

**PENGEMBAGAN *INSERT CUTTING DIE* BERBAHAN
LIMBAH *BEARING* PADA APLIKASI PROSES *CIRCULAR*
*BLANKING***

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Rifki Maulana

219421022



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PERANCANGAN
MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK PERANCANGAN MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**PENGEMBAGAN *INSERT CUTTING DIE* BERBAHAN LIMBAH
BEARING PADA APLIKASI PROSES *CIRCULAR BLANKING***

Oleh:

Rifki Maulana

219421022

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 23 Agustus 2023

Disetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Hanif Azis Budiarto, S.Tr., M.T.
NRP. 220402002

M. Yazid Diratama, S.Tr., M.T.
NIP. 199401032022031014

Disahkan,

Penguji I,

Penguji II,

Penguji III,

Yuliar Y. E., S.S.T., M.T.
NIP. 197607132001121001

Dr. Aida M., S.T., M.T.
NIP. 197803242006042013

Hartono W., S.S.T., M.T.
NIP. 196111201988031003

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Rifki Maulana
NIM	:	219421022
Jurusan	:	Perancangan Manufaktur
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Pengembangan <i>Insert Cutting Die</i> Berbahan Limbah <i>Bearing</i> pada Aplikasi Proses <i>Circular Blanking</i>

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 23 – 08 – 2023
Yang Menyatakan,

(Rifki Maulana)
NIM 219421022

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rifki Maulana
NIM : 219421022
Jurusan : Perancangan Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pengembangan *Insert Cutting Die* Berbahan Limbah *Bearing* pada Aplikasi Proses *Circular Blanking*

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada di bawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 23 – 08 – 2023
Yang Menyatakan,

(Rifki Maulana)
NIM 219421022

MOTO PRIBADI

“Tanpa ilmu, amal itu tidak ada gunanya. Sedangkan ilmu tanpa amal adalah hal yang sia-sia.” Abu Bakar Ash Shiddiq

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepada-Nya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Pengembangan *Insert Cutting Die* Berbahan Limbah *Bearing* pada Aplikasi Proses *Circular Blanking*”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Hanif Azis Budiarto, S.Tr., M.T. dan Bapak M. Yazid Diratama, S.Tr., M.T.
2. Para Penguji siding tugas akhir Bapak Yuliar Y. E., S.S.T., M.T., Ibu Dr. Aida M., S.T., M.T., dan Bapak Hartono W., S.S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur, Ibu Dinny Indrian, S.Tr., M.T.
4. Ketua Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Bapak Bustami Ibrahim, SST., M.T.
5. Panitia tugas akhir Bapak Reka Ardi Prayoga, S.T., M.T., dan Ibu Metha Islameka, S.Pd., M.T.

6. Bapak Arfin yang telah membantu dalam proses pembuatan *presstool*.
7. Bapak Lili dan Bapak Yuyus Hidayat yang telah membantu dan menyiapkan fasilitas-fasilitas dalam penyelesaian tugas akhir.
8. Buat sahabat – sahabat saya Rendi, Abid, Husaena dan Anggi.
9. Rekan – rekan Kelas DEC angkatan 2019 atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyelesaian tugas akhir.
10. Pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Agustus 2023

Penulis

ABSTRAK

Insert dies merupakan salah satu komponen yang penting pada *presstool*. Material yang sering digunakan dalam pembuatan *insert dies* merupakan SKD 11. Namun, saat *Covid-19* terjadi lonjakan harga sekitar 30% yang menyebabkan industri *tool maker* sebagai konsumen utama merugi. Sehingga diperlukannya alternatif material untuk pengganti SKD 11. Limbah *bearing* dipilih sebagai material alternatif untuk menggantikan SKD 11 karena dilihat dari aspek teknis, aspek ekonomi dan aspek lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas limbah *bearing* pada saat digunakan sebagai *insert dies*. Metode perancangan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah VDI (*Verein Deutsche Ingenieuer*) 2222 dan ISO 14006. Untuk mengetahui kualitas produk hasil pemotongan dan umur pakai dengan melakukan uji komposisi, karakterisasi material, dan pembuatan alat uji menggunakan *die* dari limbah *bearing*. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, limbah *bearing* dapat digunakan menjadi alternatif bahan *insert dies* karena memiliki karakteristik material yang mirip dengan SKD 11 dengan *burr* pada hasil proses pemotongan relatif kecil. Besar persentase penghematan biaya yang didapatkan dengan mengaplikasikan limbah *bearing* sebagai *insert dies* sebesar 57,7% namun, membutuhkan 2 *bearing* untuk menghasilkan jumlah produk yang sama dengan SKD 11.

Kata kunci: *Presstool, Bearing, Insert Dies, AISI 52100*

ABSTRACT

Insert dies are one of the important components in a presstool. The material commonly used in the manufacture of insert dies is SKD 11. However, during the COVID-19 pandemic, there was a price increase of around 30%, which caused the tool maker industry as the main consumer to lose money. Therefore, an alternative material is needed to replace SKD 11. Waste bearing is chosen as an alternative material to replace SKD 11 because it is considered from technical, economic, and environmental aspects. This study aims to determine the quality of waste bearing when used as an insert die. The design method used in this study is VDI (Verein Deutscher Ingenieuer) 2222 and ISO 14006. To determine the quality of the products produced by cutting and service life, by conducting composition tests, material characterization, and the manufacture of test equipment using a die from waste bearing. From the results of the experiments that have been carried out, waste bearing can be used as an alternative material for insert dies because it has material characteristics similar to SKD 11 with relatively small burrs in the cutting process results. The percentage of cost savings obtained by applying waste bearing as an insert die is 57.7%, but it requires 2 bearings to produce the same amount of product as SKD 11.

Keywords: Presstool, Bearing, Insert Dies, AISI 52100

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah	I-3
I.4 Tujuan dan Manfaat	I-3
I.5 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori.....	II-1
II.1.1 <i>Bearing</i>	II-1
II.1.2 <i>Bearing Steels Standar</i>	II-2
II.1.3 <i>Presstool</i>	II-3
II.1.4 Perhitungan pada <i>presstool</i>	II-9
II.1.5 <i>Optical Emission Spectroscopy (OES)</i> [18].....	II-21
II.1.6 <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> [19]	II-21
II.1.7 Struktur Mikro	II-22
II.1.8 Uji Kekerasan Metode <i>Vickers</i>	II-23
II.1.9 Kurva S-N / Wöhler.....	II-25
II.1.10 Toleransi Suaian	II-26
II.1.11 Metode Perancangan VDI 2222.....	II-28
II.1.12 Metode Penilaian VDI 2225	II-29
II.1.13 Metode ISO 14006:2020.....	II-30
II.2 Tinjauan Alat	II-30

II.2.1	Mesin Press AIDA DSF-C1-1100A	II-30
II.2.2	Alat <i>Spectrometer</i> ARL 3460	II-30
II.2.3	Alat Uji Kekerasan.....	II-31
II.3	Studi Penelitian Terdahulu.....	II-31
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH		III-1
III.1	Identifikasi Material.....	III-3
III.1.1	SKD 11	III-3
III.1.2	Limbah <i>Bearing</i> (AISI 52100).....	III-5
III.2	Perbandingan Material	III-10
III.3	Dampak lingkungan.....	III-11
III.4	Keunggulan dan Keterbatasan Material.....	III-12
III.5	Merencana.....	III-12
III.5.1	Identifikasi Masalah.....	III-12
III.5.2	Pengumpulan data.....	III-13
III.5.3	Parameter Perancangan.....	III-16
III.6	Mengonsep.....	III-16
III.6.1	Konsep Rancangan	III-16
III.7	Merancang.....	III-30
III.7.1	Perhitungan Awal	III-30
III.7.2	Melengkapi Konstruksi (<i>Draft Awal</i>).....	III-39
III.7.3	Perhitungan Kontrol.....	III-39
III.7.4	Luaran perhitungan kontrol rancangan.....	III-43
III.8	Merealisasikan	III-43
III.8.1	Proses Pemesinan <i>insert dies</i>	III-43
III.8.2	Proses Perakitan.....	III-46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-10
IV.1	Analisis <i>Life Time Die</i>	IV-10
IV.2	Menguji Kinerja <i>Insert Dies</i>	IV-5
IV.3	Analisis Hasil Pemotongan.....	IV-6
IV.3.1	Analisis Dimensi Produk	IV-6
IV.3.2	Analisis <i>Burr</i> Hasil Potongan	IV-11
IV.4	Evaluasi.....	IV-10
BAB V PENUTUP.....		V-1
V.1	Kesimpulan	V-1
V.2	Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA		xvii

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Komposisi standar <i>bearing steel</i> [11].....	II-2
Tabel II.2 <i>Absolute values for m and n</i> [15].....	II-10
Tabel II.3 Presentase <i>clearance</i> terhadap ketebalan material [15]	II-11
Tabel II.4 Pemilihan Persentase Contoh soal 1.....	II-12
Tabel II.5 Pemilihan Persentase Contoh soal 2.....	II-13
Tabel II.6 Ketinggian Alur <i>Fix stripper</i> [15]	II-13
Tabel II.7 Gaya <i>stripper</i> [6]	II-16
Tabel II.8 Standar Skala Kekerasan dan <i>Test Forces</i> [20].....	II-25
Tabel II.9 Pemilihan Toleransi Suaian.....	II-26
Tabel II.10 Kisar penilaian.....	II-30
Tabel II.11 Penelitian terdahulu.....	II-31
Tabel III.1 Komposisi material SKD 11 [22]	III-3
Tabel III.2 <i>Mechanical Propeties</i> SKD 11	III-4
Tabel III.3 Komposisi kimia AISI 52100 hasil pengujian	III-6
Tabel III.4 Tabel ukuran hasil uji vickers	III-7
Tabel III.5 Tabel luas penampang lekukan.....	III-7
Tabel III.6 Hasil Pengujian Kekerasan Metode <i>Vickers</i>	III-7
Tabel III.7 Tabel perbandingan material SKD 11 dan AISI 52100	III-10
Tabel III.8 Parameter Perancangan	III-16
Tabel III.9 Penentuan Panjang dan Jarak pada Strip Material	III-18
Tabel III.10 Perhitungan <i>Layout</i> Alternatif Pemotongan 1.....	III-19
Tabel III.11 Perhitungan <i>Layout</i> Pemotongan Alternatif 2.....	III-20
Tabel III.12 Perhitungan <i>Layout</i> Pemotongan Alternatif 3.....	III-22
Tabel III.13 Data perbandingan alternatif <i>layout strip material</i>	III-23
Tabel III.14 Penilaian alternatif <i>layout strip material</i>	III-24
Tabel III.15 Data perbandingan alternatif konstruksi <i>stripper</i>	III-25
Tabel III.16 Penilaian alternatif konstruksi <i>stripper</i>	III-26
Tabel III.17 Penilaian alternatif konstruksi <i>punch</i>	III-28
Tabel III.18 Penilaian alternatif konstruksi <i>holder dies</i> dan <i>rail</i>	III-29
Tabel III.19 Perhitungan <i>Clearance</i>	III-30
Tabel III.20 Ukuran <i>punch</i> yang dikurangi <i>clearance</i>	III-31

Tabel III.21 Penentuan Ketinggian Alur.....	III-32
Tabel III.22 Perhitungan Penetrasi Pemotongan [6].....	III-33
Tabel III.23 Perhitungan gaya pemotongan.....	III-34
Tabel III.24 Perhitungan titik berat.....	III-37
Tabel III.25 Tabel Perhitungan Kontrol <i>Buckling</i>	III-40
Tabel III.26 Perhitungan Luas Permuakaan dan Tekanan Permukaan	III-42
Tabel III.27 Hasil Pengukuran <i>Bearing</i>	III-44
Tabel III.28 Harga Toleransi Suaian Untuk Poros dan Lubang.....	III-44
Tabel III.29 Tabel <i>Operation plan</i> proses pembuatan <i>insert dies</i>	III-45
Tabel III.30 Estimasi Harga Proses Pembuatan <i>Insert dies</i>	III-46
Tabel IV.1 SN Curves untuk material SKD 11 <i>dies</i> misumi	IV-2
Tabel IV.2 Curves untuk material Limbah <i>Bearing</i>	IV-2
Tabel IV.3 Konvergensi Simulasi.....	IV-4
Tabel IV.4 Hasil Simulasi Solidwork	IV-5
Tabel IV.5 Ukuran Sampel	IV-7
Tabel V.1 Keterpenuhan Parameter Perancangan.....	V-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Bagian-bagian <i>bearing</i>	II-1
Gambar II.2 Produk proses <i>blanking</i>	II-3
Gambar II.3 <i>Single tool</i>	II-5
Gambar II.4 <i>Compound tool</i>	II-5
Gambar II.5 <i>Group tool</i>	II-6
Gambar II.6 <i>Progressive tool</i>	II-6
Gambar II.7 Komponen <i>press tool</i>	II-7
Gambar II.8 <i>Burr</i> pada Sisi Potong Produk [14].....	II-9
Gambar II.9 <i>Material economy in blank layout</i> [15]	II-10
Gambar II.10 Ilustrasi <i>Fix stripper</i>	II-14
Gambar II.11 Penetrasi Pemotongan.....	II-14
Gambar II.12 Penetrasi <i>Dies</i>	II-14
Gambar II.13 Presentase kedalaman penembusan [6]	II-15
Gambar II.14 Tebal Bibir Potong	II-15
Gambar II.15 Kondisi gaya yang bekerja pada <i>punch</i> [15].	II-18
Gambar II.16 Gaya Yang Terjadi Pada Proses Pemotongan	II-20
Gambar II.17 <i>Electromagnetic Radiation Spectrum</i>	II-21
Gambar II.18 Kurva S-N.....	II-26
Gambar II.19 <i>Flow Chart</i> Metodologi VDI 2222	II-28
Gambar III.1 Metodologi ISO 14006:2020.....	III-1
Gambar III.2 Metodologi Perancangan VDI 2222.....	III-2
Gambar III.3 Struktur material SKD 11 perbesaran 500x [23].....	III-4
Gambar III.4 Diagram SN Material SKD 11 [25]	III-5
Gambar III.5 Sampel Pengujian Komposisi Material	III-6
Gambar III.6 Struktur material AISI 52100 perbesaran 100 x.....	III-8
Gambar III.7 Hasil Pengujian SEM	III-9
Gambar III.8 Kurva S-N Material AISI 52100 [30]	III-10
Gambar III.9 <i>Die Set 1</i>	III-14
Gambar III.10 <i>Die Set 2</i>	III-15
Gambar III.11 <i>Die Set 3</i>	III-15
Gambar III.12 Pandangan depan <i>die set</i> yang terpilih	III-17

Gambar III.13 Pandangan atas bukaan bawah <i>die set</i> terpilih	III-17
Gambar III.14 <i>Layout</i> pemotongan alternatif 1	III-18
Gambar III.15 <i>Layout</i> proses alternatif 2	III-20
Gambar III.16 <i>Layout</i> pemotongan alternatif 3	III-22
Gambar III.17 Alternatif Konstruksi <i>Stripper</i> 1	III-25
Gambar III.18 Alternatif Konstruksi <i>Stripper</i> 2	III-25
Gambar III.19 Alternatif Konstruksi <i>Punch</i> 1	III-27
Gambar III.20 Alternatif Konstruksi <i>Punch</i> 2	III-27
Gambar III.21 Alternatif Konstruksi <i>Holder dies</i> dan <i>Rail</i> 1	III-29
Gambar III.22 Alternatif Konstruksi <i>Holder dies</i> dan <i>Rail</i> 2	III-29
Gambar III.23 Penentuan Persentase Penetrasi Pemotongan	III-32
Gambar III.24 Spesifikasi mesin <i>press merk</i> Word Press	III-36
Gambar III.25 Posisi pemotongan	III-37
Gambar III.26 Gambar <i>draft</i> rancangan <i>Blanking Tool</i> sampel <i>dies bearing</i>	III-39
Gambar III.27 Koefisien panjang efektif	III-40
Gambar III.28 Fenomena <i>buckling</i> pada <i>punch blanking</i>	III-40
Gambar III.29 Perakitan Bukaan Bawah Tahap 1	III-47
Gambar III.30 Perakitan Bukaan Bawah Tahap 2	III-48
Gambar III.31 Perakitan Bukaan Atas Tahap 1	III-49
Gambar III.32 Perakitan Bukaan Atas Tahap 2	III-50
Gambar IV.1 Model Limbah <i>Bearing</i>	IV-10
Gambar IV.2 Model <i>Dies</i> Misumi	IV-10
Gambar IV.3 Gaya dan Fixture Limbah <i>Bearing</i>	IV-1
Gambar IV.4 Gaya dan Fixture <i>Dies</i> Misumi	IV-1
Gambar IV.5 <i>Mesh</i> Limbah <i>Bearing</i>	IV-1
Gambar IV.6 <i>Mesh Dies</i> Misumi	IV-1
Gambar IV.7 Simulasi <i>Shear Stress</i> Limbah <i>Bearing</i>	IV-2
Gambar IV.8 Simulasi <i>Factor of Safety</i> Limbah <i>Bearing</i>	IV-2
Gambar IV.9 Simulasi <i>Life</i> Limbah <i>Bearing</i>	IV-2
Gambar IV.10 Simulasi <i>Shear Stress Dies</i> Misumi	IV-3
Gambar IV.11 Simulasi <i>Factor of Safety Dies</i> Misumi	IV-3
Gambar IV.12 Simulasi <i>Life Dies</i> Misumi	IV-4

Gambar IV.13 <i>Presstool</i> yang telah direalisasikan	IV-5
Gambar IV.14 <i>Setting Clearance</i> Dengan Memotong Kertas	IV-6
Gambar IV.15 <i>Setting Presstool</i>	IV-6
Gambar IV.16 Diagram Kontrol Ukuran Rata-Rata AISI 52100 Ø12.....	IV-7
Gambar IV.17 Diagram Kontrol Ukuran Rata-Rata AISI 52100 Ø17.....	IV-8
Gambar IV.18 Diagram Kontrol Ukuran Rata-Rata AISI 52100 Ø20.....	IV-9
Gambar IV.19 Diagram Kontrol Ukuran Rata-Rata SKD 11 Ø12	IV-9
Gambar IV.20 Diagram Kontrol Ukuran Rata-Rata SKD 11 Ø17	IV-10
Gambar IV.21 Diagram Kontrol Ukuran Rata-Rata SKD 11 Ø20	IV-10
Gambar IV.22 Tinggi <i>Burr</i> Pemotongan Ø12 ke 1~50 Perbesaran 15 x (kiri) 100 x (kanan).....	IV-11
Gambar IV.23 Tinggi <i>Burr</i> Pemotongan Ø12 ke 51~100 Perbesaran 15 x (kiri) 100 x (kanan).....	IV-11
Gambar IV.24 Tinggi <i>Burr</i> Pemotongan Ø12 ke 101~150 Perbesaran 15 x (kiri) 100 x (kanan).....	IV-12
Gambar IV.13 Diagram Tinggi <i>Burr</i> Ø12	IV-12
Gambar IV.14 Tinggi <i>Burr</i> Pemotongan Ø17 ke 1~50 Perbesaran 15 x (kiri) 100 x (kanan).....	IV-2
Gambar IV.15 Tinggi <i>Burr</i> Pemotongan Ø17 ke 51~100 Perbesaran 15 x (kiri) 100 x (kanan).....	IV-2
Gambar IV.16 Tinggi <i>Burr</i> Pemotongan Ø17 ke 101~150 Perbesaran 15 x (kiri) 100 x (kanan).....	IV-2
Gambar IV.17 Diagram Tinggi <i>Burr</i> Ø17	IV-1
Gambar IV.18 Tinggi <i>Burr</i> Pemotongan Ø20 ke 1~50 Perbesaran 15 x (kiri) 100 x (kanan).....	IV-1
Gambar IV.19 Tinggi <i>Burr</i> Pemotongan Ø20 ke 51~100 Perbesaran 15 x (kiri) 100 x (kanan).....	IV-2
Gambar IV.20 Tinggi <i>Burr</i> Pemotongan Ø20 ke 101~150 Perbesaran 15 x (kiri) 100 x (kanan).....	IV-2
Gambar IV.21 Diagram Tinggi <i>Burr</i> Ø20	IV-2
Gambar IV.22 Diagram Tinggi <i>Burr</i>	IV-10

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Biodata Penulis
Lampiran II	Gambar kerja
Lampiran III	Komponen standar dan spesifikasi mesin
Lampiran IV	Pengolahan data dan hasil pengujian
Lampiran V	Aspek penilaian

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

A_{Strip}	= Luas <i>Strip</i> material	(mm)
A_{Tot}	= Luas produk	(mm)
C	= <i>Working faktor</i>	(%)
s	= Tebal material	(mm)
U_C	= Besar <i>clearance</i> persisi berdasarkan persentase	(mm)
P	= Tinggi penetrasi <i>dies</i>	(mm)
h	= Tinggi bibir potong	(mm)
$F_{Cutting}$	= Gaya potong	(N)
R_m	= <i>Resistance maximum</i> material	(N/mm ²)
U	= Keliling potong	(mm)
n	= Jumlah pemotongan	
d	= Diameter lingkaran	(mm)
$F_{total\ tool}$	= Gaya total <i>tool</i>	(N)
$F_{forming}$	= Gaya <i>forming</i>	(N)
$F_{cutting}$	= Gaya <i>cutting</i>	(N)
$F_{stripper}$	= Gaya <i>Stripper</i>	(N)
$F_{mesin\ min}$	= kapasitas minimal	(ton)
$\sum L$	= Total panjang sisi potong ke-n	(mm)
$\sum L \times X$	= Total $L \times X$	(mm)
$\sum L \times Y$	= Total $L \times Y$	(mm)
X	= Posisi kordinat titik berat sumbu X	(mm)
Y	= Posisi kordinat titik berat sumbu Y	(mm)
L_e	= Panjang efektif	(mm)
K	= Koefisien Panjang efektif	
l	= Panjang <i>punch</i>	(mm)
I_{punch}	= Momen inersia	(mm ⁴)
d_{punch}	= Diameter <i>punch</i>	(mm)
F_{cr}	= Gaya kritis	(N)
E	= Modulus Elastisitas material	(N/mm ²)
σ_d	= <i>Compression stress</i>	(N/mm ²)

$F_{Cutting}$	= Gaya Potong	(N)
A_{punch}	= Luas penampang <i>punch</i>	(mm ⁴)
F_b	= Gaya bengkok	(N)
l	= Jarak gaya bengkok	(mm)
W_b	= Momen tahanan	(mm ³)
pA	= Tekanan permukaan	(N/mm ²)
$F_{CuttingTot}$	= Gaya potong	(N)
A_k	= Luas penampang kepala <i>punch</i>	(mm ²)
pA_{izin}	= Tekanan permukaan izin	(N/mm ²)
Rm_{potong}	= <i>Resistance maximum</i> material potong	(N/mm ²)
k	= koefisien <i>clearance</i>	
U_{cl}	= Besar <i>clearance</i> persisi berdasarkan teoritis	(mm)

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sebuah riset memprediksi bahwa pertumbuhan industri *stamping* di dunia akan meningkat sebesar 4,3% dari tahun 2021 hingga 2028 [1]. Hal ini didasarkan pada pertumbuhan industri *stamping* yang tersegmentasi atas dasar proses (*blanking, embossing, bending, conning, dan flanging*), material (*steel, aluminium, copper, dan lainnya*), penggunaannya (*automotif, konstruksi, industri pemesinan, elektronik, aerospace, telekomunikasi, bangunan, dan lain-lain*), dan geografi penggunaan (*Asia, Afrika, Eropa, Amerika Utara, Amerika Latin, dan Australia*).

Berdasarkan pertumbuhan industri *stamping* yang terus meningkat, maka semakin banyak kebutuhan *presstool* yang dibutuhkan dalam proses pembentukan produk. *Insert dies* merupakan salah satu komponen penting pada *presstool* dan material yang sering digunakan dalam pembuatannya merupakan SKD 11. Saat pandemi Covid-19 melanda, *global supply chains* menjadi terganggu yang menyebabkan *supply chains* mereka mengalami penangguhan dan mempengaruhi perusahaan di seluruh dunia [2]. Dengan demikian, harga dari material SKD 11 naik yang sebelumnya berkisar Rp 80.000,00 sampai dengan Rp 90.000,00 perkilogram menjadi Rp 120.000,00 perkilogram [3]. Hal ini tentunya merugikan bagi industri *tool maker* sebagai konsumen utama. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan alternatif pengganti material utama untuk pembuatan *insert dies*.

Dilain sisi sebuah riset memprediksi bahwa pertumbuhan pasar *bearing* untuk otomotif akan meningkat sebesar 4% dari tahun 2023 hingga 2030 [4]. Meningkatnya kebutuhan *bearing* di industri otomotif sebagai kebutuhan perawatan rutin maka akan meningkatkan juga jumlah *bearing* yang akan terbuang dan tidak terpakai lagi. Dilihat dari potensi limbah *bearing* yang tinggi dan kurangnya pemanfaatan yang maksimal, diharapkan limbah *bearing* dapat di manfaatkan dengan baik. Dalam situasi ini, limbah *bearing* akan dimanfaatkan sebagai alternatif material pengganti. Bentuk lingkaran juga banyak diaplikasikan pada produk-produk hasil *stamping* diantaranya pelat ring, komponen pada pompa air, produk-produk proses *drawing* dan lain-lain. Selain itu limbah

bearing ini telah dimanfaatkan sebagai material pembuatan alat potong seperti pisau potong, pahat, dan pisau dodos [5]. Selain sebagai alat potong limbah *bearing* juga dimanfaatkan sebagai alat bending atau roda alat bantu pemindah barang, selain itu limbah *bearing* dilebur kembali untuk dijadikan material baru.

Terdapat 3 aspek yang menyebabkan limbah *bearing* terpilih menjadi material pengganti yaitu aspek teknis, aspek ekonomi dan aspek lingkungan. Secara teknis, material yang umum digunakan untuk pembuatan *bearing* merupakan AISI 52100. AISI 52100 memiliki komposisi karbon tinggi dengan kandungan kromium. Sehingga jika *bearing* menggunakan metode pemrosesan dan *heat treatment* yang terkontrol, material akan memiliki kekuatan yang tinggi untuk menahan retak dan memiliki permukaan yang keras dengan kekerasan 56-60 HRC yang dimana kekerasan tersebut merupakan daerah kerja dari *insert dies* dengan material SKD 11 [6]. Limbah *bearing* dipasaran sangat terjangkau tergantung pada besar kecilnya ukuran dengan biaya pemrosesan yang terbilang cukup murah.

Dalam dunia lingkungan global terdapat masalah utama yaitu lingkungan dan sumber daya. Lingkungan merupakan salah satu komponen yang sangat penting, dengan perubahan kondisi lingkungan di bumi dapat menyebabkan ketidakseimbangan bumi. Sekitar 80% pencemaran lingkungan dari suatu produk ditentukan oleh langkah desain [7]. Penerapan *ecodesign* sekarang dianggap sebagai salah satu metode yang efektif untuk mengurangi pencemaran lingkungan [8]. Langkah ini harus dimulai untuk mengoptimalkan sistem produksi dengan emisi karbon rendah dan sumber daur ulang yang diadopsi untuk mencapai pengurangan CO₂ [9].

Namun, perlu dilakukan penelitian dan pengujian lebih lanjut untuk memastikan bahwa limbah *bearing* memenuhi persyaratan teknis dan kualitas yang diperlukan untuk pengaplikasiannya sebagai *insert dies*. Solusi permasalahan tersebut adalah melakukan karakterisasi material *bearing* membuat alat uji berupa *presstool* untuk mengetahui kualitas produk hasil pemotongan dengan menggunakan *die* dari limbah *bearing* kemudian, menganalisis persentase penghematan penggunaan *die* dari limbah *bearing* dan perbandingan jumlah produk yang dihasilkan. Dalam perancangan, pembuatan, dan pengujian alat uji

menggunakan metode VDI 2222 dan ISO 14006:2020. Sehingga hasil pengujian tersebut dapat memastikan bahwa limbah *bearing* dapat diaplikasikan sebagai *insert dies*.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana komposisi dan karakteristik material limbah *bearing*?
2. Apakah dapat limbah *bearing* dijadikan material alternatif untuk pengganti material SKD 11?
3. Bagaimana rancangan konstruksi *presstool* dengan menggunakan material limbah *bearing* sebagai *insert dies*?
4. Berapa persentase penghematan biaya jika pengaplikasian limbah *bearing* sebagai *insert dies* dilakukan?
5. Bagaimana kualitas sisi potong yang dihasilkan dari pemotongan dengan menggunakan *die* berbahan limbah *bearing*?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Penelitian menggunakan sampel limbah *bearing* berjenis *ball bearing* dan produk berbentuk lingkaran.
2. Data berupa komposisi dan karakteristik material limbah *bearing*.
3. Rancangan konstruksi dan rancang bangun *presstool* dengan material limbah *bearing* sebagai *insert dies*.
4. Parameter perbandingan material limbah *bearing* dengan material SKD 11.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pembuatan penelitian untuk perumusan masalah di atas adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui data komposisi dan karakteristik material limbah *bearing*.
2. Menghasilkan rancangan konstruksi dan rancang bangun *presstool* dengan menggunakan material limbah *bearing* sebagai alat uji proses *circular blanking* dengan *insert die* berbahan limbah *bearing*.

3. Mengetahui kualitas, umur pakai dan kelayakan limbah *bearing* sebagai material alternatif *insert dies* pengganti SKD 11.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan keilmuan baru pada dunia pendidikan di bidang manufaktur mengenai pengembangan teknologi dan metode produksi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Selain itu, dapat berkontribusi dalam industri *tool maker* menengah kebawah, khususnya pembuatan komponen *insert dies* yang dapat memberikan manfaat dalam hal biaya, ketersediaan material, dan dampak lingkungan yang lebih rendah.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi simulasi yang menggunakan aplikasi Solidwork dan analisis yang dilakukan.

BAB V PENUTUP, Berisi kesimpulan dan saran.