berdasarkan hasil simulasi minimum 60.943 *cycle* akan terjadi kerusakan pada bagian tertentu dan umur maksimum dapat mencapai lebih dari satu juta *cycle*. Berdasarkan jumlah *life cycle* dari hasil simulasi *molding* eksisting dan *molding* usulan, *molding* usulan terdapat peningkatan sebesar 54,1% dibandingkan dengan *life cycle molding* eksisting.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan analisis yang dilakukan, menghasilkan beberapa kesimpulan yang diharapkan dapat menjadi solusi permasalahan yang terdapat pada PT XYZ. Beberapa permasalahan yang terdapat pada PT XYZ yang didapatkan hasil identifikasi *user needs* yang diperoleh berdasarkan hasil observasi dan wawancara kepada beberapa *stakeholder*.

Tujuan dari tugas akhir ini yaitu melakukan pengembangan *molding* briket yang digunakan pada mesin *extruder molding* briket. Berdasarkan perancangan *molding* yang telah dilakukan, menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancangan desain usulan *molding* briket dengan desain *output* baru yang dapat menghasilkan briket dengan memiliki bentuk hexagonal.
2. Rancangan desain usulan fitur tambahan yaitu terdapat system pelubangan pada bagian tengah briket. Hal ini akan menghasilkan briket dengan bentuk hexagonal dan terdapat rongga pada bagian tengah briket
3. Rancangan desain usulan *molding* briket memiliki peningkatan umur kekuatan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan *molding* eksisting. Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan pada *molding* briket eksisting memiliki umur kekuatan 41.195 *life cycle* sedangkan jika dibandingkan dengan hasil simulasi *molding* briket usulan memiliki umur kekuatan 61.463,5 *life cycle*, terdapat peningkatan pada umur kekuatan *molding* briket usulan sebesar 49,2% jika dibandingkan dengan *molding* briket eksisting.

Referensi

- [1] Adrian Ciocanea, S. N. (2017). Reverse Engineering of The Rotor Blade of a Horizontal Axis Microhydrokinetik Turbine. *Elsevier*, 35-42.
- [2] Barsukov, V. V. (2017). Express Evaluation Method of Internal Friction Parameter in Molding Material Briquettes. *Journal of Friction and Wear* , 71-76.
- [3] Chan E, E. C. (2010, March 03). *Species Profiles for Pacific Island Agroforestry*. Retrieved from traditionaltree: www.traditionaltree.org
- [4] Chohfi. (2014). *Technology to Produce High Energy Biomass Briquettes*,. Jakarta: Gramedia Pustaka .
- [5] E. Chan, C. R. (2006, April). *Species Profiles for Pacific Island Agroforestry*. Retrieved from www.traditionaltree.org: www.traditionaltree.org
- [6] FAO. (2009). *FAO Statistical Yearbook* .
- [7] Gearahmani, F. (2019). Perancangan Blade Dan Penampungan Alat Pemisah Kulit Kacang Kedelai Dengan Menggunakan Metode Reverse Engineering And Redesign Guna Mengurangi Waktu Siklus. *e-Proceeding of Engineering* , 1713.
- [8] Karl T. Ulrich, S. D. (2015). *Product Design And Development, Sixth Edition* . New York: McGraw-Hill Education .
- [9] Kevin N. Otto, K. L. (1998). Product Evolution : A Reverse Engineering and Redesign Methodology. *Research in Engineering Design*, 226-243.
- [10] Landgraf, R. W. (1982). Fundamentals of Fatigue Analysis. *SAE Transactions*, 2283-2288.
- [11] Mallika Thabuot, T. P. (2015). Effect of Applied Pressure and Binder Proportion On The Fuel Properties of Holey Bio-Briquettes. *Energy Procedia*, 890-895.
- [12] Manisha DebMandal, S. M. (2011). Coconut (Cocos nucifera L.: Arecaceae): In health promotion and disease. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 241-247.
- [13] Mardwianta, B. (2009). Laju Pembakaran Briket Batubara Berbentuk Silinder Dengan Variasi Kecepatan Aliran Udara Pembakaran . *Jurnal Angkasa*.
- [14] Nasution, Z. A. (2012). Karakteristik Kimia Arang Cangkang Kelapa Sawit Yang Dihasilkan Dengan Metode Penyangraian Sebagai Bahan Pembuatan Biomassa. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan* , Vol.7 No.1 Hal.1-7.
- [15] Naufal Al Hadid, A. K. (2017). Perancangan Ulang Bak Penampungan Bahan Baku Pakan Ternak Menggunakan Metode Reverse Engineering Untuk Mengurangi Kecelakaan Kerja . *e-Proceeding of Engineering* , 2720.
- [16] Papilo, P. (2012). Briket Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif Yang Bernilai Ekonomis dan Ramah Lingkungan . *Jurnal sains, Teknologi dan Industri*, Vol. 9 No. 2.
- [17] Pengweng Wang, J. Y. (2021). Innovative Design of a Helmet Based on Reverse Engineering and 3D Printing . *Alexandria Engineering Jurnal*, 3445-3453.
- [18] Permana, A. I. (2020). Perancangan Mesin Hybrid Pengolahan Kelapa Menggunakan Metode Reverse Engineering . *e-Proceeding of Engineering* , 1838.
- [19] Sitompul, G. B. (2019). Pengembangan Alat Bantu Sikat Tengah Mesin Pencucian Galon Menggunakan Metode Reverse Engineering & Redesign Methodology Di CV Barokah Abadi. *e-Proceeding of Engineering* , 6506.
- [20] UNDP. (2013). *Kajian Kelapa Dengan Pendekatan Rantai Nilai dan Iklim Usaha*. Papua: ILO - PCdP2 UNDP.
- [21] Vinesh Raja, K. J. (2008). *Reverse Engineering An Industrial Perspective*. Berlin: Springer Science & Business Media.
- [22] W.V. Mars, A. F. (2002). A literature survey on fatigue analysis approaches for rubber. *International Journal of Fatigue*, 949-961.
- [23] Wang, W. (2011). *Reverse Engineering Technology Of Reinvention* . USA: CRC Press Taylor & Francis Group .
- [24] Yau H, H. S. (1995). Reverse engineering in the design of engine intake. *Manuf Sci Eng* , 64:139-148.