



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS PENGARUH *CLEARANCE*, *RADIUS PUNCH* DAN KEKERASAN MATERIAL TERHADAP KETINGGIAN *BURR* PADA PROSES *BLANKING*

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Achmad Adfa Alfiansyah

NIM. 2202411036

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS PENGARUH *CLEARANCE*, *RADIUS PUNCH* DAN KEKERASAN MATERIAL TERHADAP KETINGGIAN *BURR* PADA PROSES *BLANKING*

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:
Achmad Adfa Alfiansyah
NIM. 2202411036

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



“Karya sederhana ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua, keluarga serta semua orang yang senantiasa hadir dengan doa, dukungan dan kepercayaan.

Terima kasih atas setiap doa yang tak pernah putus, setiap dukungan yang tulus, serta setiap pengorbanan dan kebaikan yang menjadi kekuatan bagi penulis dalam menjalani setiap proses hingga karya ini dapat terwujud.”



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN SKRIPSI**

**ANALISIS PENGARUH *CLEARANCE*, *RADIUS PUNCH* DAN
KEKERASAN MATERIAL TERHADAP KETINGGIAN *BURR* PADA
PROSES *BLANKING***

Oleh:

Achmad Adfa Alfiansyah

NIM. 2202411036

Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Laporan Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Drs. Nugroho Eko Setijogiarto, Dipl.Ing., M.T.
NIP. 196512131992031001

Pembimbing 2

Dhiya Luqyana, S.Tr.T., M.T.
NIP. 199809212024062001

**Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur**

Radhi Maladzi, S.T., M.T.
NIP. 199307282024061001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH *CLEARANCE*, *RADIUS PUNCH* DAN
KEKERASAN MATERIAL TERHADAP KETINGGIAN *BURR* PADA
PROSES *BLANKING*

Oleh:

Achmad Adfa Alfiansyah

NIM. 2202411036

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 16 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Manufaktur Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Drs. Nugroho Eko Setijogiarto, Dipl. Ing., M.T. NIP. 196512131992031001	Ketua		21/7-2024
2.	Dr., Vika Rizkia, S.T., M.T. NIP. 198608302009122001	Anggota		21/7-2024
3.	Marwah Masrurroh, S.Si., M.Sc. NIP. 199411022023212037	Anggota		21/7-2026

Depok, 16 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.
NIP. 197602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Adfa Alfiansyah

NIM : 2202411036

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya.

Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 15 Juli 2026



Achmad Adfa Alfiansyah

NIM. 2202411036



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS PENGARUH *CLEARANCE*, *RADIUS PUNCH* DAN KEKERASAN MATERIAL TERHADAP KETINGGIAN *BURR* PADA PROSES *BLANKING*

Achmad Adfa Alfiansyah¹⁾, Nugroho Eko Setijogiarto²⁾ dan Dhiya Luqyana¹⁾

¹⁾ Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

²⁾ Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: achmad.adfa.alfiansyah.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Proses *blanking* merupakan salah satu proses pembentukan logam lembaran yang banyak digunakan dalam industri manufaktur. Salah satu permasalahan utama pada proses ini adalah terbentuknya *burr* pada tepi hasil pemotongan yang dapat menurunkan kualitas produk dan meningkatkan kebutuhan proses lanjutan berupa *deburring*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *clearance*, *radius punch* dan kekerasan material produk terhadap ketinggian *burr* sebagai upaya meminimalisir pembentukan *burr* pada proses *blanking* komponen gantungan kunci menggunakan metode *Finite Element Method* (FEM) pada perangkat lunak Abaqus 2022. Penelitian dilakukan menggunakan *Design of Experiment* (DOE) *Full Factorial* 3³ dengan dua kali replikasi pada setiap kombinasi perlakuan dan dianalisis menggunakan *three-way Analysis of Variance* (ANOVA). Hasil analisis menunjukkan bahwa model penelitian signifikan dengan nilai *P-Value* sebesar 0,000. Faktor *clearance*, *radius punch*, dan kekerasan material, serta seluruh interaksi dua faktor dan interaksi tiga faktor memiliki nilai *P-Value* kurang dari 0,05, sehingga berpengaruh signifikan terhadap ketinggian *burr*. Peningkatan nilai *clearance*, *radius punch* dan kekerasan material cenderung meningkatkan ketinggian *burr*. Kombinasi parameter yang menghasilkan ketinggian *burr* paling rendah diperoleh pada *clearance* 8% (0,16 mm), *radius punch* 0 mm dan kekerasan material produk 60 HB dengan rata-rata ketinggian *burr* sebesar 0,1201 mm.

Kata Kunci: *Blanking*, *Clearance*, *Burr*, *Finite Element Method*, ANOVA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS PENGARUH *CLEARANCE*, *RADIUS PUNCH* DAN KEKERASAN MATERIAL TERHADAP KETINGGIAN *BURR* PADA PROSES *BLANKING*

Achmad Adfa Alfiansyah¹⁾, Nugroho Eko Setijogiarto²⁾ dan Dhiya Luqyana¹⁾

¹⁾ Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

²⁾ Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: achmad.adfa.alfiansyah.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRACT

Blanking is one of the most widely used sheet metal forming processes in the manufacturing industry. One of the major issues in this process is the formation of burrs along the cut edge, which can reduce product quality and increase the need for secondary deburring operations. This study aims to analyze the effects of clearance, punch radius, and material hardness on burr height to minimize burr formation during the blanking process of a keychain component using the Finite Element Method (FEM) in Abaqus 2022. The study employed a 3³ Full Factorial Design of Experiment (DOE) with two replications for each treatment combination. The experimental data were analyzed using three-way Analysis of Variance (ANOVA). The results showed that the proposed model was statistically significant with a P-value of 0.000. The factors of clearance, punch radius, and material hardness, as well as all two-factor and three-factor interaction effects, had P-values below 0.05, indicating a significant influence on burr height. Increasing the clearance, punch radius, and material hardness generally led to higher burr heights. The lowest burr height was achieved with a clearance of 8% (0.16 mm), a punch radius of 0 mm, and a material hardness of 60 HB, resulting in an average burr height of 0.1201 mm.

Keywords: *Blanking, Clearance, Burr, Finite Element Method, ANOVA*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh *Clearance*, *Radius punch* dan Kekerasan Material terhadap Ketinggian *Burr* pada Proses *Blanking*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan dukungan dan fasilitas sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Radhi Maladzi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan arahan dan dukungan selama pelaksanaan serta penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Drs. Nugroho Eko Setijogiarto, Dipl.Ing., M.T. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu Dhiya Luqyana, S.Tr.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Kedua orang tua dan kakak penulis yang telah memberikan doa dan dukungan moral maupun materil kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Fio dan Khafidz, terima kasih telah menjadi rekan seperjuangan yang menghabiskan lebih banyak waktu untuk revisi desain daripada nulis skripsinya.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7. Rafiel, terima kasih teman yang telah banyak membantu selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas tenaga, tempat dan waktu hingga banyak ide yang sangat membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Rekan-rekan Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang manufaktur.

Depok, 30 Juni 2026

Achmad Adfa Alfiansyah

NIM. 2202411036

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Pertanyaan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Manfaat Bagi Mahasiswa	5
1.5.2 Manfaat Bagi Politeknik Negeri Jakarta	5
1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Landasan Teori	7
2.1.1 Proses <i>Blanking</i>	7
2.1.2 <i>Punch</i> dan Die	8
2.1.3 Clearance.....	15
2.1.4 Material Aluminium	16
2.1.5 <i>Burr</i>	22
2.1.6 <i>Finite Element Method</i> (FEM).....	24
2.1.7 <i>Profile Projector</i>	24



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.8	<i>Design of Experiment (DOE)</i>	25
2.1.9	<i>Main Effect Plot</i>	27
2.1.10	Analisis Varians (ANOVA)	28
2.2	Kajian Literatur	30
2.3	Kerangka Pemikiran	37
2.4	Hipotesis	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		39
3.1	Jenis Penelitian	39
3.2	Objek Penelitian	40
3.3	Metode Pengambilan Sampel	40
3.4	Tahapan Penelitian	42
3.5	Penjelasan Tahapan Penelitian	44
3.5.1	Identifikasi Masalah	44
3.5.2	Studi Literatur	44
3.5.3	Rancangan Desain Faktorial Penuh 3^3	44
3.5.4	Perancangan <i>Punch</i>	44
3.5.5	Simulasi <i>Finite Element Method</i> (FEM)	45
3.5.6	Mengumpulkan Data Hasil Simulasi <i>Finite Element Method</i> (FEM)	48
3.5.7	Analisis Hasil Simulasi <i>Finite Element Method</i> (FEM)	50
3.5.8	Uji Analisis Varians (ANOVA)	50
3.5.9	Pembuatan <i>Punch</i> Berdasarkan Kombinasi Parameter Terbaik	50
3.5.10	Persiapan Alat dan Bahan Tahap Eksperimen	51
3.5.11	Proses <i>Blanking</i>	53
3.5.12	Pengukuran <i>Burr</i>	54
3.5.13	Kesimpulan dan Saran	54
3.6	Jenis dan Sumber Data Penelitian	54
3.6.1	Jenis Data Penelitian	54
3.6.2	Sumber Data Penelitian	55
3.7	Metode Pengumpulan Data Penelitian	55
3.8	Metode Analisis Data	55



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	57
4.1 Rancangan Percobaan <i>Full Factorial 3³</i>	57
4.2 Perancangan <i>Punch</i>	58
4.2.1 Perhitungan Keliling Produk.....	58
4.2.2 Perhitungan Gaya Pemotongan.....	61
4.2.3 Panjang Maksimum <i>Punch</i>	62
4.3 Hasil Desain <i>Punch</i>	72
4.4 Hasil Simulasi FEM	74
4.5 <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA)	78
4.6 Proses Manufaktur <i>Punch</i>	80
4.6.1 Desain <i>Punch</i>	81
4.6.2 Spesifikasi <i>Punch</i> , CNC Milling dan <i>Endmill</i>	81
4.6.3 Perhitungan Parameter CNC Milling	83
4.7 Perbandingan Hasil Simulasi FEM dan Eksperimen	85
BAB V PENUTUP.....	87
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA.....	89
LAMPIRAN.....	93



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Material SKD11	13
Tabel 2.2 <i>Mechanical properties</i> Material SKD11	13
Tabel 2.3 Komposisi kimia material AA5052.....	17
Tabel 2.4 <i>Mechanical properties</i> Material AA5052-H32	18
Tabel 2.5 <i>Mechanical properties</i> Material AA5052-H34	18
Tabel 2.6 <i>Johnson-Cook Plasticity Model</i> material AA5052-H32.....	19
Tabel 2.7 <i>Johnson-Cook Plasticity Model</i> material AA5052-H34.....	19
Tabel 2.8 <i>Johnson-Cook Damage Model</i> material AA5052-H32	20
Tabel 2.9 <i>Johnson-Cook Damage Model</i> material AA5052-H34	20
Tabel 2.10 Komposisi kimia material AA6061.....	20
Tabel 2.11 <i>Mechanical properties</i> Material AA6061-T6	21
Tabel 2.12 <i>Johnson-Cook Plasticity Model</i> Material AA6061-T6.....	21
Tabel 2.13 <i>Johnson-Cook Damage Model</i> material AA6061-T6.....	21
Tabel 2.14 Klasifikasi Tingkat <i>Burr</i>	22
Tabel 2.15 Matriks <i>Full Factorial Design</i> (3^3)	26
Tabel 2.16 Kajian Literatur	31
Tabel 3.1 Faktor dan Level Percobaan.....	41
Tabel 4.1 Rancangan Percobaan DOE <i>Full Factorial</i> 3^3	57
Tabel 4.2 Perhitungan panjang masing-masing segmen	60
Tabel 4.3 Perhitungan momen inersia penampang terhadap sumbu x	64
Tabel 4.4 Perhitungan momen inersia penampang terhadap sumbu y	68
Tabel 4.5 Kombinasi Variasi <i>Clearance</i> Dan <i>Radius punch</i>	73
Tabel 4.6 Hasil Simulasi FEM Berdasarkan Ketinggian <i>Burr</i>	75
Tabel 4.7 Hasil ANOVA.....	79
Tabel 4. 8 Detail spesifikasi material <i>punch</i>	81
Tabel 4. 9 Spesifikasi mesin CNC milling	82
Tabel 4.10 Spesifikasi <i>endmill cutter</i>	82
Tabel 4.11 Parameter pemotongan berdasarkan katalog <i>endmill cutter</i>	83
Tabel 4.12 Hasil pengukuran ketinggian <i>burr</i> menggunakan <i>Profile Projector</i> ...	85

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses <i>Blanking</i>	8
Gambar 2.2 <i>Clearance Punch</i> dan Die Plate Proses <i>Blanking</i>	16
Gambar 2.3 Profil Penampang Hasil Potongan.....	23
Gambar 2.4 <i>Profile Projector</i>	25
Gambar 2.5 Contoh Grafik <i>Main Effect Plot</i>	28
Gambar 2.6 Kerangka Pemikiran Penelitian.....	37
Gambar 3.1 Produk Benda Kerja <i>Anodizing</i>	40
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	44
Gambar 3.3 Pemilihan Titik Referensi dan Titik Tertinggi <i>Burr</i>	49
Gambar 3.4 Mesin Press Hidrolik Kapasitas 10 Ton	52
Gambar 3.5 <i>Progressive Dies</i>	53
Gambar 3.6 Material Pelat AA5052-H32	53
Gambar 4.1 Jumlah Geometri Segmen Keliling Produk.....	59
Gambar 4.2 Penomoran Segmen Perhitungan Inersia Minimum.....	63
Gambar 4.3 Petunjuk Desain <i>Punch</i>	72
Gambar 4.5 <i>Main Effects Plot</i> Ketinggian <i>Burr</i>	77

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Drawing Desain <i>Punch</i> Kombinasi Terbaik	93
Lampiran 2. Proses Manufaktur <i>Punch</i> Menggunakan Mesin CNC.....	94
Lampiran 3. Proses <i>Blanking</i>	94
Lampiran 4. Sampel Hasil <i>Blanking</i>	95
Lampiran 5. Pengukuran Ketinggian <i>Burr</i> Menggunakan Profile Projector	95



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada sektor manufaktur di Indonesia yang berlangsung semakin pesat mendorong peningkatan kebutuhan akan proses produksi yang mampu menghasilkan produk berkualitas tinggi dengan tingkat presisi yang baik [1]. Proses *blanking* merupakan salah satu proses pembentukan logam lembaran (*sheet metal forming*) yang memiliki peranan sangat penting, dengan aplikasi luas pada industri pesawat terbang, otomotif, elektronik, hingga peralatan rumah tangga [2]. Dalam proses *blanking* material logam dipotong menggunakan *punch* dan die untuk menghasilkan produk dengan bentuk tertentu [3]. Luasnya penerapan proses *blanking* tersebut menuntut kualitas hasil produk yang baik. Namun, proses *blanking* seringkali diiringi oleh pembentukan *burr* di sepanjang tepi produk. *Burr* merupakan pembentukan material yang tidak diinginkan di luar batas tepi produk pada proses pemesian maupun pembentukan logam [4].

Pembentukan *burr* tersebut tampak sebagai tonjolan material pada tepi hasil pemotongan, yang keberadaannya dapat menurunkan kualitas produk sehingga berpotensi menambah kebutuhan proses lanjutan seperti finishing atau *deburring* [5]. Pembentukan *burr* pada proses *blanking* tidak dapat dihindari karena terjadi akibat deformasi plastis dan fraktur material selama proses pemotongan [6]. Meskipun demikian, tingkat *burr* yang terbentuk masih dapat diminimalkan dan dikendalikan melalui pengaturan parameter proses [7].

Berdasarkan penelitian terdahulu terkait *burr*, menyatakan parameter *clearance* memiliki pengaruh dominan terhadap pembentukan *burr* dibandingkan ketebalan pelat, dengan kontribusi sebesar 76,15% terhadap variasi ketinggian *burr* pada proses *blanking* material AA5754 [6]. Selain itu, *radius* ujung *punch* juga mempengaruhi kualitas tepi hasil *blanking*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Peningkatan *radius* pada ujung *punch* dapat menyebabkan terjadinya deformasi plastis yang lebih besar pada material sebelum proses pemotongan berlangsung, sehingga mempengaruhi besarnya *burr* yang terbentuk pada tepi hasil potongan [8]. Faktor lain yang mempengaruhi pembentukan *burr* adalah kekerasan material. Variasi tingkat kekerasan material dapat menghasilkan karakteristik deformasi dan mekanisme patahan yang berbeda selama proses *blanking*, sehingga mempengaruhi kualitas tepi potongan dan ketinggian *burr* yang dihasilkan [9]. Dengan demikian, pembentukan *burr* dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya *clearance* antara *punch* dan die, *radius* ujung *punch*, serta kekerasan material.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji parameter-parameter yang berkaitan dengan pembentukan *burr* pada proses *blanking*. Penelitian oleh Çavuşoğlu dan Gürün (2017) meneliti hubungan antara *clearance*, ketebalan pelat, ketinggian *burr* dan gaya *blanking* pada material AA5754 dengan metode eksperimen. Penelitian tersebut menggunakan variasi *clearance* dan ketebalan pelat untuk menganalisis ketinggian *burr* dan gaya *blanking* [6]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Onur Çavuşoğlu (2022) mengkaji pengaruh *clearance* dan *radius* ujung *punch* terhadap karakteristik hasil proses *blanking* pada lembaran stainless steel 304 menggunakan simulasi *Finite Element Analysis* [8]. Selain itu penelitian oleh Mat Nodi (2020) meneliti pengaruh kekerasan material dan *clearance* progressive die terhadap kualitas produk kunci melalui pendekatan eksperimental dengan fokus pada tinggi *burr* dan visual hasil potongan [9].

Penelitian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan *burr* pada proses *blanking* telah banyak dilakukan. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih meninjau parameter proses secara terpisah. Analisis yang mengkaji pengaruh parameter *clearance punch* dan die, *radius punch* dan kekerasan material secara bersamaan terhadap ketinggian *burr* pada proses *blanking* masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

bertujuan untuk mengetahui pengaruh parameter proses *clearance*, *radius punch* dan kekerasan material terhadap ketinggian *burr* menggunakan analisis statistik *Analysis of Variance* (ANOVA). Pemilihan metode ANOVA mengacu pada penelitian terdahulu yang menggunakan metode tersebut untuk mengevaluasi pengaruh parameter proses terhadap karakteristik hasil pemotongan pada proses *blanking*. Metode ANOVA dipilih karena mampu menganalisis tingkat signifikansi masing-masing faktor dan interaksi antar faktor berdasarkan nilai *P-Value*, sehingga dapat diketahui pengaruh nyata parameter proses terhadap ketinggian *burr* [10].

Penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan kombinasi parameter proses *clearance*, *radius punch* dan kekerasan material yang menghasilkan ketinggian *burr* paling rendah pada proses *blanking*. Pendekatan *Design of Experiment* (DOE) dengan rancangan *Full Factorial 3³* digunakan karena mampu mengevaluasi seluruh kombinasi level dari setiap faktor sehingga pengaruh masing-masing parameter dan interaksi antar parameter dapat dianalisis secara menyeluruh [11]. Selanjutnya, simulasi *Finite Element Method* (FEM) digunakan untuk memprediksi respons proses *blanking*, khususnya ketinggian *burr*, pada berbagai kombinasi parameter yang diuji. Penggunaan simulasi FEM dipilih karena dapat memberikan gambaran perilaku deformasi dan pembentukan *burr* secara numerik tanpa harus melakukan pengujian eksperimental pada seluruh kombinasi perlakuan yang membutuhkan waktu dan biaya lebih besar [12]. Hasil simulasi kemudian dibandingkan dengan pengujian eksperimen menggunakan kombinasi parameter terbaik sebagai proses validasi. Penerapan parameter tersebut difokuskan pada pembuatan produk gantungan kunci berbentuk kunci pas yang digunakan sebagai benda kerja praktikum anodizing.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Rumusan masalah dalam penelitian ini muncul akibat terjadinya pembentukan *burr* pada proses *blanking* yang dapat menurunkan kualitas tepi hasil pemotongan. *Burr* yang terbentuk sebagai akibat deformasi plastis



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dan fraktur material selama proses pemotongan berpotensi menambah kebutuhan proses lanjutan seperti *finishing* atau *deburring*. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, faktor *clearance*, *radius punch* dan kekerasan material diketahui memiliki pengaruh terhadap pembentukan *burr*, namun besarnya pengaruh masing-masing faktor tersebut serta kombinasi parameter yang menghasilkan ketinggian *burr* paling rendah masih perlu dianalisis secara kuantitatif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan kombinasi parameter proses *clearance*, *radius punch*, dan kekerasan material yang menghasilkan ketinggian *burr* paling rendah pada proses *blanking*, serta mengetahui pengaruh parameter proses tersebut terhadap ketinggian *burr*.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan diatas, maka pertanyaan penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh *clearance*, *radius punch* dan kekerasan material terhadap ketinggian *burr* pada proses *blanking*?
2. Bagaimana kombinasi *clearance*, *radius punch* dan kekerasan material yang menghasilkan ketinggian *burr* paling minimal pada proses *blanking*?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan penelitian yang telah diuraikan diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh *clearance*, *radius punch* dan kekerasan material terhadap ketinggian *burr* pada proses *blanking*.
2. Mengetahui kombinasi *clearance*, *radius punch* dan kekerasan material yang menghasilkan ketinggian *burr* paling minimal pada proses *blanking*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk berbagai pihak sebagai berikut:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5.1 Manfaat Bagi Mahasiswa

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa mengenai proses *blanking* serta kemampuan dalam menganalisis pengaruh parameter proses *blanking* yaitu *clearance*, *radius punch* dan kekerasan material terhadap ketinggian *burr* secara kuantitatif.

1.5.2 Manfaat Bagi Politeknik Negeri Jakarta

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi tambahan referensi akademik bagi Politeknik Negeri Jakarta untuk penelitian sejenis.

1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi secara tidak langsung bagi masyarakat melalui pengembangan pengetahuan mengenai proses *blanking* serta menjadi referensi dalam upaya perbaikan kualitas proses tersebut di masa mendatang.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun untuk memberikan gambaran alur pembahasan secara sistematis, sehingga memudahkan pembaca dalam memahami isi penelitian. Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang landasan teori yang mendukung penelitian serta uraian konsep-konsep teoritis yang relevan sebagai dasar analisis. Pada bab ini terdapat kajian teori mengenai proses *blanking* dan parameter-parameter yang mempengaruhi ketinggian *burr*.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bab ini berisi metode atau tahapan-tahapan yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan untuk penyelesaian masalah dari mulai pengumpulan hingga pengolahan data.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil penelitian yang diperoleh dari *simulasi Finite Element Method*, meliputi penyajian data hasil pengujian ketinggian *burr* serta hasil analisis terhadap pengaruh *clearance*, *radius punch*, dan kekerasan material. Pada bab ini juga dibahas hasil analisis untuk menentukan kombinasi parameter yang menghasilkan ketinggian *burr* paling minimal pada proses *blanking*.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan pembahasan, serta saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dari simulasi *Finite Element Method* (FEM) menggunakan perangkat lunak Abaqus 2022 serta analisis statistik menggunakan metode ANOVA yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Parameter *clearance*, *radius punch* dan kekerasan material berpengaruh signifikan terhadap ketinggian *burr* pada proses *blanking*. Berdasarkan hasil *three-way* ANOVA, model penelitian memiliki nilai *P-Value* sebesar 0,000. Seluruh faktor utama, interaksi dua faktor, dan interaksi tiga faktor juga memiliki nilai *P-Value* sebesar 0,000, sehingga menunjukkan bahwa ketiga parameter tersebut, baik secara individu maupun melalui interaksinya, berpengaruh signifikan terhadap ketinggian *burr*. Peningkatan *clearance*, *radius punch* dan kekerasan material cenderung meningkatkan ketinggian *burr*.
2. Kombinasi parameter proses *blanking* yang menghasilkan ketinggian *burr* paling rendah diperoleh pada *clearance* sebesar 8% atau 0,16 mm, *radius punch* sebesar 0 mm dan kekerasan material sebesar 60 HB. Berdasarkan hasil simulasi dengan dua kali replikasi, kombinasi parameter tersebut menghasilkan rata-rata ketinggian *burr* sebesar 0,1201 mm.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, beberapa saran yang dapat diberikan untuk penyempurnaan penelitian serta pengembangan studi mengenai proses *blanking* pada penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Menguji berbagai ukuran dan kerapatan *mesh* (elemen) pada area pemotongan di simulasi FEM (konvergensi *mesh*) untuk mencari tingkat ketelitian yang paling pas, sehingga hasil prediksi bentuk



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

patahan dan tinggi *burr* dari simulasi bisa lebih akurat serta sesuai dengan hasil eksperimen nyata.

2. Menggunakan alat uji visual seperti mikroskop digital stereo atau *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengamati langsung bentuk permukaan zona pemotongan (*shear zone*, *roll-over* dan *fracture zone*), sehingga mekanisme robekan material pada produk gantungan kunci tidak hanya diukur tingginya, tetapi juga bisa dianalisis karakteristik visualnya secara lebih mendalam.
3. Memperluas variasi pengujian dengan menambahkan faktor proses *blanking* lainnya yang berpengaruh pada timbulnya *burr*.



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. D. Handayani, N. E. Setijogiarto, and N. Yudisha, "Analisis Ergonomi Pada Rancang Bangun Alat Uji Defleksi Beam Dengan Perhitungan Persentil," pp. 924–932, 2024.
- [2] J. Barik, V. Sonkamble, and K. Narasimhan, "Burr formation and shear strain field evolution studies during sheet metal blanking," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. Pap.*, 2018.
- [3] A. Razlee, N. Na, M. Sazali, B. Zubir, M. Zulhusni, and P. Krishnan, "Design and Analysis of Punch and Die of a Micro Blanking Tool," no. 4, pp. 827–833, 2019.
- [4] A. A. K. Adnan, S. N. Azinee, N. Norsilawati, and K. A. M. Izzul, "Analysis of the influence of the blanking clearance size to the burr development on the sheet of mild steel, brass and aluminium in blanking process," *J. Achiev. Mater. Manuf. Eng.*, vol. 111, no. 1, pp. 26–32, 2022.
- [5] S. Bhoir and M. Verma, "Taguchi-based experimental design and response surface modelling for burr prediction in multi-material sheet metal blanking process," vol. 9, 2026.
- [6] O. Çavuşoğlu and H. Gürün, "THE RELATIONSHIP OF BURR HEIGHT AND BLANKING FORCE WITH CLEARANCE IN THE BLANKING PROCESS OF AA5754," vol. 1, no. 2017, pp. 55–62, 2017.
- [7] S. Saha, A. S. Kumar, S. Deb, and P. P. Bandyopadhyay, "Materials Today : Proceedings An investigation on the top burr formation during Minimum Quantity Lubrication (MQL) assisted micromilling of copper," *Mater. Today Proc.*, pp. 1–6, 2020.
- [8] O. Çavuşoğlu, "An Investigation of Punch Radius and Clearance Effects on the Sheet Metal Blanking Process," vol. 6, no. 4, pp. 309–316, 2022.
- [9] M. Nodi, "ANALISIS PENGARUH KEKERASAN MATERIAL DAN CLEARANCE PROGRESSIVE DIE TERHADAP," 2020.
- [10] G. R. Brereton, "ANOVA tables and statistical significance of models," *J. Chemom.*, vol. 33, no. 3, pp. 1–5, 2019.
- [11] D. C. Montgomery, *Design and Analysis of Experiments*. 2017.
- [12] Susastro, A. F. H. Muhammad, A. Lostari, and Y. A. Fakhruddin, "Optimasi Desain Paddock Stand Sebagai Sistem Statis dengan Menggunakan Finite Element Method," vol. 5, no. 1, pp. 9–15, 2021.
- [13] H. El Fariz, "PROSES BLANKING GASKET DAN PERHITUNGAN BLANK DIES PT . MITRAMAS MUDA MANDIRI," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 02, no. 02, pp. 53–60, 2022.
- [14] V. Boljanovic, *SHEET METAL FORMING PROCESSES AND DIE DESIGN*. 2004.
- [15] Junaidi, F. Haq, and R. Jamaludin, "RANCANG BANGUN PRESS TOOL SEBAGAI ALAT BANTU BENDING V UNTUK MATERIAL STAINLESS STEEL," 2020.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [16] R. Tatara, "Estimating Ultimate Shear Strength from Ultimate Tensile Strength of Aluminum and its Alloys for Blanking or Piercing," *Online J. Mech. Eng.*, pp. 1–5, 2022.
- [17] F. Yarah, *Active Stiffening for Vine Robots via Axially Stacked Pneumatic Pouches*. 2025.
- [18] mathcentre, *Radians*. 2009.
- [19] M. Welm, A. Kindsmüller, P. Tröber, L. Dröse, and W. Volk, "Stresses between die and slug in blanking and their significance for slug pulling," *Prod. Eng.*, vol. 17, no. 6, pp. 875–882, 2023.
- [20] D. Ibrahim, "Moment of Inertia," pp. 111–134.
- [21] A. R. Abdulghany, "Generalization of parallel axis theorem for rotational inertia," vol. 85, no. March 2013, pp. 791–795, 2017.
- [22] I. Setyadi, A. Zuhri, and D. Luqyana, "Jurnal Mekanik Terapan Redesain dan Fabrikasi Bilah Pisau Shredder SKD-11 untuk Pemotongan Limbah Plastik," vol. 04, no. 02, pp. 0–5, 2023.
- [23] T.-B. Mac, T.-T. Luyen, and D.-T. Nguyen, "Assessment of the Effect of Thermal-Assisted Machining on the Machinability of SKD11 Alloy Steel," 2023.
- [24] M. Jufrizaldy, Ilyas, and Marzuki, "RANCANG BANGUN MESIN CNC MILLING MENGGUNAKAN SYSTEM KONTROL GRBL UNTUK PEMBUATAN LAYOUT PCB," *J. MESIN SAINS Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 37–44, 2020.
- [25] A. Z. Hudaya, S. Khoeron, M. S. Syamsuddin, and B. St, "Pembuatan Press Dies Proses Blanking dan Piercing pada Handle Tanam Pintu Geser," vol. 2, no. 1, pp. 69–83, 2024.
- [26] M. O. Purba and B. Yuwono, "Studi Kasus Penyebab Die Tumpul Pada Proses Blanking Dengan Menggunakan Cause Effect Analysis," pp. 476–481, 2023.
- [27] A. S. Sanjaya, H. L. Novianti, and O. A. Fadilah, "PENURUNAN LAJU KOROSI LOGAM ALUMINIUM MENGGUNAKAN INHIBITOR ALAMI DECREASING THE CORROSION RATE OF ALUMINUM METALS USING NATURAL INHIBITORS," vol. 02, no. 1, pp. 30–35, 2018.
- [28] B. Setiadi and L. M. D. L. Toruan, "Analisa Sifat Mekanis Velg Aluminium Sepeda Motor Menggunakan Metode Heat Treatment Dengan Variasi Waktu Kelipatan 3 Jam Pada Suhu Aging 150°C," *J. Penelit. dan Pengkaj. Sains dan Teknol.*, vol. 32, no. 4, pp. 64–73, 2022.
- [29] A. Achuthankutty, R. Saravanan, H. Nagarajan, V. Pasunuri, and N. H. Gopal, "Cryo-Rolled AA5052 Alloy : Insights into Mechanical Properties ," 2024.
- [30] A. F. J. Al-khafaji, B. Davoodi, and S. A. Niknam, "Finite Element Modeling and Experimental Validation of AA 5052-H34 Machining: A Comprehensive Study on Chip Morphology and Temperature Analysis," *Appl. Mech.*, pp. 102–120, 2024.
- [31] U. Singh, A. Rajak, and T. Lee, "Process Development and Analysis of Electromagnetic Multi-Spot Joining of AA5052 Sheets," 2023.
- [32] A. Kareem, J. A. Qudeiri, A. Abdudeen, T. Ahammed, and A. Ziout, "A Review



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

on AA 6061 Metal Matrix Composites Produced by Stir Casting,” 2021.

- [33] S. Ding, X. Zheng, M. Wu, and Q. Yang, “A Novel Sustainable Processing Mode for Burr Classified Prediction of Weak Rigid Drilling Process Using a Fusion Modeling Method,” pp. 1–21, 2022.
- [34] C. J. Van Tyne and B. S. Levy, “Sheared Edge Stretching - The Role of the Shear Affected Zone (SAZ),” pp. 60–66.
- [35] Ulikaryani, H. Abdillah, and H. D. Hastuti, “Analisis Ketidakpastian Pengukuran Dimensi Roda Gigi Lurus dengan Alat Ukur Profile Projector,” *UNITECH J. Univers. Tech.*, vol. 1, no. 1, pp. 52–66, 2022.
- [36] S. H. Aghdeab, “MEASUREMENT AND METROLOGY LAB,” 2016.
- [37] B. I. A. Muttaqin, “Telaah Kajian dan Literature Review Design of Experiment (DOE),” vol. 1, no. 1, pp. 33–40, 2019.
- [38] Weriono, Rinaldi, and Sepfitrah, “Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU,” vol. 3, no. 1, pp. 23–28, 2020.
- [39] K. Kalyani, O. Abhiram, P. Abhi Chandana, and M. Bharat, “An Overview of Analytical Quality by Design,” *Int. J. Innov. Res. Technol.*, vol. 12, no. 7, pp. 1620–1631, 2025.
- [40] C. Andrade, “Understanding Factorial Designs , Main Effects , and Interaction Effects : Simply Explained with a Worked Example,” vol. 46, no. 2, pp. 175–177, 2024.
- [41] J. Antony, *Design of Experiments for Engineers and Scientists*. Elsevier Science.
- [42] J. L. Marpaung, A. Sutrisno, and R. Lumintang, “PENERAPAN METODE ANOVA UNTUK ANALISIS SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERABUT KELAPA,” *J. Online Poros Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 151–162, 2020.
- [43] P. Mishra, U. Singh, and C. M. Pandey, “Application of Student ’s t-test, Analysis of Variance, and Covariance,” pp. 407–411, 2019.
- [44] M. Zhou, P. Wei, and L. Deng, “Research on the factorial effect of science and technology innovation (STI) policy mix using multifactor analysis of variance (ANOVA),” *J. Innov. Knowl.*, vol. 7, no. 4, 2022.
- [45] Y. Y. Palesch, “Some Common Misperceptions About P Values,” pp. 244–247, 2015.
- [46] S. B. Dito and H. Pujiastuti, “Dampak Revolusi Industri 4 . 0 Pada Sektor Pendidikan : Kajian Literatur Mengenai Digital Learning Pada Pendidikan Dasar dan Menengah,” vol. 4, no. 2, pp. 59–65, 2021.
- [47] Ü. Aldemir, O. Çakır, and C. E. Imrak, “The Effects of Tool Wear on the Accuracy of Complex Geometry in Sheet Blanking,” 2025.
- [48] Y. Suzuki, M. Yang, and M. Murakawa, “Optimum Clearance in the Microblanking of Thin Foil of Austenitic Stainless Steel JIS SUS304 Studied,” 2020.
- [49] L. Bohdal, A. Kułakowska, R. Tomkowski, and H. S. Ssemakula, “Methods of



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

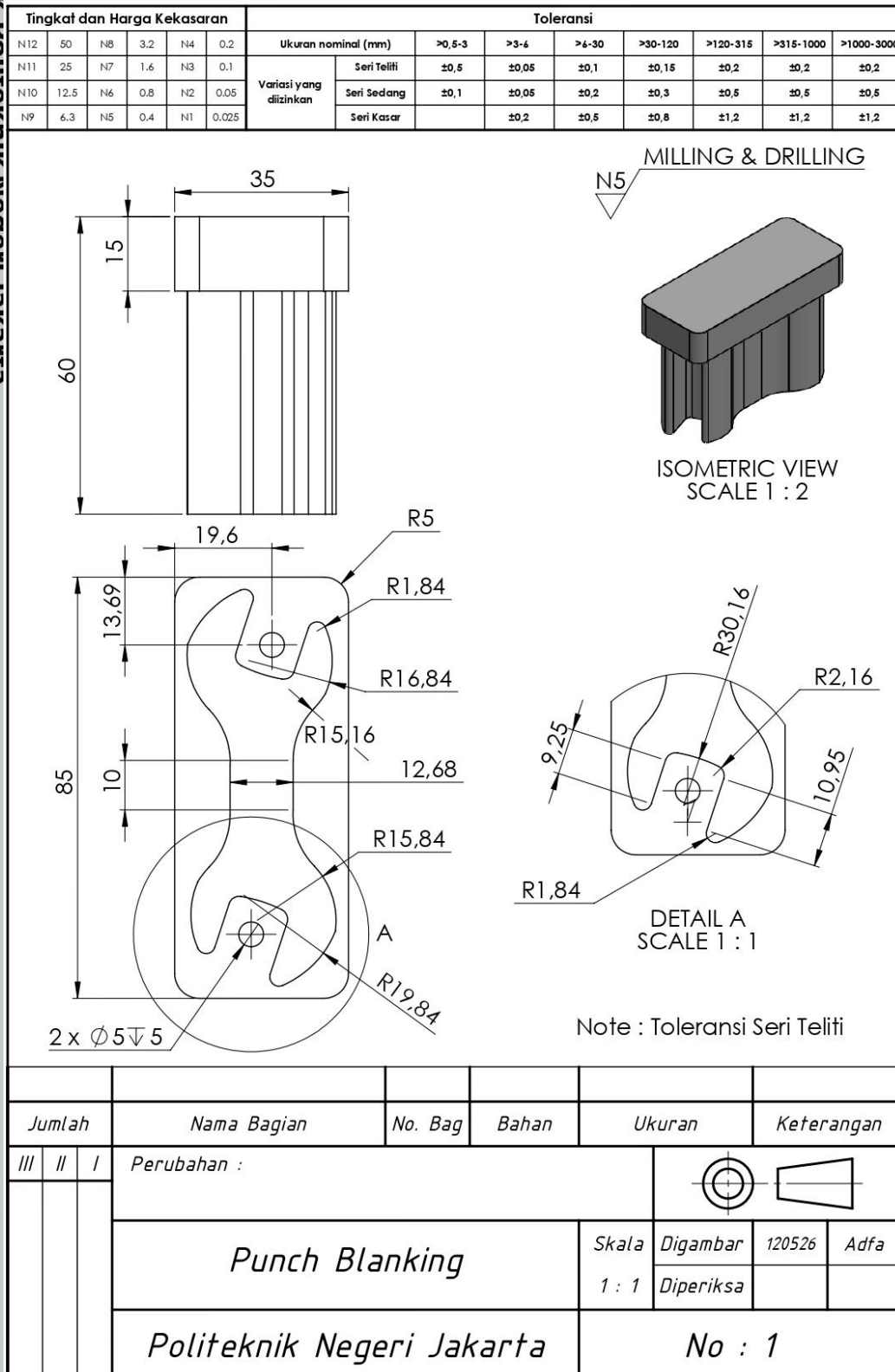
Reducing Burrs in the Process of Cutting and Blanking Metal Materials,” vol. 26, no. November, 2024.

- [50] S. S. Bhoir and M. Verma, “A hybrid statistical framework for clearance optimization and burr height control in blanking of non-ferrous sheet metals,” vol. 1, pp. 1–30, 2026.
- [51] J. Rizk, M. Rachik, and A. Maillard, “Finite element simulation of the complete sheet metal blanking cycle : Effect of blanking clearance on force curve and cut edge quality,” *Heliyon*, vol. 10, no. 9, p. e30334, 2024.
- [52] J. Mucha and J. Tutak, “Analysis of the Influence of Blanking Clearance on the Wear of the Punch , the Change of the Burr Size and the Geometry of the Hook Blanked in the Hardened Steel Sheet,” 2019.
- [53] A. Z. Syahputri, F. Della Fallenia, and R. Syafitri, “Kerangka Berfikir Penelitian Kuantitatif,” 2023.
- [54] I. Nanda *et al.*, *PENELITIAN TINDAKAN KELAS: UNTUK GURU INSPIRATIF*. 2021.
- [55] D. Drapa, K. Krupa, A. Ob, and T. Tokarski, “Surface & Coatings Technology Mechanical properties of a pulsed anodised 5005 aluminium alloy,” vol. 383, no. December 2019, 2020.
- [56] I. . Chung, C. . Chung, and Y. . Su, “Effects of anodization parameters on the corrosion resistance of 6061 Al alloy using the Taguchi method,” *Tech. Pap.*, no. 2013, 2017.
- [57] S. Dou and J. Xia, “Analysis of Sheet Metal Forming (Stamping Process) : A Study of the Variable Friction Coe ffi cient on 5052 Aluminum Alloy,” 2019.
- [58] M. M. Ali, A. N. M. Omran, and M. A.-E.-H. Mohamed, “Engineering Science and Technology , an International Journal Prediction the correlations between hardness and tensile properties of aluminium-silicon alloys produced by various modifiers and grain refineries using regression analysis and an artificial ne,” *Eng. Sci. Technol. an Int. J.*, vol. 24, no. 1, pp. 105–111, 2021.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Drawing Desain *Punch* Kombinasi Terbaik



Hak Cipta :

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Proses Manufaktur *Punch* Menggunakan Mesin CNC



Lampiran 3. Proses *Blanking*





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4. Sampel Hasil *Blanking*



Lampiran 5. Pengukuran Ketinggian *Burr* Menggunakan Profile Projector

