

## **PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur- unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UUNo. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Jakarta, 26 Juni 2023

Mahasiswa,

**DAVID MARKO RYAN**

182110103

## **HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PEMBIMBING**

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : David Marko Ryan  
NIM : 182110103  
Program Studi : Teknik Mesin (Konstruksi dan Perancangan)  
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ALAT PRESS KARET  
GANTUNGAN KUNCI JGU

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

### **DEWAN PEMBIMBING**

Pembimbing 1 : Adhes Gamayel S.T., M.T., Ph. D (..... tanda tangan ....)

Pembimbing 2 : M. Zaenudin, S.Pd., M.Sc.Eng. (.....tanda tangan .....)

Ditetapkan di :

Tanggal :

## **HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI**

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : David Marko Ryan  
NIM : 182110103  
Program Studi : Teknik Mesin (Konstruksi dan Perancangan)  
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ALAT PRESS KARET  
GANTUNGAN KUNCI JGU

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

### **DEWAN PENGUJI**

Penguji 1 : ..... (..... tanda tangan... )

Penguji 2 : ..... (..... tanda tangan... )

Penguji 3 : ..... (..... tanda tangan... )

Ditetapkan di :

Tanggal :

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Mesin pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bapak Adhes Gamayel S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing 1 yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Bapak Mohamad Zaenudin, S.Pd., M.Sc.Eng. selaku dosen pembimbing 2 yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (3) Bapak Mohamad Zaenudin, S.Pd., M.Sc.Eng. selaku ketua jurusan teknik mesin yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (4) Orangtua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
- (5) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 26 Juni 2023

Penulis

David Marko Ryan

## **PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : David Marko Ryan

NPM : 182110103

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (None-exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### **RANCANG BANGUN ALAT PRESS KARET GANTUNGAN KUNCI JGU**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 26 Juni 2023

Yang menyatakan

**David Marko Ryan**

NIM. 182110103

## **ABSTRAK**

Karet alam bersifat elastomer dan termoseting, sehingga sulit untuk dibentuk dan tidak dapat didaur ulang., Modifikasi karet limbah ban menjadi serbuk untuk bahan campuran karet gantungan kunci dimaksudkan untuk memperoleh bahan yang mudah dicetak menjadi produk jadi dan dapat didaur ulang sehingga tidak merusak lingkungan. Untuk mendapatkan wujud berupa serbuk dari karet limbah ban telah dilakukan percobaan dengan metode parut (pemakanan) secara langsung terhadap limbah ban. Proses pencampuran karet alam dan serbuk limbah ban yang dipanaskan dilakukan pada suhu 180-200°C selama 7 menit. Perbandingan komposisi karet alam lateks dan serbuk limbah ban dicampur dalam beberapa variasi: 80:20; 85:15; 90:10; 95:5 (% berat) dengan komposisi karet alam dan serbuk limbah ban 1:1.

Kata kunci: Elastomer karet alam, karet alam lateks, serbuk limbah ban, karet gantungan kunci.

## ***ABSTRACT***

*Natural rubber is elastomeric and thermosetting in nature, making it difficult to shape and cannot be recycled. Modification of waste tire rubber into powder for key chain rubber mixtures is intended to obtain a material that is easy to mold into finished products and can be recycled so that it does not damage the environment. In order to obtain a powder form from waste tire rubber, experiments have been carried out with the grating method (ingestion) directly on waste tires. The process of mixing natural rubber and heated tire waste powder is carried out at a temperature of 180-200°C for 7 minutes. Comparison of the composition of natural rubber latex and waste tire powder mixed in several variations: 80:20; 85:15; 90:10; 95:5 (% by weight) with a 1:1 composition of natural rubber and tire waste powder.*

*Keywords: Natural rubber elastomer, latex natural rubber, tire waste powder, rubber key chain.*

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PEMBIMBING</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b><i>ABSTRACT</i></b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Perancangan .....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Pengertian Karet.....	6
2.1.1 Karet Alam.....	7
2.1.2 Karet Limbah .....	9
2.2 Mold .....	12
2.3 Alat Press Mold Karet .....	15
2.4 Pemanas Mold .....	16
2.5 Mesin CNC Milling.....	16
2.5.1 Mesin Milling CNC Dahlih 720 .....	18
2.6 <i>Chip</i> .....	22
2.7 Kapasitas .....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	24
3.1 Diagram Alur Perancangan .....	24
3.2 Metodologi Perancangan .....	25



3.2.1 Desain Mold.....	25
3.2.2 Desain Rangka .....	26
3.2.3 Pemanas Untuk Alat Press Gantungan Kunci.....	30
3.3 Alat Pada Proses Produksi .....	30
3.4 <i>Software NX</i> .....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	38
4.1 Pengukuran Pada Bagian Mold .....	38
4.2 Pemilihan Material .....	39
4.3 Simulasi Proses Produksi Molding.....	41
4.4 Tahapan Pengerjaan.....	43
4.4.1 Proses Permesinan .....	43
4.4.2 Selisih Waktu Permesinan dan Simulasi.....	44
4.4.3 Keterangan Proses Permesinan.....	48
4.5 Jenis <i>Tool</i> dan Wujud Sisa <i>Chip</i> .....	53
4.6 Estimasi Biaya Material .....	58
4.7 Hasil Produksi Karet Gantungan Kunci .....	59
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Karet Alam .....	9
Gambar 2. 2 Limbah Ban Luar Bekas.....	12
Gambar 2. 3 Mold two plates.....	13
Gambar 2. 4 Mold three plate .....	13
Gambar 2. 5 Alat Press Ulir .....	15
Gambar 2. 6 Gas Torch .....	16
Gambar 2. 7 Mesin CNC Milling.....	18
Gambar 2. 8 Meja Mesin CNC .....	19
Gambar 2. 9 Spindle Mesin CNC .....	19
Gambar 2. 10 Magasin Tool.....	20
Gambar 2. 11 Monitor pada mesin CNC.....	20
Gambar 2. 12 Panel Control.....	21
Gambar 2. 13 Coolant Hose.....	21
Gambar 2. 14 Tombol Pada Panel Kontrol .....	22
Gambar 2. 15 Chip.....	23
Gambar 3. 1 Diagram Alur Perancangan .....	24
Gambar 3. 2 Desain Molding.....	25
Gambar 3. 3 Core Plate.....	26
Gambar 3. 4 Cavity Plate .....	26
Gambar 3. 5 Desain Rangka Alat Press .....	27
Gambar 3. 6 Plat Untuk Alat Press .....	28
Gambar 3. 7 Besi Siku untuk Alat Press .....	29
Gambar 3. 8 Besi Hollow untuk Alat Press .....	29
Gambar 3. 9 Tuas Penekan untuk Alat Press .....	30
Gambar 3. 10 Gas Kaleng.....	30
Gambar 3. 11 Mesin CNC Milling Dahlih720.....	31
Gambar 3. 12 Mesin Las Listrik .....	31
Gambar 3. 13 Kawat Las .....	32
Gambar 3. 14 Mesin Gerinda Duduk.....	32
Gambar 3. 15 Bor Tangan.....	33
Gambar 3. 16 Gerinda Tangan .....	33
Gambar 3. 17 Kacamata Las.....	33
Gambar 3. 18 Tang.....	34
Gambar 3. 19 Penitik Besi .....	34
Gambar 3. 20 Kunci Ring 12 mm.....	34
Gambar 3. 21 Sarung tangan.....	35
Gambar 3. 22 Perkakas Palu .....	35
Gambar 3. 23 Meteran Roll .....	36
Gambar 3. 24 Perangkat Lunak NX.....	37
Gambar 4. 1 Molding Peneliti Sebelumnya .....	38
Gambar 4. 2 Pengecekan Pada Bagian Cavity Molding .....	38
Gambar 4. 3 Pengecekan Pada Bagian Core Molding .....	39
Gambar 4. 4 Ukuran panjang molding.....	40

Gambar 4. 5 Ukuran lebar molding .....	40
Gambar 4. 6 Ukuran tinggi molding .....	41
Gambar 4. 7 Simulasi awal proses produksi molding.....	42
Gambar 4. 8 Simulasi akhir proses produksi molding .....	42
Gambar 4. 9 Grafik data waktu estimasi permesinan .....	46
Gambar 4. 10 Grafik data waktu aktual permesinan.....	47
Gambar 4. 11 Grafik selisih waktu simulasi dan aktual permesinan .....	47
Gambar 4. 12 Proses facing .....	48
Gambar 4. 13 Proses side mill.....	49
Gambar 4. 14 Proses profil (Roughing) .....	50
Gambar 4. 15 Proses semifinish.....	51
Gambar 4. 16 Proses finishing .....	51
Gambar 4. 17 Proses marking .....	52
Gambar 4. 18 Proses pembuatan cutting sleeve.....	53
Gambar 4. 19 Mata Milling tipe Endmill D1 .....	54
Gambar 4. 20 Mata Milling tipe Endmill D2.....	55
Gambar 4. 21 Mata Milling tipe Endmill D3 .....	56
Gambar 4. 22 Mata Milling tipe Endmill D6.....	57
Gambar 4. 23 Mata Milling tipe Ballmill D1.....	57
Gambar 4. 24 Perbandingan sisi tepi gantungan kunci 1 .....	60
Gambar 4. 25 Perbandingan sisi tepi gantungan kunci 2 .....	60
Gambar 4. 26 Perbandingan sisi tepi gantungan kunci 3 .....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Jenis Material .....	39
Tabel 4. 2 Komposisi nilai kimia .....	39
Tabel 4. 3 Keterangan Proses Produksi Molding .....	43
Tabel 4. 4 Selisih Waktu Proses Produksi .....	44
Tabel 4. 5 Estimasi biaya material .....	58
Tabel 4. 6 Estimasi dana proses permesinan .....	59

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan zaman terus meningkat yang berdampak dengan kemajuan teknologi, salah satu contohnya kemajuan teknologi yang ada pada saat ini ialah alat pencetakan (molding) atau istilah lainnya mesin cetak. Kemajuan zaman ini juga yang dapat memicu tingginya tingkat kebutuhan manusia dan secara tidak langsung dapat berdampak pada kelangsungan hidup.

Molding adalah langkah pembentukan bahan mentah di mana bahan mentah dimasukkan ke dalam molding, kemudian meleleh karena pemanasan yang terjadi pada molding hingga mengeras mengikuti bentuk cetakan pada moulding. Moulding dapat dijadikan alternatif dalam pengolahan bahan mentah sesuai produk yang kita inginkan, yang kita harapkan dapat memberikan manfaat dengan bantuan alat molding atau alat pencetakan (Mulawarman, 2016).

Cetakan (mold) dapat di artikan alat pencetakan yang di pakai untuk membentuk bagian – bagian material sesuai dengan desain yang kita harapkan (dimensi dan bentuk). Pengertian lainnya, alat pencetakan (mold) berarti suatu wadah atau rongga yang memiliki bentukan yang bermacam - macam (sesuai design), dalam metode pembuatan karet menggunakan metode moulding syarat utama nya dibutuhkan sebuah alat pencetakan (Siregar et al., 2018).

Pemakaian ban yang telah habis umur atau masa pakainya oleh kendaraan kemudian menjadi limbah yang bisa berdampak terhadap lingkungan menjadi masalah yang tak boleh diacuhkan. Perkiraan lima ribu ton lebih limbah pemakaian ban bekas kendaraan dihasilkan setiap tahun baik di Eropa, maupun di negara-negara Asia diprediksi limbah ban kendaraan ini dapat meningkat melihat banyaknya kendaraan yang ada pada saat ini. Cara mengurangi limbah ban dengan metode pembakaran yang pada umumnya dilakukan belum efektif dan menghasilkan

masalah pada kualitas udara di lingkungan sekitarnya yang berbahaya karena menyebabkan dampak yang cukup serius pada kesehatan manusia dan juga kualitas udara yang ada. Apabila limbah ban bekas hanya dibuang ke tempat sampah, limbah ban bekas akan dapat mencemari lingkungan sekitarnya karena limbah ban bekas tidak dapat hancur dengan sendirinya secara biologis.

Oleh karena itu perlu dilakukan suatu langkah yang dapat meminimalkan dampak daripada limbah ban dan mengolah limbah ban bekas tersebut supaya tidak menimbulkan masalah terhadap lingkungan dan terhadap kelangsungan hidup manusia. Terdapat dua langkah utama yang dapat dilakukan untuk menangani limbah dari ban bekas, yang pertama mendaur ulang kembali dan memanfaatkan hasil dari limbah ban bekas contohnya pada proses vulkanisir ban luar dimana casing lama daripada ban bekas masih dapat digunakan.

Dalam memanfaatkan kembali limbah ban bekas diperlukan teknik khusus karenanya limbah ban bekas memiliki sifat yaitu tidak dapat mencair atau meleleh saat mengalami pemanasan, hal ini jelas sangat berbeda dengan termoplastik. Pemanfaatan kembali limbah ban bekas menjadi serbuk ban bekas adalah salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk pemanfaatan limbah-limbah ban bekas.

Agar supaya serbuk limbah ban dapat memberikan manfaat kembali serbuk hasil limbah ban bekas dapat dijadikan sebagai campuran ke dalam karet kompon sehingga memperoleh kualitas karet yang bagus. Oleh sebab itu, dibutuhkan usaha yang bisa mengubah limbah ban bekas menjadi suatu produk yang dapat bermanfaat, Alternatif cara lainnya adalah menggunakan serbuk limbah ban bekas menjadi tambahan untuk isian karet kompon.

Bahan campuran yang dapat digunakan adalah getah dari pohon karet atau getah karet (lateks). Diperkirakan sekitar 70% karet alam di dunia dipakai untuk bahan campuran dalam proses pembuatan aspal dan lainnya dipakai dalam membuat produk ban, kabel, o-rings, dan lain sebagainya. Karenanya karet alam mempunyai potensi yang besar untuk dapat dikembangkan, salah satunya untuk campuran pembuatan produk aspal. Mungkin di negara kita sudah pernah dilakukan penelitian dengan menggunakan bahan campuran alami menggunakan karet, mungkin saja masih butuh dilakukan penelitian lebih lanjut lagi untuk memperoleh hasil yang

lebih baik lagi dari penelitian sebelumnya, khususnya untuk penggunaan komposisi kandungan aspal dan komposisi kandungan karet yang digunakan (Binus, 2014).

Penelitian ini mencoba untuk mendaur ulang limbah ban bekas yang diparut atau disebut serbuk dari limbah ban bekas. Oleh sebab itu ban bekas adalah bahan buangan padat yang bisa saja memberikan efek masalah bagi lingkungan jika tidak dikelola dengan jelas. Tentu saja harapannya hasil perancangan ini dapat memberikan solusi bahan tambah yang mungkin memiliki harga lebih murah dan juga mudah didapatkan, yang tentu saja tidak sebanding dengan bahan baru tambahan (additive) yang cenderung mahal, harapannya mungkin dapat membantu sedikit memecahkan masalah-masalah yang terjadi pada proses daur ulang recycling limbah ban bekas. Sebab itu proses recycling juga dapat meminimalisir penggunaan bahan karet alam baru yang seharusnya secara keseluruhan, penghematan sumber daya, perlindungan sumber daya alam, dan dapat menghemat proses industri karena hal tersebut dapat menjadi hal yang sangat berpengaruh untuk dapat dipertimbangkan. (Nugraha, 2011).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Bagaimana rancang bangun molding gantungan kunci JGU berbahan karet alam?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Untuk mempelajari rancang bangun meliputi desain dan proses manufaktur dari alat press gantungan kunci JGU.

## **1.4 Manfaat Perancangan**

1. Memberikan wawasan tambahan tentang pemanfaatan limbah karet ban bekas digunakan untuk campuran dalam pembuatan gantungan kunci JGU.
2. Penelitian ini boleh dijadikan untuk bahan informasi khususnya kepada peneliti yang ingin melakukan penelitian yang serupa.

3. Sebagai metode alternatif untuk pembuatan gantungan kunci selain dari bahan karet sintesis yang pada umumnya digunakan untuk pembuatan gantungan kunci.

### **1.5 Batasan Masalah**

Dalam penyusunan tugas laporan akhir ini, tentu saja harus dibatasi dengan situasi, kemampuan, waktu, biaya, dan kondisi yang ada atau tersedia supaya masalah itu boleh tepat pada sasaran, maka penulis membatasi ruang lingkupnya, harapan nya dapat memperoleh hasil yang sesuai dengan apa yang diinginkan. Jika dilihat dari latar belakang dan perumusan permasalahan diatas, penelitian ini difokuskan pada:

1. Bahan yang diproduksi karet limbah dan karet alam.
2. Dimensi produk 120 x 75 x 12.5
3. Membahas proses pembuatan mold.
4. Membahas proses pembuatan alat press.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Penelitian ini dibagi menjadi lima bab dengan uraian sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dibahas tentang latar belakang penulisan, permasalahan yang akan diangkat, ruang lingkup pembahasan, manfaat, tujuan serta sistematika penulisan.

#### **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

Pada bab ini berisi tentang teori dasar dan ulasan-ulasan yang mendukung penelitian.

#### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini berisikan tentang rancangan dan prosedur penelitian yang dilakukan.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang pengambilan data dan pengambilan data hasil penelitian serta pembahasan dari hasil yang telah di ambil pada saat penelitian.



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dibahas tentang kesimpulan mengenai hasil dari penelitian dan saran yang tepat untuk penelitian yang telah dilakukan.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Karet**

Pada umumnya karet alam berasal dari getah pohon karet tersusun atas kandungan monomer isoprena karet alam bersifat lekat, lunak dan dapat dioksidasi. Untuk dapat digunakan karet alam membutuhkan proses vulkanisasi terlebih dahulu, caranya adalah dipanaskan pada suhu 150 derajat selsius bersama sedikit belerang. Proses vulkanisasi mempunyai tujuan agar supaya ikatan rangkap pada karet dapat terbuka. Hasil dari vulkanisasi getah pohon karet ini yang dapat digunakan untuk bahan baku ban. Sumber produksi utama karet dalam perdagangan internasional adalah para atau *hevea brasiliensis*.

Pohon *hevea brasiliensis* ditemukan dari Brazilia, Amerika Selatan, mulai tumbuh pertama kali tepatnya di daerah Sumatera Utara pada tahun 1903 dan di daerah Pulau Jawa pada tahun 1906. Tanaman ini asalnya dari sedikit semai yang dibawa dalam perjalanan dari Inggris ke Bogor pada tahun 1876, semai-semai tersebut diperoleh dari biji karet yang dikumpulkan oleh H. A. Wickman, seorang warga berkebangsaan Inggris, dari daerah antara Sungai Medeira dan Sungai Tapajoz di tengah Lembah Amazon. Tanaman karet merupakan tanaman yang dapat tumbuh bertahun-tahun lamanya bahkan dapat tumbuh mencapai umur 30 tahun. Sehingga tanaman ini merupakan pohon dengan tinggi tanaman dapat mencapai 15 – 25 meter.

Biasanya pada tanaman pohon karet mempunyai sifat menggugurkan daun pertanda yang biasa dilakukan tanaman ini jika dalam keadaan sekitar nya yang kurang menguntungkan (kemarau/kekurangan air). Meskipun begitu tanaman karet sesungguhnya mempunyai metode perakaran yang bisa menyebar secara luas yang menyebabkan tanaman karet dapat bertahan dan tumbuh jika dalam keadaan tanah yang tidak cukup baik atau subur. Tanaman pohon karet mempunyai jangka waktu belum menghasilkan kurang lebih selama lima tahun (masa TBM 5 tahun) dan

kemudian untuk selanjutnya bisa dapat disadap getahnya memasuki tahun yang keenam. Namun pada umumnya tanaman pohon karet dapat disadap getahnya untuk jangka waktu 15 hingga 20 tahun.

### **2.1.1 Karet Alam**

Karet Alam atau *Natural Rubber* disebut juga produk atau benda solid yang diperoleh dari hasil pembekuan getah (latex). Getah yang dihasilkan berwarna mirip putih susu ini dapat diperoleh dari beberapa jenis tanaman, namun utamanya adalah dari tanaman *Hevea brasiliensis* atau yang disebut dengan tanaman pohon karet. Tanaman pohon karet dipercaya berasal dari negara Brazil, meskipun mungkin sekarang ini lebih dominan banyak tersebar di wilayah Asia khususnya Asia Tenggara yang adalah daerah pertanian karet alam terbanyak di dunia. Untuk dapat diperoleh manfaatnya dan didistribusikan tentu saja karet alam terlebih dahulu di proses lebih lanjut dan dibentuk. Karet alam yang telah di olah dan diproduksi kemudian didistribusikan biasanya dapat dijumpai dengan macam bentuk creps, sheets, dan *TSNR*. Namun meskipun getah karet alam saat ini kuantitas pembuatan atau pengolahan dan konsumsinya berada lebih rendah dari karet sintetis, tetapi sebenarnya karet alam tidak dapat tergantikan oleh karet sintetis. Pada dasarnya, keunggulan yang ada pada karet alam sulit diimbangi oleh karet sintetis. Beberapa kelebihan-kelebihan yang dimiliki karet alam jika dibandingkan dengan karet sintetis yaitu:

- Mempunyai daya lentur atau daya elastis yang sempurna,
- Mempunyai daya aus yang tinggi,
- Tidak mudah panas, dan
- Mempunyai sifat kuat yang cukup tinggi terhadap keretakan.

Sebagian besar industri mempunyai ketergantungan yang cukup besar kepada karet alam, sebut saja pabrik pengolahan ban. Terdapat macam-macam jenis ban seperti ban bias, ban *radial*, ban dalam, *flap tyre* meskipun komposisi kandungan bahan-bahan utama nya digabung dengan karet sintetis, tetapi komposisi karet alam yang dipakai tetap besar.

Tipe ban kendaraan yang besar lebih membutuhkan jumlah karet alam yang lebih besar adalah kendaraan alat berat pertambangan bahkan dalam produksinya hampir keseluruhannya terbuat dari bahan karet alam.

### 1. *Sheet Rubber*

Karet alam dalam bentuk lembaran ini dapat dikatakan merupakan yang tertua dan dikenal sejak lama. Bentuk ini juga merupakan bentuk paling sederhana dan dapat diproduksi pada industri skala kecil dan menengah. Terdapat 2 (dua) jenis karet lembaran yang diproduksi dan dipasarkan di pasar internasional yaitu *Ribbed Smoked Sheet (RSS)* dan *Air Dried Sheet (ADS)*.

### 2. *Creps*

Karet alam ini juga berbentuk lembaran dan termasuk bentuk konvensional. Beberapa jenisnya *a.l white crep* dan *pale crep*; *estate brown crep*; dan *compo crep*.

### 3. Karet Alam Spesifikasi Teknik Khusus

Merupakan karet alam yang mempunyai spesifikasi teknis khusus. Penekanan spesifikasi awal mulanya dikeluarkan oleh International Standard Organisasi Internasional (ISO) pada tahun 1964. Saat ini ISO 2000:2014 mengacu pada panduan spesifikasi teknis dari TSNR.

ISO memberikan 6 (enam) kategori yang berbeda-beda untuk TSNR yaitu: *TSR-L*, *TSR-CV*, *TSR-5*, *TSR-10*, *TSR-20*, dan *TSR-50*. Adapun detail khusus yang terdapat pada karet alam ini dipercaya agar dapat bersaing dan memiliki kualitas khusus yang lebih unggul daripada karet sintesis.

Perincian teknis yang ada untuk TSNR dinilai dari berbagai hal antara lain: *ash content*, *dirt content*, *nitrogen content*, *volatile matter* dan *color*. Oleh sebab itu dari detail perincian teknis yang dikeluarkan oleh ISO tersebut, menjadikan negara lainnya penghasil TSNR membuat dan menjadikan standar khusus di masing-masing negaranya seperti *SMR (Standar Thailand Rubber)*, *STR (Standar Thai Rubber)*, *SVR (Standard Vietnamese Rubber)* *SIR (Standar Indonesian Rubber)*.



*Gambar 2. 1 Karet Alam*

(Sumber : Full bina jaya, 2020 )

### **2.1.2 Karet Limbah**

Indonesia menjadi produsen karet alam terbesar kedua di dunia, karena hasil pembuatannya mencapai 3,5 juta ton per tahun atau produksinya hampir setara 1,2 ton per hektare (Dekarindo, 2019). Total dari produksi tersebut masih dinilai kurang jika melihat kepada negara-negara lainnya seperti Thailand, Malaysia dan Vietnam, disebabkan oleh usia pohon karet yang sudah cukup berumur ada di Indonesia tidak lagi mampu menghasilkan dalam jumlah banyak dan juga dari segi ekonomi petani karet yang ada di Indonesia belum mampu mendukung penggantian tanaman pohon karet di Indonesia.

Hasil produk dari produksi karet alam nasional sebagian besar nya dikirimkan berupa bentuk lateks karet alam, dan juga karet alam dalam bentukan yang lainnya misalkan *rubber smoke sheets*, *crepe*, *technically specified natural rubber (TSNR)*, dan *skim rubber*, dengan kemampuan ekspor karet alam menjangkau 2,28 juta ton. Di lain sisi, pengolahan karet alam pada bidang industri yang ada dalam negeri di tahun 2019 sebesar 659.754 ton, dan pabrik produksi ban menjadi industri yang paling tinggi menggunakan karet alam dengan kebutuhannya sebesar 42%, kemudian oleh produksi karet vulkanisir (*retreading*) ban (16%) dan sandal atau sepatu (14%).

Industri ban merupakan unggulan di sektor karet dan barang jadi karet yaitu, menggunakan lebih dari 250 ribu ton karet alam setiap tahunnya dan tumbuh dengan stabil selama hampir dua dekade terakhir. Tentunya beberapa merek ban

yang ada dalam negeri juga mampu bersaing di skala pasar internasional dan mencapai kelas ‘*Global Tire Manufacturer*’ seperti GT Tyres, Forceum, Achilles, Swallow, dan sebagainya. Di sisi lainnya, penanaman modal pada industri ban mengalami kenaikan pada tahun 2017, dengan turut aktifnya dua produsen ban global, yaitu Maxxis Internasional Indonesia dan Ascendo Internasional Indonesia.

Berdasarkan catatan pada Kementerian Perindustrian, jumlah pembuatan kendaraan roda dua sepanjang tahun 2019 diperkirakan totalnya 7,2 juta unit dan diprediksi terus naik. Meningkatnya kebutuhan kendaraan ini juga akan berpengaruh pada meningkatnya kebutuhan persediaan ban dalam negeri. Meningkatnya pemakaian ban di Indonesia, di lain sisi akan berdampak terhadap hasil limbah ban bekas yang diperoleh dari kendaraan yang ada di Indonesia.

*End life tire (ELT)* sebuah istilah yang biasanya dikenal oleh pengguna ban dan industri produsen. *ELT* yaitu ban bekas limbah yang sudah tidak dapat digunakan kembali ataupun di vulkanisir. Limbah ban bekas ini mampu mencemari lingkungan sekitarnya andaikan tidak ditangani dikarenakan limbah ban bekas tidak dapat mudah hancur sendiri dan membutuhkan langkah lebih lanjut untuk dapat mengatasinya.

Ban berbahan dasar dari karet, adalah salah satu jenis polimer sintetis polistiren (*polystirene*). Polistiren tidak mudah untuk dapat di daur ulang maka dari itu pengolahan limbah polistiren perlu di lakukan dengan benar agar supaya tidak berdampak merugikan terhadap lingkungan (Reska & Martini, 2009). *ELT* masih mempunyai potensi dan nilai harga yang tinggi jika dapat diolah dengan tepat. Alternatif produk dari *ELT* yang biasanya kerjakan di Indonesia didapat dengan cara diolah sebagai alat-alat rumah tangga dan barang-barang kerajinan yang lain.

Selain dapat menjadi barang bermanfaat, limbah ban bekas juga mampu diubah menjadi bahan bakar minyak memanfaatkan konsep pirolisis atau dapat juga diolah jadi serbuk ban yang selanjutnya dapat diolah menjadi filler untuk barang jadi karet, aditif sebagai produksi aspal karet dan *reclaimed rubber* untuk industri karet kompon.

Pada sisi yang lain pemanfaatan kembali ban bekas di Indonesia dapat dikatakan bersifat terbatas, contohnya hanya digunakan untuk pelindung pada dermaga (*fender*), sandal, tali, pot tanaman, kerajinan kursi dan tempat sampah. Mungkin saja dalam beberapa tahun ke depan, karet limbah ban bekas dapat menjadi sebuah ancaman yang rumit dan cukup serius karena karet limbah ban bekas sangat sulit untuk dapat hancur dengan sendirinya oleh lingkungan dan sangat tahan terhadap jika terkena reaksi asam dan kimia (Reddy dan Saichek, 1998). Memusnahkan karet limbah ban bekas menggunakan cara dibakar pun bukan cara yang ampuh, karena limbah ban bekas hanya mampu terbakar pada suhu di atas 322° C (Esdekar, 2006). Oleh karena itu perlu diusahakan cara yang dapat berguna untuk memanfaatkan karet limbah ban bekas.

Pada saat proses membuat beton telah dilakukan (Putra, 2015). Limbah ban diparut (*crumb rubber*) dapat menggantikan sebagian agregat halus; dan bentukan yang lainnya yaitu dengan cara dicacah (*tire chips*) sebagai penggantian agregat kasar. Kemudian untuk bisa meningkatkan ikatan terhadap *crumb rubber* menjadi campuran beton digunakan NaOH 10%. Hasil penelitian putra terdapat pada umur 28 hari kuat lentur beton menunjukkan substitusi untuk *crumb rubber* dan *tire chips* pada variasi 10% lebih tinggi jika dibandingkan dengan beton normal. Nilai kuat lentur 10% yaitu 5,253 N/mm<sup>2</sup> atau meningkat 5,33% dari kuat lentur beton normal.

Selanjutnya penelitian yang juga memanfaatkan limbah ban bekas yang digunakan pada beton paving block juga telah dilakukan oleh Ling, T.C., Nor, H.M., Lim, S.K, 2010. Pada penelitian ini didapatkan bahan konkret pembuatan paving seperti pasir, semen, agregat, aditif (*Rheobuild 1000 Superplasticizer*). Kandungan bahan campur yang terdapat didalam paving block berupa semen: pasir menggunakan proporsi 1: 4 (perbandingan terhadap berat masing-masing bahan). Digunakan rasio aditif-semen sebesar 0,06. Variasi dari volume karet bervariasi 0%, 10%, 20% dan 30%. Hasil penelitian ini menampilkan peningkatan kuat tekan yang ada pada variasi volume karet sebesar 10%. Jika dilihat dari peluang memanfaatkan limbah ban dari kedua penelitian yang ada, sehingga dirasa perlu untuk dapat membuat penelitian mengenai manfaat limbah ban dalam pembuatan gantungan kunci berbahan karet alam.

Salah satu peluang yang dapat dilakukan yaitu digunakan sebagai pendukung bahan baku utama pada pembuatan gantungan kunci. Bersamaan oleh semakin tingginya harga jual karet yang ada di pasaran, banyak perusahaan yang menjadikan karet sebagai bahan kandungan utama akan berpindah kepada penggunaan serbuk dari limbah ban bekas. Karena, selain harganya yang lebih murah dari karet alam, serbuk limbah ban dapat digunakan menjadi pendukung bahan campuran untuk produk berbahan utama karet. "Memang fungsinya bukan sebagai bahan baku utama, tetapi menjadi pendukung dari pada bahan baku utamanya.



Gambar 2. 2 Limbah Ban Luar Bekas

(Sumber: Ekawan raharja, 2020)

## 2.2 Mold

Penggunaan barang-barang yang terbuat dari karet dari waktu ke waktu menunjukkan perkembangan yang sangat pesat, tersebar luas hampir disemua sektor kehidupan manusia seperti penggunaan untuk peralatan dan perlengkapan rumah tangga, peralatan dan perlengkapan kantor, bangunan, peralatan listrik dan elektronik, industri otomotif, pesawat, pertanian dan banyak lagi penggunaan lainnya. Proses produksinya merupakan suatu proses dengan menggunakan mesin *Open Press Molding*.

*Open press* molding merupakan salah satu teknik pada industri manufaktur untuk mencetak material dari berbahan *natural rubber*. *Open press* molding merupakan metode proses produksi yang cenderung digunakan dalam menghasilkan atau memproses komponen-komponen yang kecil dan berbentuk rumit, dimana biayanya lebih murah jika dibandingkan dengan menggunakan metode-metode lain

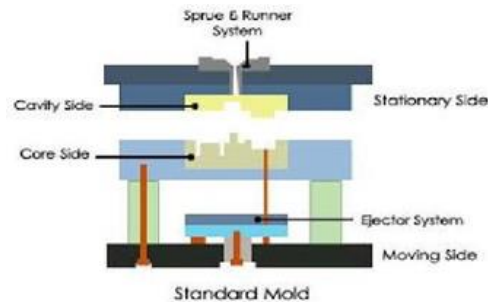


yang biasa digunakan. Proses ini terdiri dari bahan karet alam dan limbah ban bekas yang dihaluskan kemudian dicampurkan dan dipanaskan sampai memadat di dalam rongga cetak (*cavity*).

Cetakan yang digunakan harus sesuai dengan kondisi pemakai dan perancang produk, untuk produk yang memerlukan penanganan khusus seperti posisi dari *gate* dan sistem salurannya berdasarkan jumlah produk yang akan dicetak, secara mendasar ada dua jenis tipe konstruksi cetakan yaitu:

#### 1. Mold Two Plates

Cetakan terbagi menjadi dua yaitu bagian *Cavity Plate* dan *Core Plate* atau sering menggunakan istilah *Mold Stationary* dan *Mold Move* kedua bagian ini dipisahkan oleh *Parting Line*.

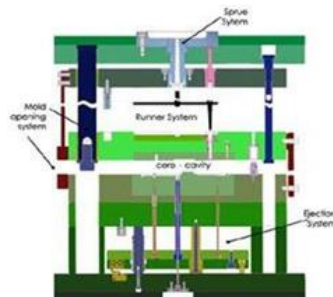


Gambar 2. 3 Mold two plates

(Sumber: Tentang mold, 2020)

#### 2. Mold Three Plates

Cetakan yang mempunyai dua *Parting Line* dimana letaknya satu *Parting Line* pada runner satu sisi pada *Cavity Plate* dan *Core Plate*, sering disebut juga *Pin Point Gate*.



Gambar 2. 4 Mold three plate

(Sumber: Tentang mold, 2020)

Seperti yang diketahui, proses pembuatan karet sangat beragam. Bahkan, proses yang dilakukan sangat menentukan bagaimana hasil produk karet tersebut. Salah satu proses pembuatan karet adalah molding yang seringkali disebut juga sebagai produksi karet press. Nantinya, bahan baku karet akan mengalami proses pencetakan dan pemanasan secara bersamaan. Dibawah ini adalah sedikit penjelasan bagaimana proses pembuatan karet gantungan kunci:

a. Masuknya Bahan Material Karet Alam

Sebelum material karet masuk kedalam *cavity plate*, perlu di pastikan bahwa material karet tidak basah karena jika basah atau mengandung air maka terjadi kesalahan dalam proses produksi.

b. Pengepresan di Dalam Cetakan

Sebelum bahan di dalam mold dipanaskan, kedua bagian cetakan pertama harus tertutup rapat oleh alat press. Alat press akan mendorong sisi atas bagian mold dengan mengeluarkan tekanan yang cukup untuk menjaga mold agar rapat saat material karet di panaskan di dalam mold.

c. Pemanasan Molding

Selama proses ini, molding akan diberikan panas untuk memproses bahan karet. Bahan material karet akan meleleh oleh panas kemudian mengembang menjadi padat menyesuaikan dengan desain cetakan pada molding.

d. Pendinginan

Material karet yang ada di dalam cetakan berada pada posisi suhu yang panas maka diperlukan pendinginan agar produk yang di inginkan dapat dikeluarkan dari cetakan molding. Pendinginan pada umumnya menggunakan air.

### 2.3 Alat Press Mold Karet

Tujuan Mesin press adalah alat yang digunakan untuk membentuk atau memotong suatu bahan material dengan cara penekanan dengan beban yang berbeda yang sumber energinya bisa berasal dari *hydraulic*, tenaga manusia, ataupun motor listrik. Proses kerja mesin ini berdasarkan gaya tekan yang diteruskan oleh punch untuk membentuk bahan sesuai ukuran yang diinginkan.

Mesin press ini dibagi dua macam, yaitu mesin press konvensional dan mesin press modern. Kedua mesin ini memang tidak ada bedanya, hanya dibedakan sumber energi yang digunakan.

Pada umumnya, mesin press yang sering di jumpai memiliki sistem mekanisme kerja sesuai dengan *jig* dan *fixture* yang digunakan. Artinya, bagian atas dari mesin press ini didukung oleh plat atas sebagai alat pemegang dan pengarah dari punch yang berfungsi sebagai *jig*, sedangkan bagian bawah terdiri dari plat bawah dan dies yang berfungsi sebagai pendukung dan pengarah benda kerja yang berfungsi sebagai *fixture*.

Selain itu, ada juga mesin press yang menggunakan mekanisme screw. Prinsip daripada mekanisme *screw* ini dapat dikatakan seperti poros berulir yang berputar sejajar terhadap gaya poros secara terus-menerus hingga menghasilkan gaya dorong yang berfungsi untuk mem-press bahan atau material menuju sisi poros yang terdapat *dies*.

Mesin press ulir adalah mesin press dimana *ram* didorong dari atas ke bawah dengan ulir melalui tuas atau roda tuas yang di putarkan. dengan menggunakan ulir gaya yang diteruskan dari tuas roda menjadi lebih besar, aplikasi penggunaan mesin press dengan ulir sangat mudah digunakan.



Gambar 2. 5 Alat Press Ulir

(Sumber : Rianto wibowo, 2019)

## 2.4 Pemanas Mold

Pada proses ini karet dimasukkan ke dalam mold, kemudian karet disatukan dan dijepit. selanjutnya mold diberikan suhu panas dari api pemanas yang keluar dari regulator gas dengan temperatur dan waktu tertentu.

Sampai karet tersebut menjadi matang dan mengeras lalu membentuk pola yang sesuai dengan pola yang terdapat pada cetakannya. Suhu panas berkisar antara 150 – 170 derajat celsius dengan waktu yang dibutuhkan kurang lebih sekitar 8 – 10 menit.

Gas Torch merupakan sejenis alat pembakar yang memiliki banyak kegunaan. Kamu dapat menggunakan alat ini untuk memasak hingga mengelas besi. Memiliki knob pengatur api, dapat menyesuaikan api 300 – 1400 derajat celcius.

Bahan bakar yang dapat digunakan Tabung Gas *Portable* untuk keperluan memasak dan Gas Las untuk keperluan las. Anti semburan api setelah 5-7 detik pemakaian.



Gambar 2. 6 Gas Torch

(Sumber : Mybest, 2022)

## 2.5 Mesin CNC Milling

*CNC* adalah kependekan dari *Computer Numerical Control*. Mesin *Milling CNC* adalah mesin milling dimana pergerakan meja mesin (sumbu X dan Y) serta *spindle* (rumah cutter) dikendalikan oleh suatu program. Program tersebut berisi langkah-

langkah perintah yang harus dijalankan oleh mesin *CNC*. Program tersebut bisa dibuat langsung pada mesin *CNC* (huruf per huruf, angka per angka), yang hasil programnya disebut dengan program *NC*, atau dibuat dengan *PC plus software* khusus untuk membuat program *NC*. Program seperti ini biasa disebut dengan *CAM*.

Kelemahan membuat program *NC* dengan cara manual pada mesin *CNC* adalah waktu yang dibutuhkan sangat lama, akurasi tidak terjamin, mesin tidak bisa digunakan pada saat pembuatan program *NC* berlangsung, dan banyak lagi. Mesin *CNC* adalah mesin yang menggunakan program suatu komputer, dimana singkatan *CNC* tersebut adalah *Computerisasi Numerical Control*.

Merupakan sistem otomatisasi mesin perkakas yang dioperasikan oleh perintah yang diprogram secara abstrak dan di simpan di media penyimpanan, hal ini berlawanan dengan kebiasaan sebelumnya dimana mesin perkakas biasanya dikontrol dengan putaran tangan atau otomatisasi sederhana menggunakan cam.

Kata *NC* sendiri adalah singkatan dari kata *Numerical Control* yang artinya Kontrol Numerik. Dalam hal ini Mesin perkakas biasa ditambahkan dengan motor yang akan menggerakkan pengontrol mengikuti titik-titik yang dimasukkan kedalam sistem oleh perekam kertas.

Mesin perpaduan antara servo motor dan mekanis ini segera digantikan dengan sistem analog dan kemudian komputer digital menciptakan Mesin perkakas modern yang disebut Mesin *CNC* yang dikemudian hari telah merevolusi proses desain.

Saat ini mesin *CNC* mempunyai hubungan yang sangat erat dengan program *CAD*. Mesin-mesin *CNC* dibangun untuk menjawab tantangan didunia manufaktur modern. Dengan mesin *CNC*, ketelitian suatu produk dapat dijamin hingga 1/100 mm lebih, pengerjaan produk massal dengan hasil yang sama persis dan waktu permesinan yang cepat. *NC/CNC* terdiri dari beberapa bagian dibawah ini:

- *Control Unit / Processor*
- Motor listrik servo untuk menggerakkan kontrol pahat
- Motor listrik untuk menggerakkan/memutar pahat
- Mata pahat

- Dudukan dan pemegang

Prinsip kerja *NC/CNC* secara sederhana dapat diuraikan sebagai berikut:

- Programmer membuat program *CNC* sesuai produk yang akan dibuat dengan cara pengetikan langsung pada mesin *CNC* maupun dibuat pada komputer dengan software pemrograman *CNC*.
- 2 program *CNC* tersebut, lebih dikenal sebagai *G-Code*, seterusnya dikirim dan dieksekusi oleh prosesor pada mesin *CNC* menghasilkan pengaturan motor servo pada mesin untuk menggerakkan perkakas yang bergerak melakukan proses permesinan hingga menghasilkan produk sesuai program.



Gambar 2. 7 Mesin CNC Milling

(Sumber: Romana dwi fibriati, 2023)

### 2.5.1 Mesin Milling CNC Dahlih 720

- Meja Mesin

Mesin *milling CNC* bisa bergerak dalam 2 sumbu yaitu sumbu X dan sumbu Y, Untuk masing – masing sumbunya, meja ini dilengkapi dengan motor penggerak, *ball screw plus bearing* dan *guide way slider* untuk akurasi pergerakannya.

Untuk pelumasannya, beberapa mesin menggunakan minyak oli dengan jenis dan merk tertentu, dan beberapa mesin menggunakan grease. Pelumasan ini sangat penting untuk menjaga kehalusan pergerakan meja, dan menghindari kerusakan *ball screw*, *bearing* atau *guide way slider*.

Untuk itu pemberian pelumas setiap hari wajib dilakukan kecuali mesin tidak digunakan. Meja ini bisa digerakkan secara manual dengan menggunakan eretan.



Gambar 2. 8 Meja Mesin CNC

(Sumber : Seo yamakikai, 2013)

– *Spindle* Mesin

*Spindle* mesin merupakan bagian dari mesin yang menjadi rumah *cutter*. *Spindle* inilah yang mengatur putaran dan pergerakan *cutter* pada sumbu Z. *Spindle* ini juga digerakkan oleh motor yang dilengkapi oleh transmisi berupa penggerak sabuk atau kopling.

Seperti halnya meja mesin, *spindle* ini juga bisa digerakkan oleh *handle* eretan yang sama. Pelumasan untuk *spindle* ini biasanya ditangani oleh pembuat mesin. *Spindle* inilah yang memegang *arbor cutter* dengan bantuan udara bertekanan.



Gambar 2. 9 Spindle Mesin CNC

(Sumber : Seo yamakikai, 2013)

– *Magasin Tool*

Satu program *NC* biasanya menggunakan lebih dari satu *tool/cutter* dalam satu operasi permesinan. Pertukaran *cutter* yang satu dengan yang lainnya dilakukan secara otomatis melalui perintah yang tertera pada program. Oleh karena itu harus ada tempat khusus untuk menyimpan *tool-tool* yang akan digunakan selama proses permesinan.

*Magasin tool* adalah tempat peletakan *tool/cutter* stanby yang akan digunakan dalam satu operasi permesinan. *Magasin* tersebut memiliki banyak slot untuk banyak tpp antara 8 sampai 24 slot tergantung jenis mesin *CNC* yang digunakan.



Gambar 2. 10 Magasin Tool

(Sumber : Seo yamakikai, 2013)

– *Monitor*

Pada bagian depan mesin terdapat monitor yang menampilkan data-data mesin mulai dari *setting* parameter, posisi koordinat benda, pesan *error*, dan lain-lain.



Gambar 2. 11 Monitor pada mesin CNC

(Sumber : Seo yamakikai, 2013)



– Panel Kontrol

Panel kontrol adalah kumpulan tombol-tombol panel yang terdapat pada bagian depan mesin dan berfungsi untuk memberikan perintah-perintah khusus pada mesin, seperti memutar *spindle*, menggerakkan meja, mengubah *setting* parameter, dan lain-lain. Masing-masing tombol ini harus diketahui dan dipahami oleh seorang *CNC setter*.



Gambar 2. 12 Panel Control

Sumber : Seo yamakikai, 2013)

– *Coolant Hose*

Pada setiap mesin pasti harus dilengkapi dengan sistem pendingin untuk *cutter* dan benda kerja. Yang paling umum digunakan yaitu *air coolant* dan udara bertekanan, melalui selang yang dipasang pada blok *spindle*.



Gambar 2. 13 Coolant Hose

(Sumber : Seo yamakikai, 2013)

– Tombol Panel Kontrol

Panel kontrol adalah pusat pemerintahan yang terdapat pada mesin CNC. Dari panel kontrol inilah semua perintah pergerakan mesin dikeluarkan. Setiap operator mutlak harus bisa memahami semua fungsi yang ada pada panel kontrol.



Gambar 2. 14 Tombol Pada Panel Kontrol

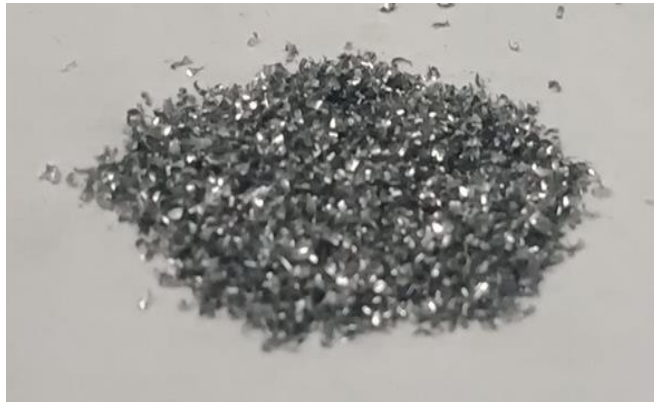
(Sumber : Seo yamakikai, 2013)

## 2.6 Chip

Dalam dunia permesinan, sisa dari pemotongan yang dikerjakan dalam pemesinan disebut *chip* (geram), *chip* yang dihasilkan dari proses permesinan memiliki bentuk dan ketebalan yang berbeda, bentuk *chip* yang dihasilkan pada proses pembubutan memiliki karakteristik yang sangat berkaitan dengan mode aus pahat.

Penting untuk mengenal mekanisme dasar yang mempengaruhi pembentukan chip untuk mengembangkan *cutting tools* (pahat potong) yang efisien. Penyelidikan pembentukan *chip* dimulai sekitar Perang Dunia II dengan peningkatan penggunaan mesin pemotong yang kuat dan lebih bertenaga, umumnya untuk pemotongan logam dengan munculnya pemotong baja kecepatan tinggi baru.

Parameter pembubutan utama yaitu kecepatan potong, laju pemakanan, kedalaman potong, geometri pahat dan bahan pahat memiliki pengaruh yang signifikan untuk mengontrol pembentukan *chip*.



Gambar 2. 15 Chip

Sumber: (Dokumentasi Pribadi)

## 2.7 Kapasitas

Kapasitas ditentukan dari banyaknya karet gantungan kunci yang dihasilkan dalam waktu satu jam. Dimana dalam satu kali pencetakan (pengepresan) menghasilkan 1 buah karet gantungan kunci. Dalam penghitungan kapasitas ini adalah jumlah karet gantungan kunci yang dihasilkan dalam satu jam.

Kapasitas dalam jumlah karet gantungan kunci yang dihasilkan.

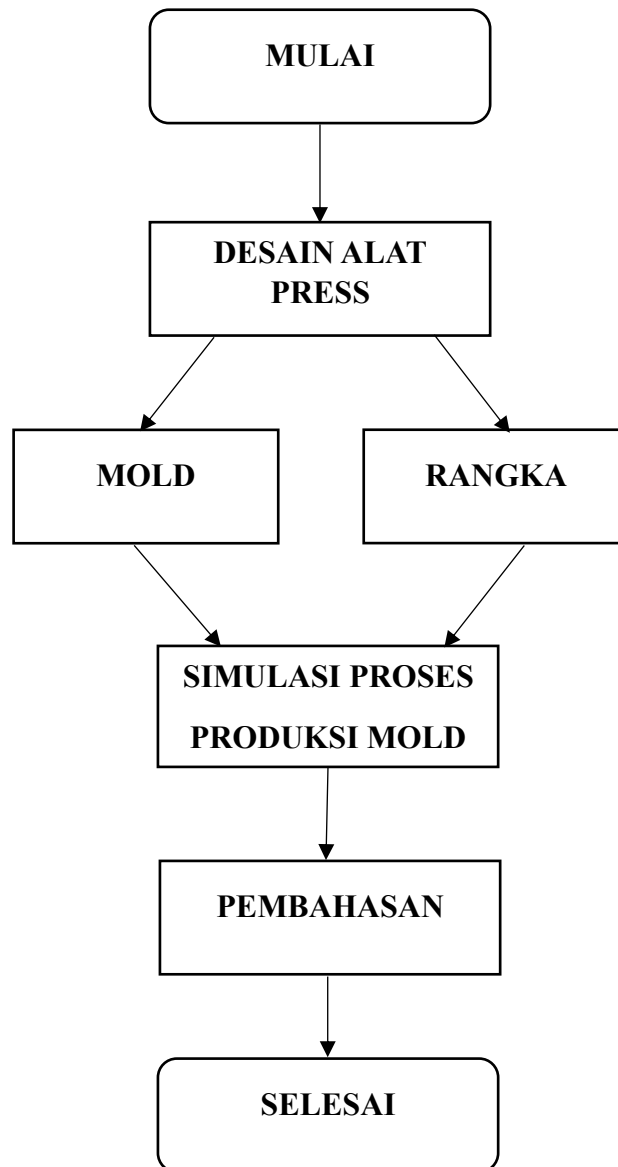
$$N = \frac{1 \text{ jam}}{t} (x \text{ jumlah cetakan})$$

Dimana N menunjukkan jumlah karet gantungan kunci dalam satu jam, t adalah waktu pengerjaan pengepresan karet gantungan kunci dan jumlah cetakan menunjukkan lubang bahan karet gantungan kunci yang ada pada cetakan.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Diagram Alur Perancangan**

Untuk mempermudah proses perancangan, dapat dilihat pada gambar 3.1 diagram yang berisikan tahapan-tahapan proses yang akan dilakukan.



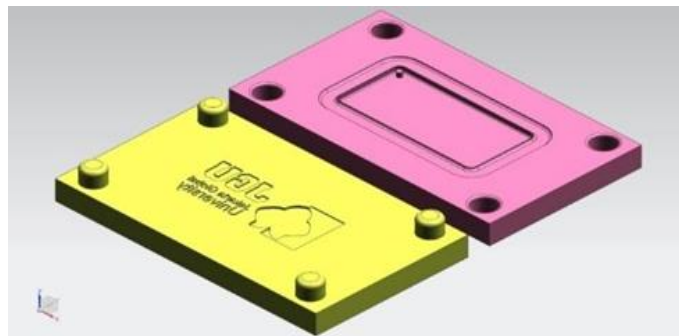
Gambar 3. 1 Diagram Alur Perancangan

### 3.2 Metodologi Perancangan

Metode pelaksanaan perancangan dan pembuatan alat press karet gantungan kunci ini dilaksanakan di laboratorium Teknik Mesin Jakarta Global University kampus Depok. Langkah nya adalah mulai merencanakan desain alat press karet gantungan kunci, kemudian mempersiapkan bahan-bahan material dalam pembuatan alat press, selanjutnya memulai rancang bangun alat press karet gantungan kunci sesuai dengan desain yang ingin dibuatkan, kemudian dilanjutkan dengan pembahasan terkait rancang bangun alat press karet gantungan kunci, dan yang terakhir tentang kesimpulan dan saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian rancang bangun alat press karet gantungan kunci.

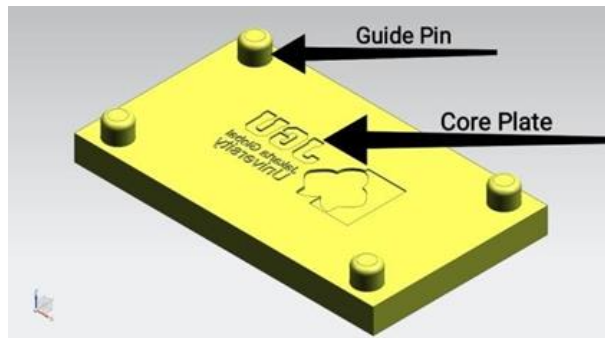
#### 3.2.1 Desain Mold

Bentuk dan geometri cetakan dibuat dengan jenis two plate mold, hal tersebut dibuat berdasarkan jenis mesin yang digunakan. Berikut merupakan bentuk cetakan yang tersusun dari beberapa bagian didalamnya, diantaranya merupakan bagian *core plate*, *cavity plate*, *pin*, seperti ditunjukkan pada gambar 3.2 dibawah ini



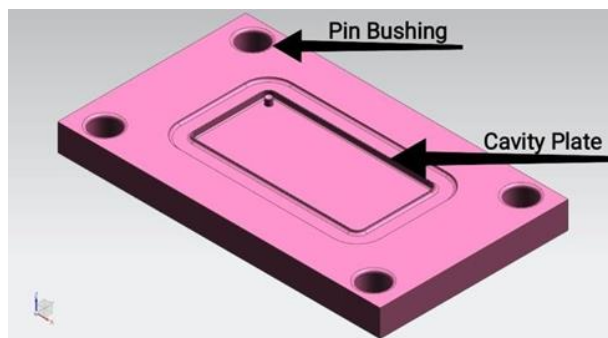
Gambar 3. 2 Desain Molding

Pada bagian *core plate*, dimensi dibuat berdasarkan acuan bentuk *core* yang dipilih berdasarkan hasil desain yaitu sebesar 0,3 mm seperti terlihat pada Gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3. 3 Core Plate

Pada bagian *cavity plate*, dimensi dibuat dengan acuan bentuk *cavity* yang dipilih berdasarkan hasil desain seperti ditunjukkan pada Gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3. 4 Cavity Plate

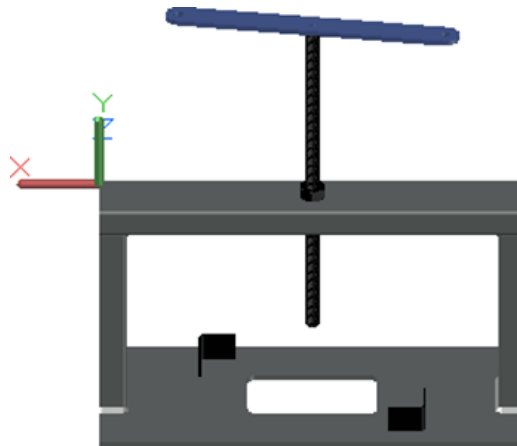
### 3.2.2 Desain Rangka

Setelah melakukan pencarian data dan pembuatan konsep yang didapat dari literatur studi kepustakaan, maka dapat direncanakan bahan-bahan yang dibutuhkan dalam perancangan dan pembuatan alat press karet gantungan kunci. Dalam proses pembuatan alat press untuk mold karet gantungan kunci ini, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain:

Bahan yang digunakan:

- Plat lembaran ukuran 230 x 110 x 3 mm.
- Besi siku ukuran 20 x 20 x 3 mm.
- Besi Hollow ukuran 35 x 15 x 1 mm.
- Baut Full Drat + mur ukuran 6mm dengan panjang 19,5 mm.
- Pylox Hitam

Memotong bahan sesuai gambar kerja yang telah dibuat.



Gambar 3. 5 Desain Rangka Alat Press

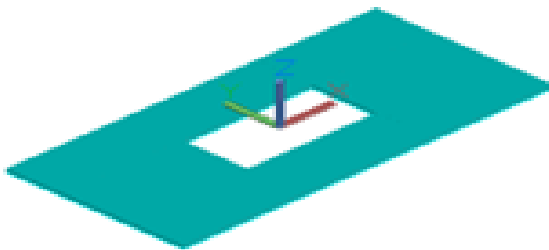
Berikut alat-alat yang digunakan:

- Mesin las listrik
- Kawat las
- Kacamata las
- Perkakas Palu
- Tang
- Gerinda tangan
- Mesin bor tangan
- Gergaji tangan
- Penggaris
- Kertas Amplas

Langkah-langkah pengerjaan sebagai berikut:

1. Memotong besi plat lembaran dengan ukuran panjang 230mm lebar 110mm sebanyak 1 buah.
2. Memotong besi plat dengan ukuran panjang 145mm dan lebarnya 20mm sebanyak 1 buah.
3. Memotong besi siku panjang nya 25mm sebanyak 2 buah.
4. Memotong besi hollow dengan panjang 105mm, sebanyak 2 buah.

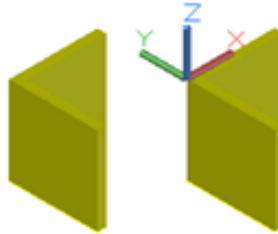
5. Memotong besi hollow dengan panjang 230mm sebanyak 1 buah.
  6. Membuat lubang tengah berukuran 40 x 75mm menggunakan gerinda pada profil plat lembaran.
  7. Membuat lubang tengah dengan mata bor berdiameter 7mm pada profil besi hollow panjang 230mm.
  8. Membuat lubang tengah dengan mata bor berdiameter 7mm pada profil besi plat ukuran 145 x 20mm.
  9. Merangkai langkah 4 dan 6 dengan menggunakan las.
  10. Merangkai langkah 3 dengan menggunakan las pada profil besi plat lembaran yang telah di lubangi pada bagian tengahnya.
  11. Merangkai langkah 7 dan 9 dengan menggunakan las.
  12. Merangkai mur M8 pada profil besi hollow 230mm dengan menggunakan las.
  13. Merangkai langkah 8 dan baut full drat dengan menggunakan las.
  14. Menggerinda hasil las yang kurang baik.
  15. Mengamplas kemudian mengecat alat press.
- Besi plat menjadi salah satu material dalam pembuatan alat press untuk mold karet gantungan kunci. Dengan kelebihan atau keunggulan yang ditawarkannya, memungkinkan bahan ini untuk dibor ataupun dibentuk sesuai dengan kebutuhan pada konstruksi, desain pada bagian tengah diberikan kosong agar supaya pada saat proses pemanasan molding mendapatkan panas langsung tanpa harus melalui atau terhambat oleh plat.



Gambar 3. 6 Plat Untuk Alat Press

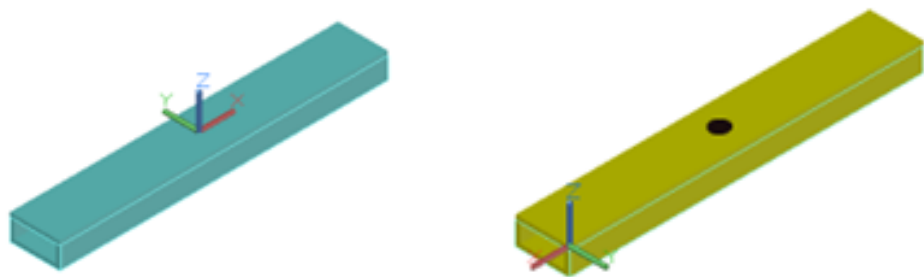


- Besi siku adalah jenis besi batang yang memiliki bentuk penampang siku-siku, lebih tepatnya mempunyai atau membentuk sudut 90 derajat. Penggunaan material besi siku pada alat press ini adalah sebagai penampang yang akan menahan sisi bagian molding karet gantungan kunci.



Gambar 3. 7 Besi Siku untuk Alat Press

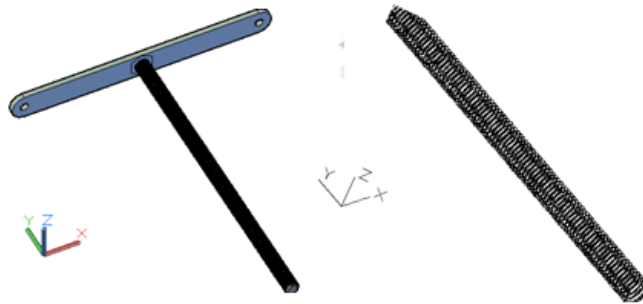
- Besi hollow terbuat dari lembaran besi plat hitam yang lebih dikenal dengan istilah *hot rolled steel sheet* yaitu lempengan besi tipis yang bahan dasarnya terbuat dari baja canai panas yang di press menjadi lembaran baja berwarna hitam. Besi hollow yang digunakan untuk alat press ini adalah sebagai penyangga kedua sisi yaitu kiri dan kanan pada alat press. Kemudian pada sisi atasnya juga menggunakan besi hollow masih dengan jenis dan ukuran yang sama hanya saja pada bagian tengah nya dilubangi dengan bor yang berfungsi untuk penempatan tuas alat press.



Gambar 3. 8 Besi Hollow untuk Alat Press

- Tuas penekan yang digunakan pada alat press ini memiliki bentuk menyerupai huruf T yang terbuat dari gabungan material besi plat dan as drat (long drat) berukuran M8, cara kerjanya adalah untuk menahan mold yang

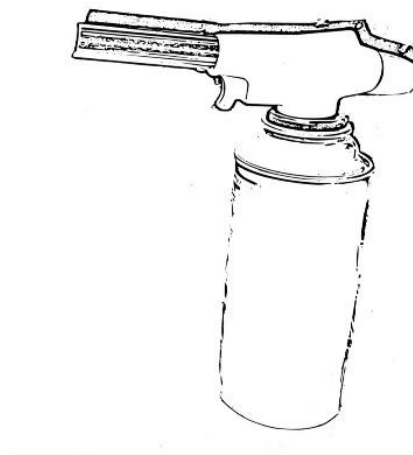
telah diposisikan pada alat press kemudian dikunci menggunakan as drat hingga saling bersentuhan permukaannya.



Gambar 3. 9 Tuas Penekan untuk Alat Press

### 3.2.3 Pemanas Untuk Alat Press Gantungan Kunci

Konsep pemanas yang dipilih sebagai sumber pemanas untuk produk karet gantungan kunci adalah api yang berasal dari gas kaleng, gas kaleng dianggap lebih mudah dalam penggunaannya karena ada pengaturan untuk api yang keluar dari flame gun dan juga tidak memerlukan tempat yang besar dalam penyimpanan nya.



Gambar 3. 10 Gas Kaleng

## 3.3 Alat Pada Proses Produksi

### 1. Mesin *CNC Milling* Dahlih 720

Mesin *CNC Milling* adalah alat potong yang digerakkan oleh mesin yang diprogram dan dikelola oleh sistem komputer untuk memotong atau menyingkirkan bagian dari material yang tidak diinginkan secara akurat.

Hasil akhir yang didapat dari proses permesinan adalah komponen atau produk tertentu yang telah didesain terlebih dahulu menggunakan perangkat lunak *Computer Aided Design (CAD)*. Untuk itu pada proses pembuatan mold untuk karet gantungan kunci juga menggunakan Mesin *CNC Milling*.



Gambar 3. 11 Mesin CNC Milling Dahlih720

Sumber: (Dokumentasi pribadi)

## 2. Mesin Las Listrik

Mesin las listrik adalah mesin yang digunakan untuk menyambung besi yang sumber dayanya didapat dari tenaga listrik. Dimana mesin las menghasilkan panas yang melelehkan material pengelasan agar dapat di sambungkan.



Gambar 3. 12 Mesin Las Listrik

(Sumber: Bosnia, 2023)

### 3. Elektroda

Kawat las atau elektroda digunakan dalam proses penyambungan logam. Material tersebut memiliki fungsi sebagai pembakar, sehingga membuat busur menyala. Komponen ini sangat penting dalam proses pengelasan.



Gambar 3. 13 Kawat Las

(Sumber: Tokopedia)

### 4. Mesin Gerinda Duduk

Untuk memotong material – material kerangka alat press seperti besi siku dan material plat karena cara kerja alat ini yang lebih aman dan cepat dari gerinda tangan dalam hal memotong.



Gambar 3. 14 Mesin Gerinda Duduk

(Sumber: Bumi teknik utama, 2019)

### 5. Bor Tangan

Mesin bor tangan termasuk mesin perkakas dengan gerak utama berputar, fungsi pokok mesin ini adalah untuk membuat lubang yang silindris pada benda kerja dengan mempergunakan mata bor sebagai alatnya.



Gambar 3. 15 Bor Tangan

Sumber: (Dokumentasi pribadi)

#### 6. Gerinda Tangan

Mesin gerinda adalah salah satu mesin yang digunakan untuk mengasah atau memotong benda kerja. Prinsip kerja dari mesin gerinda adalah batu gerinda yang berputar kemudian bergesekan dengan benda kerja sehingga terjadi pemotongan atau pengasahan.



Gambar 3. 16 Gerinda Tangan

Sumber: (Dokumentasi pribadi)

#### 7. Kacamata Las

Berguna untuk melindungi mata dari efek cahaya las dan percikan pada saat melakukan pengelasan material rangka alat press karet gantungan kunci.



Gambar 3. 17 Kacamata Las

Sumber: (Dokumentasi pribadi)

8. Tang

Berfungsi sebagai alat bantu untuk menjepit plat atau besi siku pada saat pembuatan rangka alat press karet gantungan kunci.



Gambar 3. 18 Tang

(Sumber: Tokopedia)

9. Penitik dan Penggores

di gunakan untuk memberi tanda pada saat memotong atau tanda untuk lubang baut pada material besi rangka alat press karet gantungan kunci.



Gambar 3. 19 Penitik Besi

(Sumber: Tokopedia)

10. Kunci Ring Pass 12 mm

Berfungsi untuk mengencangkan dan juga menahan saat memasang baut 12mm pada rangka alat press.



Gambar 3. 20 Kunci Ring 12 mm

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

11. Sarung Tangan

Sarung tangan yang khusus dibuat untuk proses pekerjaan las, bahan sarung tangan las terbuat dari kulit atau bahan sejenis asbes dengan kelenturan yang baik. Berguna untuk melindungi tangan dari percikan las saat proses pengelasan.



Gambar 3. 21 Sarung tangan

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

12. Palu

Alat Perkakas untuk memukul atau menempa suatu benda, misalnya menghilangkan kerak hasil pengelasan pada material alat press karet gantungan kunci.



Gambar 3. 22 Perkakas Palu

(Sumber: Tokopedia)

13. Meteran *Roll*

Adalah alat ukur panjang yang bisa digulung, dengan panjang mulai 5 – 50 meter. *Roll* Meter lebih dikenal dengan sebutan Meteran atau disebut juga dengan pita ukur. *Roll* Meter ini pada umumnya dibuat dari bahan plastik



atau plat besi tipis. Untuk mengukur material rangka alat press yang dibutuhkan sebelum di las.



Gambar 3. 23 Meteran Roll

(Sumber: My best, 2023)

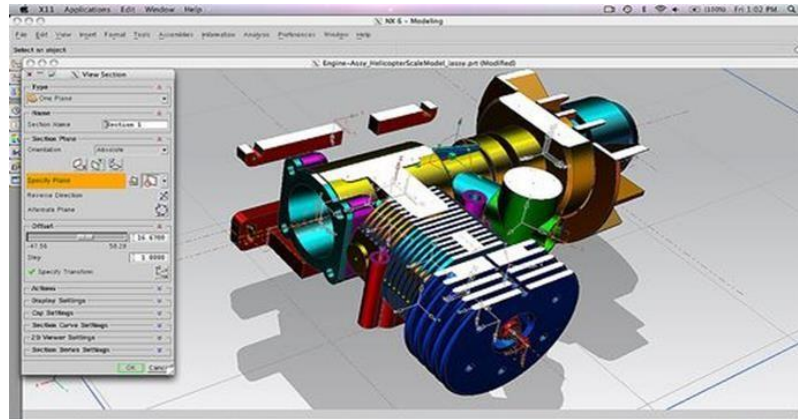
### 3.4 Software NX

*NX*, sebelumnya dikenal sebagai "*unigraphics*", adalah *CAD / CAM / CAE* kelas atas yang canggih, yang telah dimiliki sejak 2007 oleh *Siemens Digital Industries Software*. Pada tahun 2000, *Unigraphics* membeli *SDRC I-DEAS* dan memulai upaya untuk mengintegrasikan aspek dari kedua paket perangkat lunak ke dalam satu produk yang menjadi *Unigraphics NX* atau *NX*. Ini digunakan, antara lain, untuk tugas-tugas:

- Desain (parametrik dan pemodelan permukaan/padat langsung)
- Analisis teknik (statis; dinamis; elektro-magnetik; termal, menggunakan metode elemen hingga; dan fluida, menggunakan metode volume hingga).
- Pembuatan desain jadi dengan menggunakan modul pemesinan yang disertakan.

*NX* adalah perangkat lunak yang fleksibel dan kuat yang membantu menghadirkan produk yang lebih baik lebih cepat dengan desain generasi mendatang dan solusi manufaktur menggunakan digital *twin*. Mempercepat pembuatan suku cadang menggunakan satu sistem terintegrasi untuk memprogram peralatan mesin *CNC*, mengontrol robot, menggerakkan printer 3D, memantau kualitas suku cadang, dan banyak lagi. *NX* adalah pesaing langsung *CATIA*, *Creo*, dan *Autodesk Inventor*.





Gambar 3. 24 Perangkat Lunak NX

(Sumber: Topsolutions, 2017)

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Pengukuran Pada Bagian Mold**

Sebelum dilakukan nya proses pembuatan mold, pengukuran cetakan (mold) sangat penting untuk memastikan kesesuaian antara cetakan dengan produk karet yang akan diproduksi. Dimana dalam pengukuran ini di lakukan untuk memastikan kembali bahwa bentuk dan dimensi cetakan telah sesuai dengan spesifikasi dan standar yang dibutuhkan. Hal ini bertujuan untuk menghindari kegagalan dalam proses pembuatan karet gantungan kunci yang dapat menyebabkan cacat pada produk, kerugian material, hingga dapat mengancam keselamatan operator dan lingkungan sekitar. Oleh sebab itu, pengukuran cetakan harus dilakukan dengan teliti dan akurat sebelum melakukan proses pembuatan karet gantungan kunci.

Pengukuran ini menggunakan mold peneliti sebelumnya dengan logo ITKJ :



Gambar 4. 1 Molding Peneliti Sebelumnya



Gambar 4. 2 Pengecekan Pada Bagian Cavity Molding



Gambar 4. 3 Pengecekan Pada Bagian Core Molding

#### 4.2 Pemilihan Material

Baja yang di gunakan untuk cetakan karet gantungan kunci adalah tipe baja karbon S50S standar *industry*.

Spesifikasi material baja S50C:

Tabel 4. 1 Jenis Material

Jenis Material	S50C
Klasifikasi	Baja Struktural Baja Karbon
Standar	JIS G 4051: Baja karbon untuk penggunaan struktur mesin
Aplikasi	Baja karbon untuk penggunaan struktural mesin yang diproduksi dengan pengerolan panas dan ekstrusi panas

Tabel 4. 2 Komposisi nilai kimia

Komposisi nilai kimia S50C							
Ni+Cr= $\leq$ 0,35%							
C	Si	Mn	P	S	Ni	Kr	Cu
0,47-0,53	0,15-0,35	0,6-0,9	Maks: 0,03	Maks: 0,035	Maks: 0,2	Maks: 0,2	Maks: 0,3

Keterangan:

Ni+Cr : Nikel Kromium

C : Karbon  
Si : Silikon  
Mn : Mangan  
P : Fosforus  
S : Sulfur  
Ni : Nikel  
Kr : Krypton  
Cn : Copernisium

Berikut untuk dimensi Molding S50C:

Panjang : 110,08 mm

Lebar : 60,08 mm

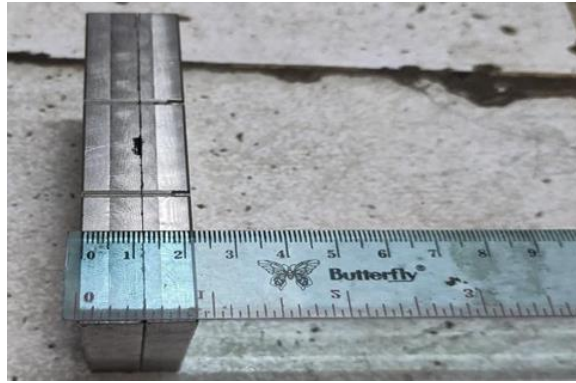
Tinggi : 20,02 mm



Gambar 4. 4 Ukuran panjang molding



Gambar 4. 5 Ukuran lebar molding



Gambar 4. 6 Ukuran tinggi molding

#### 4.3 Simulasi Proses Produksi Molding

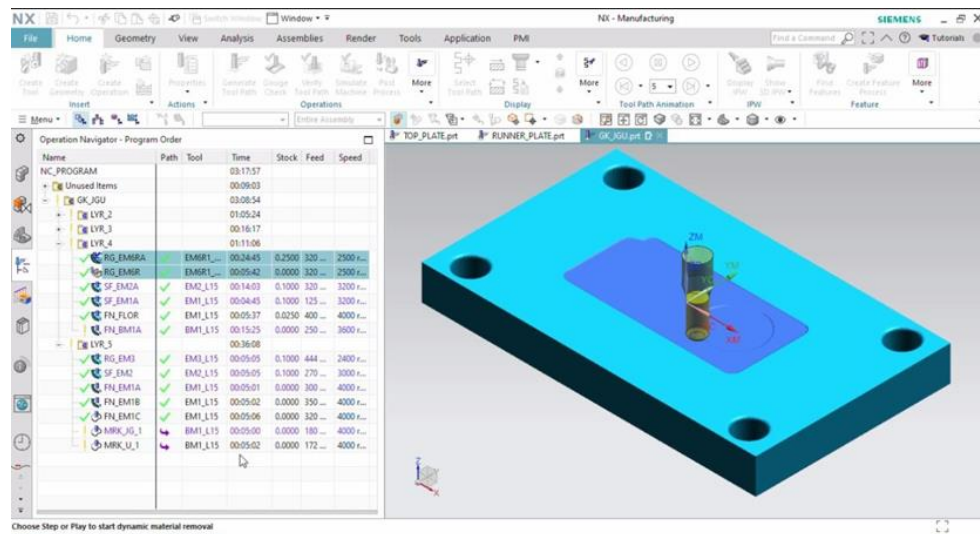
Simulasi proses machining perlu dilakukan untuk memprediksi hasil dan performa dari pada proses machining sebelum pengerjaan dilakukan secara nyata.

Dengan melakukan simulasi, Dapat mempertimbangkan berbagai parameter penting seperti waktu, kecepatan, dan alat yang akan digunakan pada saat proses machining. Berikut beberapa alasan mengapa simulasi sangat penting:

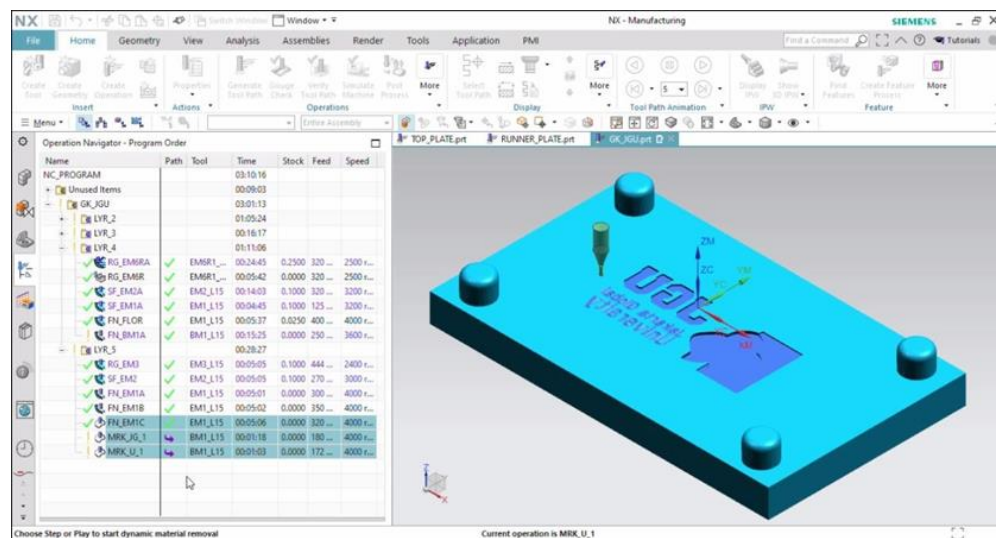
1. Penghematan biaya dan waktu: Simulasi dapat membantu menghitung estimasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proses machining tertentu. Dengan demikian, dapat mengoptimalkan proses dan menghindari potensi penyebab penundaan atau waktu henti pada mesin yang tidak diharapkan.
2. Perencanaan yang efisien: Dengan menggunakan simulasi, dapat merencanakan proses machining dengan lebih efisien. Dapat menentukan urutan langkah-langkah, memilih alat yang tepat, dan mengatur parameter penting seperti kecepatan pemotongan dan pembubutan secara optimal. Dengan demikian, dapat menghindari kesalahan atau penyesuaian yang mungkin diperlukan selama pengerjaan nyata.
3. Analisis keandalan: Simulasi memungkinkan untuk menganalisis dan memprediksi keandalan produk yang akan diproses. Dengan mempertimbangkan berbagai faktor seperti tegangan, suhu, atau getaran yang terjadi selama proses machining, Serta dapat mengidentifikasi daerah yang mungkin rentan terhadap kegagalan atau deformasi. Ini memungkinkan untuk memperbaiki desain produk atau mengoptimalkan parameter proses untuk mencapai hasil yang diinginkan.
4. Evaluasi alternatif: Simulasi proses machining memungkinkan untuk mempertimbangkan dan membandingkan beberapa alternatif dalam hal alat,

kecepatan, dan parameter lainnya. Dengan menguji berbagai skenario melalui simulasi, bisa memilih yang terbaik untuk mencapai hasil yang diinginkan, sebelum melakukan tahapan pengerjaan sebenarnya. Simulasi dapat memberikan wawasan yang berharga sebelum melakukan pengerjaan fisik atau secara langsung. Hal ini dapat membantu mengurangi biaya, meningkatkan efisiensi, dan meminimalkan risiko dalam proses machining.

Berikut tampilan gambar simulasi proses produksi molding:



Gambar 4. 7 Simulasi awal proses produksi molding



Gambar 4. 8 Simulasi akhir proses produksi molding

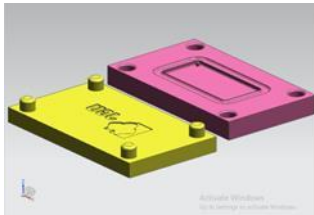

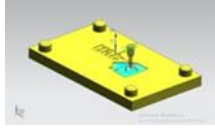


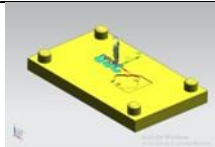


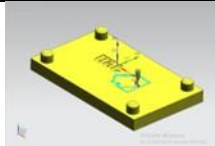




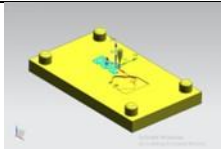


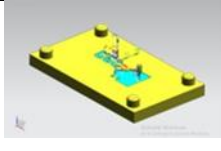


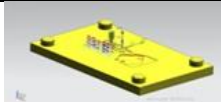

#### 4.4 Tahapan Pengerjaan


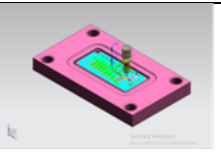


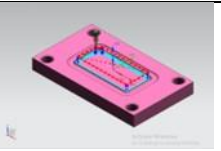


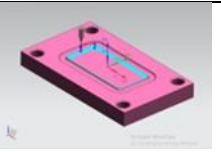


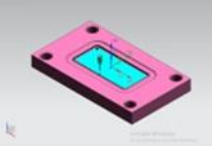

Berikut adalah data waktu pada saat simulasi dan proses produksi molding:

##### 4.4.1 Proses Permesinan

Tabel 4. 3 Keterangan Proses Produksi Molding

TABEL KETERANGAN PROSES PRODUKSI MOLDING				
<div>Sketch:</div> 		Datum Point Setting		
		X	Y	
		60H7	37,5H7	
		Note:		
Part Name:		GANTUNGAN KUNCI JGU	Kode Cutting Tool	
Die Type:		PRESSING	FM: Face Mill	
DCAD/CAM:		Siemens NX_1857	EM: End Mill	
Material:		S50C	BM: Ball Mill	
Dimension:		120x75x12.5	CM: Cutter Marking	
No	Proses	Foto Awal	Verify Toolpath	Foto Akhir
1	Profil Step-1			
	(Roughing)			
2	Profil Step-2			
	(Semifinish )			
3	Profil Step-3			
	(Finish)			
4	Profil Step-4			

	(Finish)			
5	Profil Step-5			
	(Finish)			
6	Marking JGU			

7	Profil Step-1			
	(Roughing)			
8	Profil Step-2			
	(Semifinish)			
9	Profil Step-3			
	(Finish)			
10	Profil Step-4			
	(Finish)			

#### 4.4.2 Selisih Waktu Permesinan dan Simulasi

Tabel 4. 4 Selisih Waktu Proses Produksi

Cutting Condition					
No	Method	Tool Type	Estim. Time (Menit)	Act. Time (Menit)	Selisih
1	Cavity Mill	EM_D3	00:05:08	00:05:32	00:00:24

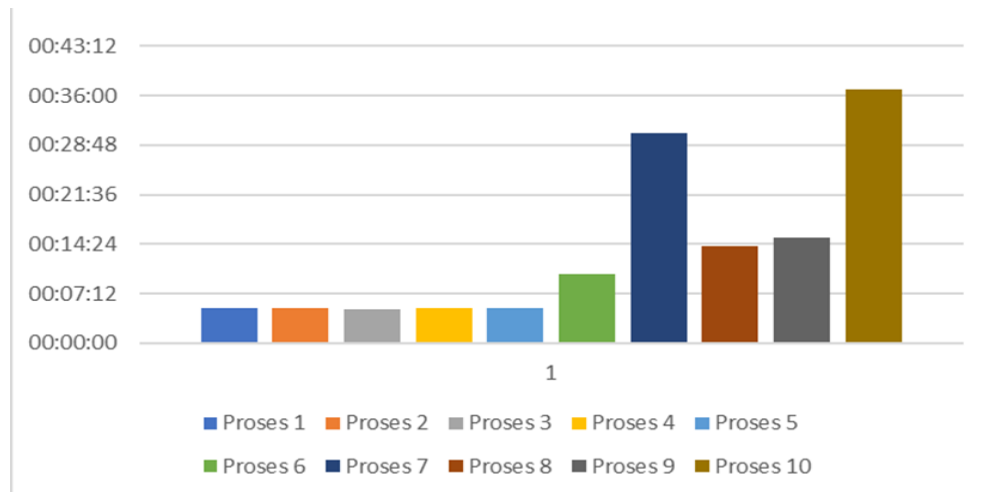


	Stock: 0.1	S(RPM): 2400			
		F(Feed): 444			
2	Cavity Mill	EM_D2	00:05:08	00:05:32	00:00:24
	Stock: 0.1	S(RPM): 3000			
		F(Feed): 270			
3	Z Level Profil	EM_D1	00:05:01	00:05:30	00:00:29
	Stock: 0.0	S(RPM): 4000			
		F(Feed): 300			
4	Z Level Profil	EM_D1	00:05:03	00:05:19	00:00:16
	Stock: 0.0	S(RPM): 4000			
		F(Feed): 350			
5	Z Level Profil	EM_D1	00:05:10	00:05:31	00:00:21
	Stock: 0.0	S(RPM): 4000			
		F(Feed): 320			
6	Contour Text	CM_D1	00:10:04	00:11:30	00:01:26
	Stock: 0.0	S(RPM): 4000			
		F(Feed): 180			
7	Cavity Mill	EM_D6R1	00:30:27	00:30:46	00:00:19
	Stock: 0.25	S(RPM): 2500			
		F(Feed): 320			
8	Cavity Mill	EM_D2	00:14:03	00:15:25	00:01:22
	Stock: 0.1	S(RPM): 3200			

		F(Feed): 320			
9	Z Level Profil	BM_D1	00:15:25	00:16:10	00:00:45
	Stock: 0.0	S(RPM): 4000			
		F(Feed): 400			
10	Finish Floor	EM_D1	00:36:58	00:38:40	00:01:42
	Stock: 0.0	S(RPM): 4000			
		F(Feed): 250			

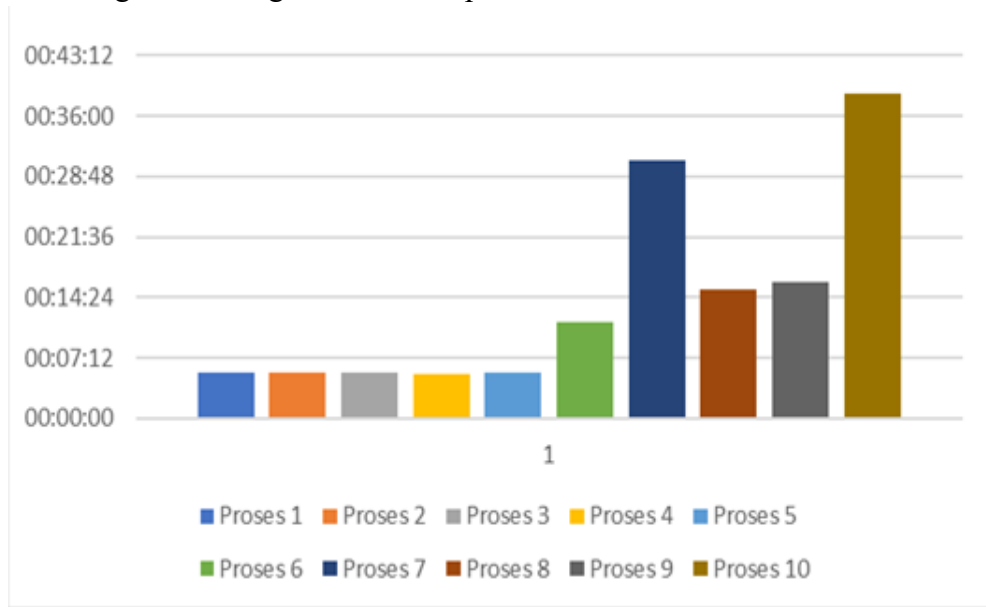
Selisih waktu yang terjadi antara hasil simulasi cam, dengan aktual proses dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pertama jenis proses pengerjaan, kondisi mesin, *rapid travel*, *cutting speed*, *feed rate*, serta *depth of cut*. Kondisi tersebut, sangat bergantung pada kondisi penggunaan mesin, serta waktu kalibrasi mesin.

Berikut grafik batang waktu estimasi permesinan:



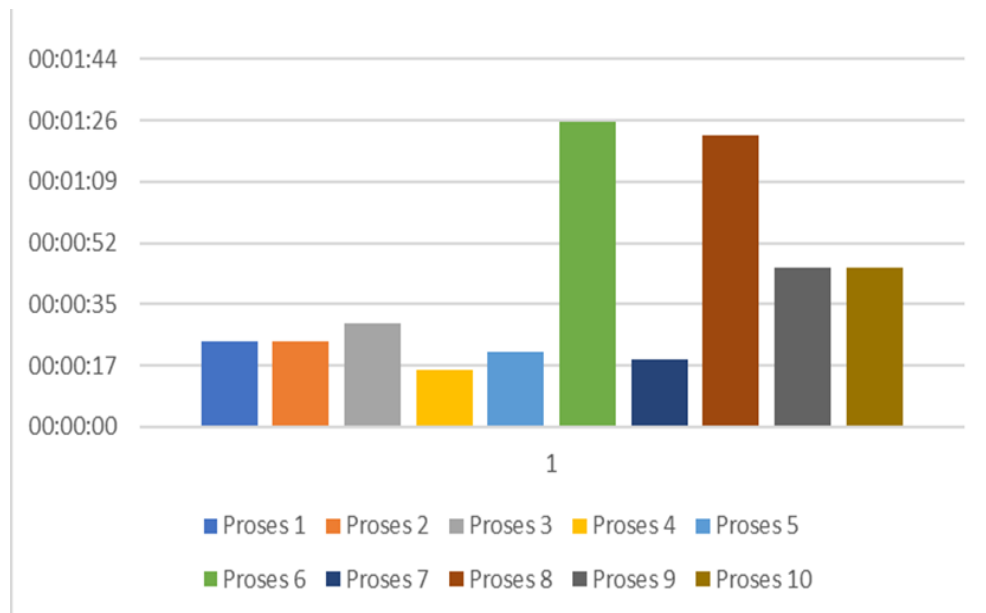
Gambar 4. 9 Grafik data waktu estimasi permesinan

Berikut grafik batang waktu aktual permesinan:



Gambar 4. 10 Grafik data waktu aktual permesinan

Berikut grafik selisih waktu antara simulasi dan aktual proses permesinan:



Gambar 4. 11 Grafik selisih waktu simulasi dan aktual permesinan

#### 4.4.3 Keterangan Proses Permesinan

##### 1. Proses *Facing*

Proses *facing* merupakan salah satu tahap awal dalam proses pemesinan yang dilakukan untuk menghaluskan permukaan atas dan bawah suatu benda kerja dengan arah pemakanan yang melintang. Tujuan dari proses *facing* adalah untuk mendapatkan permukaan yang rata dan sejajar dengan sumbu pemakanan. Proses *facing* umumnya dilakukan menggunakan mesin bubut. Pada proses ini, benda kerja dipasang pada *chuck* atau collet di mesin bubut, kemudian pisau pemotong (*tool bit*) diposisikan pada sudut yang tepat terhadap permukaan benda kerja yang akan dihadapkan.

Pisau pemotong kemudian bergerak secara melintang sepanjang permukaan benda kerja dengan gerakan pemakanan yang konstan atau mengikuti kontur yang diinginkan. Selama proses *facing*, pisau pemotong akan memotong material pada permukaan benda kerja, sehingga menghasilkan permukaan yang rata dan sejajar dengan sumbu pemakanan. Proses ini dapat dilakukan pada permukaan atas dan bawah benda kerja, tergantung pada kebutuhan dan desain yang diinginkan.

Proses *facing* biasanya merupakan langkah pertama dalam proses pemesinan yang lebih kompleks, seperti *turning* (membentuk silinder), *boring* (pembesaran lubang), atau *threading* (pembuatan ulir). Permukaan yang dihasilkan dari proses *facing* akan menjadi referensi atau dasar bagi operasi pemesinan selanjutnya.



Gambar 4. 12 Proses facing

## 2. Proses *Side Mill*

Proses *side mill* merupakan suatu metode pemesinan yang melibatkan pemakanan bagian samping kiri dan kanan benda kerja dengan arah pemakanan yang lurus. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk menghasilkan permukaan yang rata dan sejajar pada lebar benda kerja. Pada proses *side mill*, menggunakan alat pahat yang disebut *side mill cutter*. Alat ini memiliki gigi pemotong yang terletak di sisi-sisinya, sehingga memungkinkan pemotongan pada bagian samping benda kerja. Proses *side mill* dilakukan dengan cara memposisikan *side mill cutter* secara sejajar dengan permukaan benda kerja yang akan dipotong.

Selanjutnya, alat tersebut dijalankan dengan gerakan pemakanan yang lurus sepanjang lebar benda kerja. Gigi pemotong pada *side mill cutter* akan memotong material pada bagian samping benda kerja, menghasilkan permukaan yang rata dan sejajar. Proses *side mill* dapat digunakan pada berbagai jenis material dan bentuk benda kerja, tergantung pada kebutuhan dan aplikasi. Permukaan yang dihasilkan dari proses ini sering digunakan sebagai referensi atau dasar untuk operasi pemesinan selanjutnya, seperti proses *facing* atau penghalusan permukaan.



Gambar 4. 13 Proses side mill

## 3. Proses Profil (*Roughing*)

Proses profil *roughing* adalah salah satu tahap awal yang bertujuan untuk membentuk profil desain yang telah ditentukan. Pada proses ini, dilakukan pembubutan yang cukup dalam dengan kecepatan pemakanan yang lebih tinggi, sehingga permukaan yang dihasilkan masih kasar atau dalam kondisi pengasaran.

Selama proses profil *roughing*, alat pemotong bergerak melintang atau memotong material pada bagian eksternal atau internal benda kerja sesuai dengan desain yang diinginkan. Kecepatan pemakanan yang lebih tinggi digunakan untuk mempercepat proses pembubutan dan pembentukan profil, namun mengakibatkan permukaan yang dihasilkan masih kasar.

Proses profil *roughing* sangat penting dalam pemesinan karena memungkinkan penghapusan material yang signifikan dan membentuk bentuk awal dari benda kerja. Dengan melakukan pembubutan yang dalam dan cepat pada tahap ini, waktu produksi dapat dihemat. Namun, perlu diperhatikan bahwa tahap *finishing* akan diperlukan untuk mencapai hasil akhir yang diinginkan.



Gambar 4. 14 Proses profil (Roughing)

#### 4. Proses Profil (*Semifinish*)

Setelah proses *roughing*, langkah selanjutnya adalah proses *semifinish*. Proses *semifinish* dilakukan setelah *roughing* untuk mendekati bentuk akhir yang diinginkan sebelum melakukan proses *finishing*.

Proses *semifinish* melibatkan pemakanan dengan kecepatan yang lebih rendah dan menggunakan mata tool yang lebih halus dibandingkan dengan proses *roughing*. Tujuannya adalah untuk menghilangkan sisa-sisa material yang masih ada setelah *roughing* dan mendekati profil akhir yang diinginkan.

Desain profil yang kecil dan melengkung membutuhkan beberapa langkah *semifinish* agar dapat mencapai hasil *finishing* yang sempurna. Setiap langkah *semifinish* akan mengurangi sisa material dan menghaluskan permukaan benda

kerja lebih lanjut. Setelah setiap langkah *semifinish*, permukaan benda kerja dapat diperiksa dan diukur untuk memastikan bahwa profil yang dihasilkan mendekati profil akhir yang diinginkan.

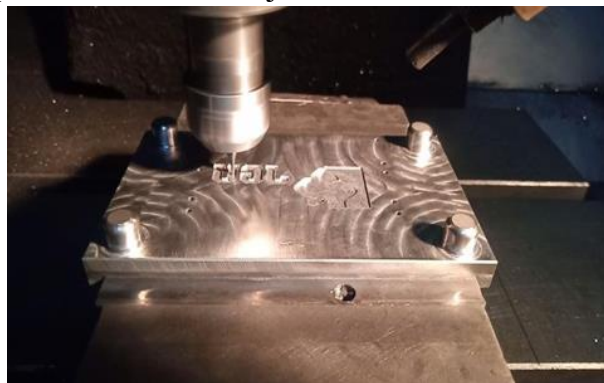


Gambar 4. 15 Proses semifinish

#### 5. Proses Akhir (*Finishing*)

Proses selanjutnya setelah proses roughing dan *semifinish* adalah proses *finishing*. Proses *finishing* dilakukan untuk mencapai hasil akhir yang lebih halus dan rata pada permukaan benda kerja serta menghilangkan sisa-sisa pemakanan yang masih ada setelah proses *semifinish*. Proses *finishing* melibatkan pemakanan dengan kecepatan yang lebih lambat dibandingkan dengan proses sebelumnya.

Kecepatan pemakanan yang lebih lambat ini memungkinkan mata *tool* untuk melakukan pemakanan yang lebih halus dan presisi tinggi, sehingga menghasilkan permukaan yang lebih rata dan halus. Selama proses *finishing*, pemilihan mata *tool* yang tepat sangat penting. Alat pemotong yang digunakan pada tahap *finishing* biasanya memiliki gigi pemotong yang lebih halus dan tajam. Hal ini membantu dalam menghilangkan sisa-sisa pemakanan dan mencapai tingkat kehalusan yang diinginkan pada permukaan benda kerja.



Gambar 4. 16 Proses finishing

## 6. Proses *Marking*

Proses selanjutnya adalah proses *marking*. Proses *marking* dilakukan untuk memberi nama asal institusi dan memberikan informasi tambahan pada produk, seperti penggunaan yang disarankan dan yang tidak di perbolehkan.

Proses *marking* adalah bagian penting dalam proses produksi untuk memberikan informasi yang jelas kepada pengguna dan memastikan penggunaan yang aman serta sesuai dengan rekomendasi produsen. Penting untuk memastikan bahwa proses *marking* dilakukan dengan baik dan jelas agar informasi yang diberikan mudah terbaca dan dimengerti oleh pengguna.



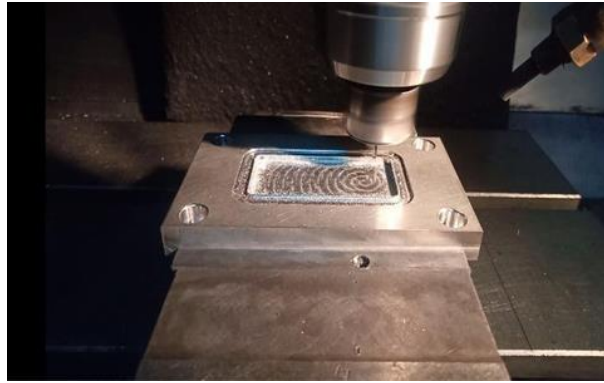
Gambar 4. 17 Proses *marking*

## 7. Proses Pembuatan *Cutting Sleeve*

*Cutting sleeve* dirancang untuk memberikan ruang bagi material yang berlebihan yang dapat muncul selama proses pemanasan mold berlangsung. Biasanya, *cutting sleeve* berbentuk saluran sempit yang dibuat sedikit menajam bagian ujungnya biasanya ditempatkan di sisi area paling pinggir dalam *cavity plate*

Saat karet kompon mengisi cetakan, kemudian diberikan panas pada mold karet akan mulai mengalami pengerasan bentuk mengikuti rongga yang ada di dalam cetakan. Sisa dari karet alam yang berlebihan akan keluar dengan sendirinya di bagian sisi area pinggir cetakan sebelum karet benar-benar berwujud keras.





Gambar 4. 18 Proses pembuatan cutting sleeve

#### 4.5 Jenis *Tool* dan Wujud Sisa *Chip*

Jenis *tool* yang digunakan dalam proses pembubutan dapat mempengaruhi bentuk dan ukuran *chip* yang dihasilkan. Setiap *tool* memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal kecepatan pemotongan, putaran, dan pemakanan (*feed rate*), yang pada akhirnya mempengaruhi bentuk dan ukuran *chip* yang dihasilkan.

Berikut adalah beberapa contoh karakteristik *chip* yang mungkin dihasilkan oleh beberapa jenis *tool*:

1. *Tool* dengan kecepatan pemotongan tinggi: *Tool* dengan kecepatan pemotongan tinggi cenderung menghasilkan *chip* yang lebih tipis dan pendek. Kecepatan yang tinggi dapat memecah *chip* menjadi ukuran yang lebih kecil dan mengurangi kemungkinan terjadinya patahan *chip* yang besar.
2. *Tool* dengan kecepatan pemotongan rendah: *Tool* dengan kecepatan pemotongan rendah cenderung menghasilkan *chip* yang lebih tebal dan panjang. Kecepatan yang lebih rendah memungkinkan *chip* untuk terbentuk dengan ukuran yang lebih besar.
3. *Tool* dengan pemakanan tinggi: Penggunaan pemakanan yang tinggi dalam kombinasi dengan kecepatan pemotongan yang sesuai dapat menghasilkan *chip* yang lebih tipis dan pendek. Pemakanan tinggi dapat mempercepat laju pemotongan dan menghasilkan banyak *chip* dengan ukuran yang lebih kecil.  
*Tool* dengan pemakanan rendah: Pemakanan rendah cenderung menghasilkan *chip* yang lebih tebal dan panjang. Pemakanan rendah

memungkinkan proses pemotongan yang lebih stabil dan dapat menghasilkan *chip* dengan ukuran yang lebih besar.

Selain itu, bentuk dan geometri dari *tool* juga dapat mempengaruhi bentuk *chip* yang dihasilkan. Misalnya, alat potong dengan sudut sisi yang tajam dapat menghasilkan *chip* yang lebih rapat dan terputus-putus, sedangkan alat potong dengan sudut sisi yang lebih melandai dapat menghasilkan *chip* yang lebih panjang dan lebih kontinu. Berikut beberapa jenis *tool* yang digunakan dan wujud *chip* sisa pembubutan:

#### 1. *Tool Type* EM\_D1R0.5



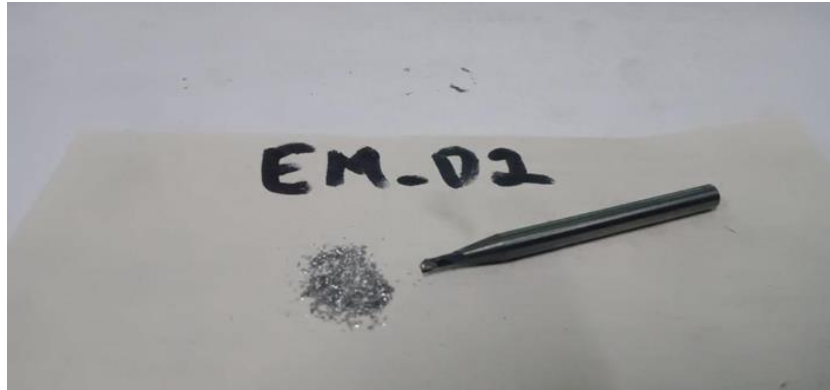
Gambar 4. 19 Mata Milling tipe Endmill D1

*Tool* dengan kode EM\_D1R0.5 (*End Mill*) mengacu pada jenis *end mill* yang biasanya digunakan untuk tahap *finishing* kontur permukaan yang lebih halus dan rata, sehingga membentuk profil desain dengan kepresisian yang tinggi.

Sisa pembubutan *chip* yang dihasilkan dari penggunaan *end mill* ini cenderung berukuran sangat kecil, seperti pasir, karena ukuran mata *tool* yang kecil dan pemakanan yang halus serta *control* yang presisi dalam pemrosesan *finishing*.

Jenis *end mill* dengan kode ini cocok untuk *finishing* permukaan yang halus, menghasilkan profil desain yang sempurna, dan meminimalkan sisa pembubutan yang wujudnya kecil.

## 2. Tool Type EM\_D2R1



Gambar 4. 20 Mata Milling tipe Endmill D2

*Tool* dengan kode EM\_D2R1. (*End Mill*) digunakan untuk pemakanan permukaan sisi samping pada tepi hingga sudut permukaan material. *End mill* tipe ini memiliki desain mata pisau dari kedua sisinya dan ujungnya yang lancip. Sehingga dapat digunakan untuk membuat permukaan dan sudut rata.

Mata potong pada *end mill* biasanya lebih besar dan lurus, dengan sisi potong yang tajam. Ukuran dan geometri mata potong dapat bervariasi tergantung pada jenis pemotongan yang diinginkan, seperti pemotongan kasar atau pemotongan halus.

*End mill* juga tersedia dalam berbagai jenis dan bentuk, seperti *end mill* datar (*flat end mill*), *end mill* sudut (*corner radius end mill*), atau *end mill* bola (*ball end mill*), yang masing-masing memiliki kegunaan dan karakteristik yang berbeda.

Karena menggunakan mata potong yang besar dan lurus, *end mill* dapat menghasilkan sisa *chip* yang besar dan sedikit mengotak. Hal ini terjadi karena pemakanan material pada sisi dan ujung tool yang membentuk permukaan rata atau profil. Mata potong yang tajam pada *end mill* membantu dalam pemotongan yang akurat dan menghasilkan permukaan yang rata.

### 3. *Tool Type* EM\_D3R1



Gambar 4. 21 Mata Milling tipe Endmill D3

*Tool* dengan kode EM\_D3R1 (End Mill) digunakan untuk pemakanan awal dalam membentuk profil desain, terutama dalam pemrosesan yang lebih dalam atau disebut pengasaran.

Kode EM\_D3R1 menyampaikan informasi tentang karakteristik khusus dari *End Mill* ini. Berikut adalah penjelasan dari kode tersebut:

- EM: Singkatan dari *End Mill*, menunjukkan jenis tool ini adalah jenis *End Mill*.
- D3: Diameter *tool* (dalam hal ini, diameter adalah 3).
- R.1: Radius dari mata potong *tool* ini adalah 1.

Mata potong pada *End Mill* ini memiliki radius 0.5, yang berarti ujungnya berbentuk melengkung dengan radius tersebut. Dalam pemrosesan pengasaran, *tool* ini digunakan untuk pemakanan yang lebih dalam dan membentuk profil desain pada material.

Karena ujung mata potong yang melengkung dengan radius 1, *chip* yang dihasilkan cenderung lebih besar, melengkung, dan panjang. Bentuk melengkung dan panjangnya sisa pembubutan ini disebabkan oleh pergerakan kecepatan putar melengkung dari mata potong saat berinteraksi dengan material.

#### 4. Tool Type EM\_D6R1



Gambar 4. 22 Mata Milling tipe Endmill D6

Jenis *tool* dengan kode EM\_D6R1 (*End Mill*) digunakan untuk pemakanan permukaan pada proses pembubutan. *End Mill* adalah jenis alat potong yang dapat digunakan untuk membuat bentuk dan lubang pada benda kerja selama operasi *milling, profiling, contouring, slotting, counterboring, drilling* dan *reaming*.

Karena menggunakan mata potong jenis dua *flute*, *end mill* dapat membuang jumlah material dalam satu putaran, sehingga menghasilkan sisa *chip* dalam jumlah banyak. Ini membuat *end mill* lebih efisien dalam pemakanan material pada permukaan yang luas. Mata potong yang tajam pada *end mill* membantu dalam pemotongan yang efisien dan menghasilkan permukaan yang halus, jenis ini dapat membuat lubang awalnya sendiri dan menjadi pilihan yang lebih disukai untuk bahan aluminium.

#### 5. Tool Type BM\_D2R1



Gambar 4. 23 Mata Milling tipe Ballmill D1

*Tool* dengan kode BM\_D2R1 (*Ball Mill*) digunakan untuk pemakanan lebih lanjut (*semifinish*) dalam membentuk profil desain, dengan pemakanan yang sedikit dalam. Mata potong pada *Ball Mill* ini memiliki bentuk bola atau bulat pada ujungnya dengan radius 1. Dalam pemrosesan *semifinish*, tool ini digunakan untuk pemakanan yang sedikit lebih dalam dalam membentuk profil desain pada material.

Karena mata potong yang lebih kecil dan berputar dengan kecepatan tinggi, sisa pembubutan *chip* yang dihasilkan akan cenderung sedikit lebih besar, melengkung, dan panjang. Bentuk melengkung dan panjangnya sisa pembubutan ini disebabkan oleh pergerakan putar melengkung dari mata potong saat berinteraksi dengan material.

Dalam penggunaan *Ball Mill* dengan karakteristik ini, penting untuk mempertimbangkan parameter pemotongan yang tepat, seperti kecepatan pemotongan, putaran, dan pemakanan, untuk memastikan hasil pemrosesan yang optimal dan menghindari masalah seperti getaran atau keausan yang berlebihan pada *tool*.

#### 4.6 Estimasi Biaya Material

Estimasi biaya material adalah biaya yang dibutuhkan untuk membeli bahan atau komponen alat press karet gantungan kunci. Tabel 4.5 menunjukkan estimasi biaya material atau dana yang dibutuhkan dalam merancang alat press karet gantungan kunci.

Tabel 4. 5 Estimasi biaya material

No	Nama Barang	Harga Satuan	Jumlah	Harga Total
1	Besi Plat 400 x 300 x 3mm	Rp. 115.000	1 buah	Rp.130.000
2	Besi Siku 20 x 20 x 3mm	Rp. 15.000	1 buah	Rp. 15.000

3	Besi Hollow 35 x 15 x 1mm	Rp. 95.000	1 buah	Rp. 100.000
4	Baut As Drat 6mm	Rp. 15.000	1 buah	Rp. 15.000
5	Kertas Amplas 800	Rp. 5000	2 buah	Rp. 10.000
5	Pylox Hitam 300cc	Rp. 26.000	1 buah	Rp. 26.000
5	Gas Torch	Rp. 24.000	1 buah	Rp. 24.000
6	Gas Kaleng	Rp. 26.000	2 buah	Rp. 52.000
7	Timbangan Gram Digital	Rp. 30.000	1 buah	Rp. 30.000
8	Termometer Infra Merah	Rp. 250.000	1 buah	Rp. 250.000
Total				Rp. 652.000

Estimasi dana proses permesinan adalah biaya yang dibutuhkan untuk membeli jasa proses produksi permesinan. Tabel 4.6 menunjukkan estimasi dana proses permesinan untuk proses yang digunakan pada alat press karet gantungan kunci.

Tabel 4. 6 Estimasi dana proses permesinan

No	Nama Proses	Harga	Proses yang diperlukan	Harga Total
1	Proses Pengelasan	Rp. 250.000	1	250.000
2	Proses Pembubutan	Rp. 625.000	2	Rp.1.250.000
Total				Rp.1.500.000

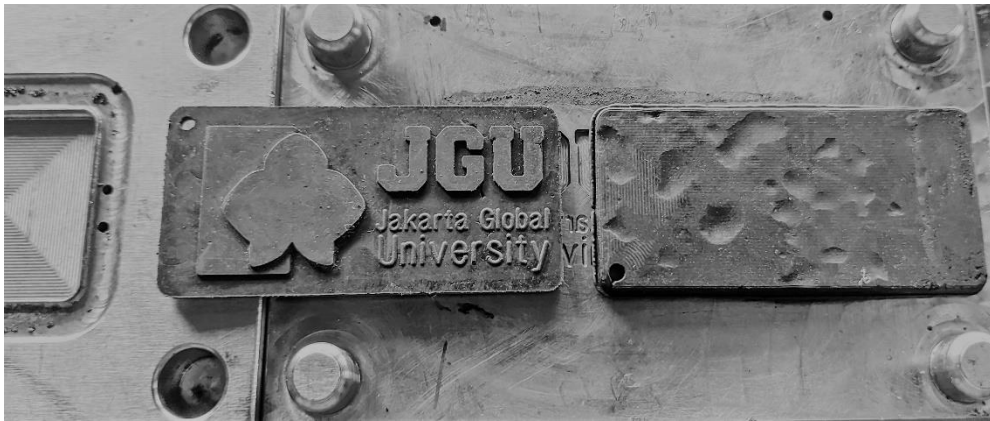
#### 4.7 Hasil Produksi Karet Gantungan Kunci

Dari hasil produksi karet gantungan kunci dapat dilihat bahwa hasil setiap prosesnya pada sisi bagian tepi karet gantungan kunci terdapat hasil yang kurang rapih dan berbeda satu dengan yang lainnya, perbedaan ini terjadi disebabkan oleh wujud bentuk daripada sisi bagian *cutting sleeve* yang terdapat pada *cavity plate* molding kurang tinggi dan lancip sehingga pada saat proses penekanan pemotongan yang diharusnya dilakukan oleh bagian *cutting sleeve* menjadi kurang maksimal.





Gambar 4. 24 Perbandingan sisi tepi gantungan kunci 1



Gambar 4. 25 Perbandingan sisi tepi gantungan kunci 2



Gambar 4. 26 Perbandingan sisi tepi gantungan kunci 3



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan simulasi proses produksi molding untuk produk karet gantungan kunci yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada pembubutan tahap 10 profil molding membentuk bagian pemakanan sebesar 250 kemudian, pada proses produksi memiliki selisih waktu 1 menit 42 detik artinya proses pemakanan pada profil molding dipengaruhi oleh gerak naik turun pada mata milling dan juga tipe mata milling yang digunakan.
2. Pada modifikasi penambahan sisi bagian cutting sleeve diharapkan mampu memberikan efek pemotongan otomatis pada bagian sisi tepi karet gantungan kunci tanpa harus melakukan pemotongan secara manual lagi.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian ini yaitu diperlukan banyak membaca literatur yang dapat dijadikan tambahan dalam menentukan desain perancangan. Selain itu, untuk penelitian berikutnya perlu diperhatikan dan dilakukan modifikasi dalam membentuk profil pada bagian cutting sleeve yang ada pada cavity plate karena dapat mempengaruhi nilai hasil dari produk karet gantungan kunci yang tidak rata pada bagian sisi nya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Wazdi, F. (2019). Penggunaan Cetakan Karet dalam Proses Produksi Vulkanisir Ban Alat Berat. *Piston*, 2(1), 289670.
- Widyatmoko, R. H., Rahardjo, J. O., & Pradana, S. B. (2020). Perancangan Unit Pencekam Ban pada Mesin Vulkanisasi Dingin Ban Truk dan Bus dengan metode VDI 2222. *Jurnal ATMI*
- Yuniarto, T., & Rangkuti, C. (2019, October). ANALISA JENIS INSULASI TERHADAP PIPA PENGHANTAR UAP PANAS UNTUK MESIN PEMASAK BAN MOTOR DENGAN KAPASITAS 2000 BAN PER HARI PADA PT. XYZ DI TANGERANG. In *PROSIDING SEMINAR NASIONAL CENDEKIAWAN* (pp. 1-23).
- Wirasadewa, Y. C., Taufikurohmah, T., Sugatri, R. I., & Muslih, E. Y. (2017). Identifikasi Limbah Serbuk Industri Ban. *UNESA J. Chem*, 6(3), 127-130.
- Wahyudy, H. A. (2018). Perkembangan ekspor karet alam Indonesia. *Dinamika Pertanian*, 34(2), 87-94.
- Falaah, A. F., Cifriadi, A., & Maspanger, D. R. (2013). Pemanfaatan hasil pirolisis limbah ban bekas sebagai bahan pelunak untuk pembuatan barang jadi karet. *Jurnal Penelitian Karet*, 149-158.
- Kurniadi, S., & Suhada, A. K. (2014). Pemanfaatan limbah ban dalam bekas (inner tube project). *Product Design*, 3(1), 180219.
- Handayani, H., Fathurrohman, M. I., Kinasih, N. A., & Falaah, A. F. (2017). Karet alam epoksi sebagai bahan baku pembuatan komponen karet pada katup tabung dan regulator LPG. *Jurnal Penelitian Karet*, 35(2), 199-210.
- Dalimunthe, A. (2014). Biosintesis Lateks.
- Hendrawan, M. A., & Purboputro, P. I. (2015). Studi karakteristik sifat mekanik kompon karet dengan variasi komposisi sulfur dan carbon black sebagai bahan dasar ban luar.
- Desi, C., & Poppy Indriani, P. (2022). Pemberdayaan Kerajinan Latex Sebagai Upaya Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat. *Pemberdayaan Kerajinan Latex Sebagai Upaya Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat*.

- Noertjahyana, A., Budhi, G. S., & Santoso, H. (2003). Perancangan dan Pembuatan Sistem Informasi Produksi dan Penentuan Harga Pokok Produksi pada Perusahaan Vulkanisir Ban Di Surabaya. *Jurnal Informatika*, 4(2), 50-56.
- Bintoro, A. (2014). Studi Kelayakan Produk Baru: Ban 12.00 R24 di PT GTR. *Jurnal Pasti*, 8(1), 122-141.
- SIBALA, T. R. (2022). PEMANFAATAN LIMBAH KARET TAMBAL BAN (KOMPON) SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA CAMPURAN ASPAL PANAS MENGGUNAKAN METODE DURASI PERENDAMAN (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS BOSOWA).
- Santoso, R. B. (2017). Pengaruh Temperatur Cetakan Karet (Rubber Mold) Pada Spin Casting: Studi Kasus Proses Pembuatan Souvenir Plakat UII (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Ramli, L. (2021). RANCANG BANGUN CETAKAN PERMANEN KARET COVER PEDAL SEPEDA (PROSES PEMBUATAN) (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Sucahyono, A. E., Nugraha, P., & Risdiyono, R. (2019). Pengaruh Suhu Tuang Pada Kualitas Gantungan Kunci Berbahan Baku Pewter Dengan Metode Spin Casting. *Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah*, 36(1), 47-60.
- Triharsono, B. A. (2008). ANALISIS PERENCANAAN PROSES PRODUKSI GANTUNGAN KUNCI BERBAHAN KAERT EMBLEM DENGAN CETAKAN SILICONE RUBBER (Doctoral dissertation, UAJY).
- ALFHARIZA, A. (2021). Pengaruh Kecepatan Putar Dan Tekanan Pada Souvenir Gantungan Kunci Dengan Metode Spin Casting.
- AMIN, R. F. (2022). Analisis Hasil Spin Casting Dalam Pembuatan Produk Gantungan Kunci Menggunakan Master Cetakan Dari 3d Print Resin Dan Laser Cutting.
- MARIYADI, S. (2019). PENERAPAN METODE TAGUCHI PADA PERANCANGAN EKSPERIMEN BATAKO BERBASIS LIMBAH SERBUK KARET (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana).