

**PERANCANGAN SLIDER PADA MOLDBASE UNTUK PRODUK UNDERCUT**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana Teknik Industri**



**ALBERTUS DEDEK DWIYANA**

**15 06 08220**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul  
**PERANCANGAN SLIDER PADA MOLDBASE UNTUK PRODUK UNDERCUT**

yang disusun oleh

**Albertus Dedek Dwiyana**

15 06 08402

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 24 Juni 2020

Dosen Pembimbing 1,

Tonny Yuniarto, S.T., M.Eng.

Tim Penguji,  
Penguji 1,

Tonny Yuniarto, S.T., M.Eng.

Penguji 2,

Penguji 3,

Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc

Josef Hernawan Nudu, ST., MT

Yogyakarta, 24 Juni 2020

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Fakultas Teknologi Industri,

Dekan,

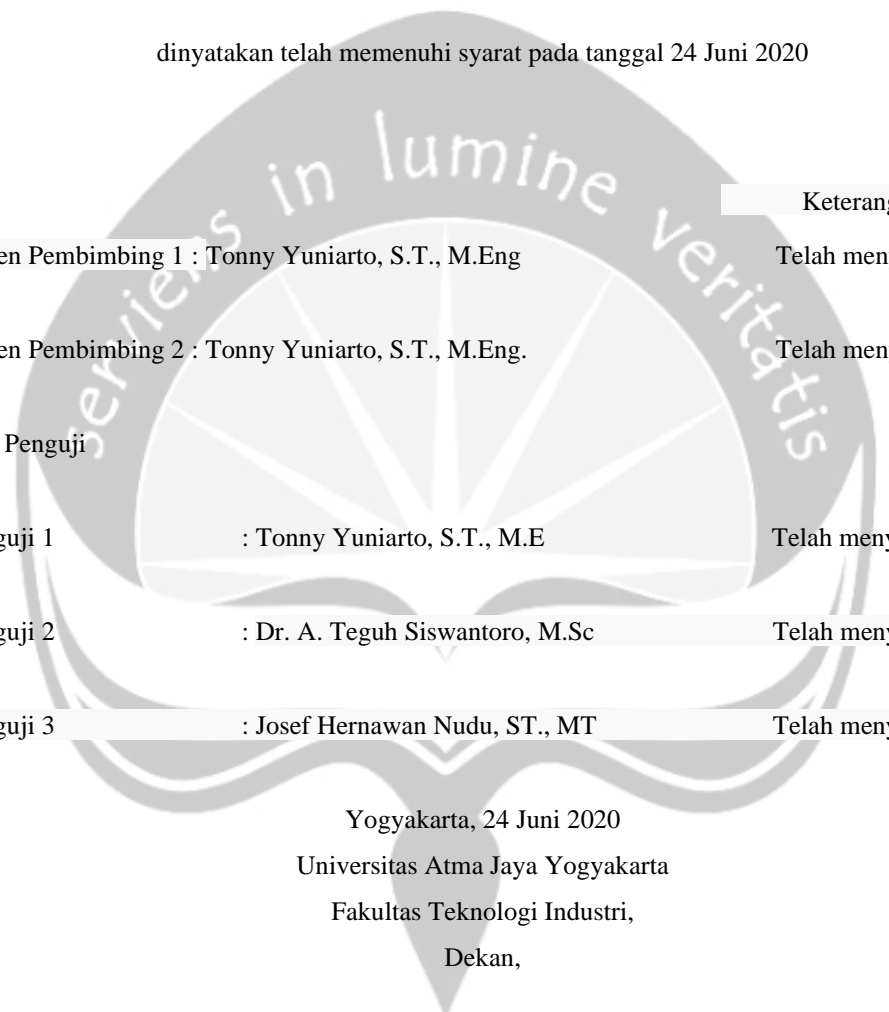
Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc

**HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir berjudul  
**PERANCANGAN *SLIDER* PADA *MOLDBASE* UNTUK PRODUK *UNDERCUT***

yang disusun oleh  
**Albertus Dedek Dwiyana**  
15 06 08220

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 24 Juni 2020



	Keterangan
Dosen Pembimbing 1 : Tonny Yuniarto, S.T., M.Eng	Telah menyetujui
Dosen Pembimbing 2 : Tonny Yuniarto, S.T., M.Eng.	Telah menyetujui
Tim Penguji	
Penguji 1 : Tonny Yuniarto, S.T., M.E	Telah menyetujui
Penguji 2 : Dr. A. Teguh Siswantoro, M.Sc	Telah menyetujui
Penguji 3 : Josef Hernawan Nudu, ST., MT	Telah menyetujui

Yogyakarta, 24 Juni 2020  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta  
Fakultas Teknologi Industri,  
Dekan,

ttd,

Dr. A. Teguh Siswantoro, M.Sc

## PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Albertus Dedek Dwiyana

NPM : 1506 08220

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul "Perancangan Moldbase dan Mekanismenya Menggunakan Slider Pada Produk Undercut" merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2019/2020 yang bersifat original dan tidak mengandung plagiasi dari karya manapun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk untuk dicabut gelar Sarjana yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarbenamnya.

Yogyakarta, 24 Juni 2020

Yang menyatakan,



Albertus Dedek Dwiyana

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena rahmat serta karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Perancangan *Slider* pada *Moldbase* untuk Produk *Undercut*” sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang sudah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini:

1. Bapak Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Ririn Diar Astanti, ST. M. MT.Eng selaku Kepala Prodi Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Tonny Yuniarto, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing yang selalu membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini.
4. Bapak Suryadi Selaku Kepala Mold Maker di PT. ATMI IGI yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian di tempat tersebut.
5. Kedua Orang Tua yang telah memberikan doa dan dukungan selama penyusunan Tugas Akhir.
6. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam Penyusunan Tugas Akhir.

Akhir kata penulis ucapkan terimakasih atas doa dan dukungannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kedepannya.

Yogyakarta, 24 Juni 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

BAB	JUDUL	HAL
	Halaman Judul	i
	Halaman Pengesahan	ii
	Pernyataan Originalitas	iii
	Kata Pengantar	iv
	Daftar Isi	v
	Daftar Gambar	vii
	Daftar Tabel	ix
	Daftar Lampiran	x
1.	Pendahuluan	1
1.1.	Latar Belakang	1
1.2.	Rumusan Masalah	2
1.3.	Tujuan Penelitian	3
1.4.	Batasan Masalah	3
2	Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	4
2.1.	Tinjauan Pustaka	4
2.2.	Dasar Teori	6
2.3.	<i>Polimer</i>	13
2.4.	<i>Thermoset</i>	13
2.5.	<i>Thermoplastic</i>	14
2.6.	<i>Polycarbonate</i>	15
2.7.	Desain Produk	16
2.8.	Perancangan Cetakan	18
2.9.	Metode <i>Brain Stroming</i>	29
2.10.	PowerSHPE <i>Moldmaker</i> 2016	29
		vi

3.	Metodologi Penelitian	35
3.1.	Identifikasi Masalah	35
3.2.	Rumusan Masalah dan Penetapan Tujuan Penelitian	36
3.3.	Perencanaan Proses Eksperimen dengan Metode <i>Brainstroming</i>	36
3.4.	Pelaksanaan Eksperimen	37
3.5.	Pengolahan Data dan Optimasi Dengan Metode <i>Brainstroming</i>	37
3.6.	Hasil Analisis	40
3.7.	Parameter Hasil Analisis	40
3.8.	Kesimpulan dan Saran	40
4.	Profil Data	43
4.1.	Profil Perusahaan	43
4.2.	Data Produksi	44
4.3.	Data Produk <i>Terminal Cover Type 1</i>	45
4.4.	Data Material	46
4.5.	Data <i>Mold Base</i>	47
4.6.	Data Mesin <i>Injection Plastic</i>	48
4.7.	Pengambilan Data Proses Eksperimen	49
5.	Analisis dan Pembahasan	53
5.1.	Analisis Proses Alur Pembuatan Desain <i>Mold</i>	53
5.2.	<i>Undercut</i> dan Simulasi Pergerakan Komponen <i>Mold</i>	54
5.3.	Tahapan Proses Perancangan <i>Part Mold</i> Lainnya	70
5.4.	Hasil Analisis <i>Runner, Gate, dan Sprue</i>	79
6.	Kesimpulan dan Saran	83
6.1.	Kesimpulan	83
6.2.	Saran	83

Daftar Pustaka

84

Lampiran

86





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Motor dan <i>Transmission Gear Unit</i>	8
Gambar 2.2.	<i>Cylinder Screw Ram</i>	8
Gambar 2.3.	<i>Hopper</i>	9
Gambar 2.4.	<i>Barrel</i>	9
Gambar 2.5.	<i>Screw</i>	10
Gambar 2.6.	<i>Nonreturn Valve</i>	10
Gambar 2.7.	<i>Compression Molding</i>	11
Gambar 2.8.	<i>Extrusion Mold</i>	11
Gambar 2.9.	<i>Slider Mold</i>	12
Gambar 2.10.	<i>Lifter Mold</i>	13
Gambar 2.11.	<i>Polimer Struktur Linier</i>	13
Gambar 2.12.	Struktur <i>amorphous</i>	14
Gambar 2.13.	Struktur Semi Kristal	15
Gambar 2.14.	Sintesa <i>Polycarbonate</i>	15
Gambar 2.15.	Ketebalan Dinding <i>Avoid</i> dan <i>Prefer</i>	17
Gambar 2.16.	Perbandingan Profil Radius <i>Avoid</i> dan <i>Prefer</i>	17
Gambar 2.17.	Perbandingan Sudut Desain <i>Avoid</i> dan <i>Prefer</i>	17
Gambar 2.18.	Pemberian <i>rib</i> pada desain Produk	18
Gambar 2.19.	Cetakan <i>Core</i> dan <i>Cavity</i>	18
Gambar 2.20.	<i>Runner System</i>	19
Gambar 2.21.	<i>Fan Gate</i>	20
Gambar 2.22.	<i>Pin Gate</i>	20
Gambar 2.23.	<i>Edge Gate</i>	21
Gambar 2.24.	<i>Sprue Gate</i>	21
Gambar 2.25.	Sistem <i>Slider</i> dengan Mekanismenya	23
Gambar 2.26.	Panjang <i>Anular</i>	24
Gambar 2.27.	Kemiringan Sudut <i>Locking Block</i> dengan <i>Angular</i>	24
Gambar 2.28.	Sistem <i>Cooling</i> pada Konstruksi <i>Mold</i>	26
Gambar 2.29.	<i>Moldbase</i>	26
Gambar 2.30.	Halaman Muka <i>PowerSHAPE Moldmaker 2016</i>	30
Gambar 2.31.	Fitur <i>Wizard</i> Yang Digunakan	30
Gambar 2.32.	<i>Primitives from Poin</i>	30
Gambar 2.33.	<i>Start Mold Die Wizard</i>	31

Gambar 2.34. Fitur Penentuan Pembentukan <i>Mold</i>	31
Gambar 2.35. <i>Separate Solid into Core/Cavity</i>	31
Gambar 2.36. <i>Slide Core Wizard</i>	31
Gambar 2.37. Pilihan Penggunaan <i>Slider</i>	32
Gambar 2.38. <i>Start Core/ Cavity Wizard</i>	32
Gambar 2.39. <i>Start Moldbase Wizard</i>	32
Gambar 2.40. <i>Smart Lock Mold Wizard</i>	33
Gambar 2.41. Penentuan <i>Smart Lock Mold Wizard</i>	33
Gambar 2.42. <i>Start Cooling Wizard</i>	33
Gambar 2.43. Pilihan Penentuan <i>Cooling</i>	34
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	41
Gambar 4.1. Produk <i>Casting Cover Type 1</i>	45
Gambar 4.2. Dimensi Produk <i>Casting Cover Type 1</i>	46
Gambar 4.3. Mesin Toshiba EC1000SX	49
Gambar 4.4. Diagram <i>Fishbone</i> Penggunaan <i>Slider</i> pada <i>Mold</i>	50
Gambar 4.5. Cara Kerja dari <i>Lifter</i>	52
Gambar 5.1. Wujud Kontur <i>Undercut</i>	55
Gambar 5.2. <i>Core</i> dan <i>Cavity</i>	56
Gambar 5.3. Simulasi <i>Core</i> dan <i>Cavity</i> pada Saat Mencetak	56
Gambar 5.4. Simulasi <i>Core</i> dan <i>Cavity</i> Setelah Mencetak	57
Gambar 5.5. Simulasi Aliran Material Plastik	57
Gambar 5.6. Kontur <i>Undercut</i> Benda Kerja	58
Gambar 5.7. Menentukan <i>Punch Slide</i>	59
Gambar 5.8. Bentuk Pola <i>Slider</i>	59
Gambar 5.9. Mekanisme Awal <i>Slider</i>	60
Gambar 5.10. <i>Identify the Die Insert</i>	60
Gambar 5.11. Penentuan <i>Core</i> dan <i>Cavity</i>	61
Gambar 5.12. Penentuan Posisi <i>Undercut</i>	61
Gambar 5.13. Hasil <i>Slider</i>	62
Gambar 5.14. Kontur <i>Slider</i> yang sudah Jadi	62
Gambar 5.15. Simulasi <i>Slider Terbuka</i>	62
Gambar 5.16. Simulasi <i>Slider</i> pada Saat Menekan	63
Gambar 5.17. Bentuk <i>Slider</i>	64
Gambar 5.18. Bentuk <i>Angular Cam</i>	64
Gambar 5.19. Posisi Penggunaan <i>Angular Cam</i> pada <i>Slider</i>	65

Gambar 5.20. Bentuk <i>Base Slider</i>	65
Gambar 5.21. Posisi Penggunaan <i>Base Slider</i> pada <i>Slider</i>	66
Gambar 5.22. Bentuk <i>Rail Slider</i>	66
Gambar 5.23. Posisi Penggunaan <i>Rail Slider</i> pada <i>Slider</i>	67
Gambar 5.24. Posisi <i>Slider</i> pada saat Proses Cetak	67
Gambar 5.25. Posisi <i>Slider</i> pada saat Selesai Mencetak	68
Gambar 5.26. Simulasi Masuknya Aliran Material Plastik	69
Gambar 5.27. <i>Core</i> Beserta Sistem <i>Slider</i>	70
Gambar 5.28. <i>Parting Line</i>	71
Gambar 5.29. <i>Runner</i> dan <i>Gate</i>	72
Gambar 5.30. <i>Moving Block</i>	72
Gambar 5.31. <i>Spacer Block</i>	73
Gambar 5.32. <i>Ejector Backing Plate</i> , <i>Ejector Plate</i> dan <i>Lower Plate</i>	74
Gambar 5.33. <i>Return Pin</i>	74
Gambar 5.34. <i>Ejector Pin</i>	75
Gambar 5.35. <i>Support Pillar</i>	76
Gambar 5.36. <i>Shoulder Bolt</i>	76
Gambar 5.37. <i>Ejector</i>	77
Gambar 5.38. <i>Cooling</i>	77
Gambar 5.39. <i>Moldbase Slider</i>	78
Gambar 5.40. <i>Moving Set</i>	79
Gambar 5.41. <i>Seatle Set</i>	79
Gambar 5.42. <i>Lokasi Gate Optimal</i>	80
Gambar 5.43. Hasil Analisis <i>Runner Optimal</i>	80
Gambar 5.44. Hasil <i>Cooling Optimal</i>	82

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Bagian dan Fungsi <i>Moldbase</i>	27
Tabel 4.1. Data Produk <i>Reject</i> IGI-ATMI	44
Tabel 4.2. Spesifikasi Produk	45
Tabel 4.3. Data Material <i>Polycarbonate</i>	46
Tabel 4.4. Daftar Permintaan <i>Customer</i>	47
Tabel 4.5. Dimensi <i>Mold Base</i>	47
Tabel 4.6. Spesifikasi Material <i>Moldbase</i>	48
Tabel 4.7. Data Mesin Toshiba EC1000SX	48
Tabel 5.1. Saran Ukuran untuk Saluran Pendinginan	81



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Spesifikasi Mesin Toshiba EC1000SX	86
Lampiran 2.	Gambar Mesin Toshiba EC1000SX	87
Lampiran 3.	Gambar Material Polycarbonate	87
Lampiran 4.	Gambar Desain 2D <i>Lower Plate</i>	88
Lampiran 5.	Gambar Desain 2D <i>Spacer Block</i>	89
Lampiran 6.	Gambar Desain 2D <i>Ejector Backing Plate</i>	90
Lampiran 7.	Gambar Desain 2D <i>Ejector Holder Plate</i>	91
Lampiran 8.	Gambar Desain 2D <i>Core Block</i>	92
Lampiran 9.	Gambar Desain 2D <i>Moving Block</i>	93
Lampiran 10.	Gambar Desain 2D <i>Taper Block</i>	94
Lampiran 11.	Gambar Desain 2D <i>Taper Block</i>	95
Lampiran 12.	Gambar Desain 2D <i>Ejector Rectangular</i>	96
Lampiran 13.	Gambar Desain 2D <i>Slider</i>	97
Lampiran 14.	Gambar Desain 2D <i>Angular Cam</i>	98
Lampiran 15.	Gambar Desain 2D <i>Base Slider</i>	99
Lampiran 16.	Gambar Desain 2D <i>Rail Slider</i>	100
Lampiran 17.	Gambar Desain 2D <i>Upper Plate</i>	101
Lampiran 18.	Gambar Desain 2D <i>Seatle Block</i>	102
Lampiran 19.	Gambar Desain 2D <i>Location Ring</i>	103
Lampiran 20.	Gambar Desain 2D <i>Spure Bush</i>	104
Lampiran 21.	Gambar Desain 2D <i>Setting Plate</i>	105
Lampiran 22.	Gambar Desain 2D <i>Assy 1/3</i>	106
Lampiran 23.	Gambar Desain 2D <i>Assy 2/3</i>	107
Lampiran 24.	Gambar Desain 2D <i>Assy 3/3</i>	108

## INTISARI

PT. ATMI Surakarta adalah perusahaan yang memproduksi produk plastik dengan produk sesuai dengan permintaan pesanan konsumen menggunakan proses injeksi *molding*. Proses ini memerlukan *moldbase* yang sesuai dengan bentuk produknya yang terdapat profil *undercut* sehingga memerlukan perancangan *mold* yang mengharuskan dengan sistem *slider*.

Studi kasus dalam tugas akhir ini adalah mendesain *mold unit* atau *moldbase* dengan produk yang sesuai dengan permintaan konsumen memiliki kontur *undercut* yang sesuai dengan metode kebutuhan dari desain yang akan dibuat dan akan menghasilkan rancangan *mold unit* menggunakan sistem *slider*.

Proses desain *moldbase* untuk produk *cover casting type 1* menggunakan perangkat lunak *PowerSHAPE Moldmaker 2016* menghasilkan desain *moldbase* dengan sistem *slider* beserta mekanismenya untuk mengatasi *undercut* pada produk tersebut.

**Kata kunci** : *molding* injeksi, *moldbase*, *undercut*, *PowerSHAPE Moldmaker 2016*.



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Plastik merupakan salah satu polimer yang dapat dibentuk saat lunak dan juga dapat mempertahankan bentuknya ketika mengeras. Kehidupan manusia saat ini tidak jauh dari penggunaan plastik. Nilai plastik yang ekonomis dan kemudahannya untuk dibentuk membuat banyak orang lebih memilih plastik daripada polimer lainnya.

ATMI IGI Center adalah perusahaan di bawah naungan dari PT. ATMI Solo. ATMI IGI Center bergerak dibagian *mold* dan *plastic injection*. Perusahaan ini berlokasi di Jalan Mojo No.1, Laweyan, Surakarta. Perusahaan ATMI IGI ini banyak memproduksi komponen-komponen yang dipesan oleh perusahaan lain. Contoh beberapa perusahaan besar yang bekerja sama dengan ATMI IGI yaitu PT. Astra Honda Motor, PT. Indonesia Stanley Electric, dan PT. Alstom Power Energy Systems Indonesia. Komponen yang diproduksi sesuai dengan pesanan perusahaan tersebut meliputi beberapa komponen sepeda motor, mika lampu kendaraan bermotor, dan komponen plastik keras lainnya.

Proses pembuatan benda di ATMI IGI ini menggunakan sistem injeksi *molding*. Proses *molding* sendiri adalah proses mencetak material biji plastik menjadi benda yang diinginkan dengan menggunakan mesin *plastic injection* yang mempunyai cara kerja material plastik yang dipanaskan ke dalam *mold* atau cetakan hingga berbentuk produk yang diinginkan. Mesin *injection molding* memiliki kelebihan yaitu mampu menghasilkan produk yang memiliki tingkat kerumitan dan kepresisian yang tinggi yang merupakan hasil penelitian Purnomo dkk (2017). Proses *injection molding* merupakan proses mengubah material plastik dengan menggunakan panas atau *thermal* dengan *temperature* tertentu sampai menjadi cair yang kemudian diinjeksikan dengan cara menekan material plastik cair ke dalam sebuah ruang yang merupakan hasil penelitian Moerbani (1999).

Dalam proses *molding* ada tiga faktor dalam menentukan sebuah rancangan *mold* yaitu *plastic injection mold (mould)*, mesin plastik *injection*, dan material dari produk. Faktor-faktor tersebut saling berkaitan untuk merancang sebuah *mold*. Pada pembuatan benda juga banyak ditemukan kontur *undercut* atau biasa disebut *molding undercut*. Kontur *undercut* tidak dapat dihindari atau didesain

ulang. Kontur *slider* hanya bisa dikerjakan dengan menggunakan *mold* dengan menggunakan sistem *slider* atau *mold slider*. Jenis mekanisme yang ada di *slider* adalah *slider* aksi samping, rel pengangkat, *jiggler pin*, *core* yang dapat dilipat dan mekanisme buka tutup.

Mekanisme *slider* dengan menggunakan *pin cam* atau *slider* hidrolik untuk menarik bagian cetakan sebelum dikeluarkan. *Slider* yang digerakkan dengan cara *cam pin* akan menarik kembali saat cetakan terbuka. Saat cetakan ditutup, maka *pin cam* akan *slider* akan kembali posisi semula untuk proses injeksi berikutnya. *Slider* yang didorong oleh silinder hidrolik tersebut dapat aktif pada saat proses pencetakan plastik injeksi. *Slider* dan *mold* buka tutup semuanya meningkatkan biaya dan kompleksitas cetakan dan biaya perawatan cetakan.

ATMI IGI menerima pesanan dari perusahaan tersebut dan tidak dapat merubah *design* dari permintaan konsumen. Banyak sekali benda pesanan yang memiliki kontur *undercut*. Proses pembuatan benda berkontur *undercut* sangatlah rumit dari segi *design* hingga saat pencetakan. Proses harus benar-benar diperhatikan karena tidak boleh ada kesalahan apapun pada saat mencetak. Pesanan dari konsumen bersifat mutlak, maka dari itu ATMI IGI harus dapat mewujudkan pesanan yang diinginkan oleh konsumen tersebut.

Kesulitan yang dihadapi ATMI IGI adalah proses benda *undercut* yang sangat rumit untuk dikerjakan. Pembuatan *mold* atau cetakan harus benar-benar sesuai agar benda yang dicetak langsung membentuk benda yang diinginkan konsumen. Pembuatan benda *undercut* harus menggunakan *mold slider*. *Slider* sendiri untuk perancangan dan pembuatan sangatlah rumit karena harus memastikan *slider* bekerja dengan maksimal dan tidak ada cacat yang terjadi sedikitpun. Dengan penggunaan *slider* pada proses pencetakan benda berkontur *undercut* dapat menghasilkan barang yang sesuai dengan tingkat kecacatan kontur yang paling sedikit. Penggunaan *slider* dapat meningkatkan produksi karena mekanismenya mudah diaplikasikan pada proses produksi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang ada maka dirumuskan masalah: Bagaimana perancangan *moldbase* dengan sistem *slider* untuk mengatasi masalah *undercut* menggunakan *software PowerSHAPE Moldmaker 2016*?



### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan perancangan *moldbase* dengan sistem *slider* untuk mengatasi masalah *undercut* pada produk *casting cover type* 1.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada kegiatan penelitian adalah:

1. Proses penelitian dilakukan di PT. ATMI Solo
2. *Software Computer Aided Design* (CAD) digunakan untuk menggambar rancangan *mold* adalah *PowersHAPE Moldmaker 2016*.
3. Material yang digunakan untuk *mold* adalah S50C atau Bohler K945 menggunakan standar *Stiehl Mold*.
4. Mesin injeksi *molding* yang digunakan adalah Mesin Toshiba EC1000SX.



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Proses maksimal secara keseluruhan adalah pencarian hasil tertinggi yang ada di beberapa fungsi dalam suatu teori dan landasan. Dalam kejadian yang paling mudah, bisa diartikan dengan penyelesaian suatu masalah dengan cara meminimalkan atau memaksimalkan fungsi dengan sistem yang berbeda-beda sesuai dengan nilai dan aturan yang diperbolehkan. Dioptimalkan juga memerlukan waktu perencanaan yang matang, mengurangi kesalahan-kesalahan dalam produksi dan meningkatkan kualitas pada produksi *injection plastic* yang optimal.

##### 2.1.1. Penelitian Terdahulu

Firdaus (2017), melakukan penelitian tentang “Desain dan Optimasi *Injection Mold* dengan Sistem *Slider* pada Produk *Hardcase Handphone*”. Tujuan penelitian ini adalah untuk meneliti desain dari *hardcase handphone* dengan bahan material plastik dan proses pembentukan menggunakan metode *injection molding*. Metode tersebut membutuhkan *mold* sebagai tempat untuk membentuk/ menghasilkan sebuah produk. Dari latar belakang peningkatan penggunaan *handphone*, maka dibutuhkan juga perancangan *mold* untuk menghasilkan produk. *Software* yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah Catia V5R21.

Muftakul (2017), melakukan penelitian tentang “Desain dan Optimasi *Injection Mold* Sistem *Slider* pada Produk *Preform Stick T15*”. Penelitian tersebut membahas desain cetakan injeksi. Desain cetakan injeksi adalah proses awal untuk menghasilkan produk skala besar bahan plastik yang dipanaskan dan disuntikkan ke dalam cetakan. Desain cetakan sebelumnya menggunakan bahan plastik polietilen tereftalat dengan konstruksi penggeser, sehingga produk yang dibuat kurang terpotong dan tidak dapat dibuat di bagian inti dan rongga. Tujuan dari desain ini adalah untuk mendesain *slider* pada preform produk. Perangkat lunak yang digunakan untuk desain ini menggunakan CATIA V5R19 dan produksi perangkat lunak simulasi menggunakan *Autodesk Moldflow Insight 2016*. Langkah pada perancangan cetakan injeksi unit dalam preform meliputi beberapa langkah. Langkah pertama adalah mengidentifikasi produk, perhitungan pendinginan dan memasukkan hasil perhitungan data ke cetakan. Langkah kedua adalah

merancang *slider* konstruksi dan menentukan bahan cetakan serta menghitung cetakan konstruksi. Langkah ketiga adalah menuangkan hasil desain pada gambar 2D. Berdasarkan hasil analisis dari *moldflow* diperoleh pendinginan optimal. Jenis seri pendingin tipe 2 dan jika dapat disimpulkan konstruksi cetakan dikatakan aman jika tegangan, gaya dan penentuan bahan yang terjadi di bawah tekanan dan gaya.

Sreenvasulu (2013), dengan judul "*Injection Moulding Tool Design Manufacturing Estimation and Comparison of L&T Power Box Side Panel Using Plastic Material HDPE, ABS, PP, and PC*". Jurnal tersebut membahas tentang pembuatan panel kotak daya L&T dengan menggunakan parametrik *Pro/ EWild Fire 5.0*. Pemodelan bagian dari desain Core-rongga, pemrograman manufaktur CNC dan simulasi aliran cetakan yaitu simulasi untuk menghindari potensi masalah pengisian cetakan dilakukan oleh *Pro/E Wild Fire 5.0*. Desain dasar cetakan dan perhitungan cetakan juga dilakukan dalam makalah ini sesuai dengan standar HASCO. Pemilihan bahan untuk desain cetakan diambil sebagai baja EN31B. Analisis struktural dilakukan untuk inti dan rongga dengan menggunakan perangkat lunak ANSYS untuk mengetahui tekanan, perpindahan, hasil *pres*. Biaya perakitan *die* total dan perbandingan biaya berbagai komponen plastik (HDPE, ABS, PP, dan PC) diperkirakan. Di sini prosesnya digunakan dalam cetakan injeksi dan pembuatan berbagai bagian dari komponen sederhana hingga komponen kompleks.

Kazmer (2016), Dengan penelitian berjudul "*Injection Mold Design Engineering*". Penelitian ini membahas tentang penggunaan dan pembuatan  *mold*. Buku ini dapat menuntun pembaca menggunakan dan membuat  *mold* dengan benar sesuai dengan apa yang akan dituju. Beberapa bahasan tentang material dasar  *mold* yang akan dibuat, penggunaan material dari  *mold* tersebut, cara pembuatan  *mold* dan desain yang benar agar  *mold* yang dibuat sesuai dengan harapan dan tidak ada cacat yang berlebih. Penggunaan buku ini dapat menuntun banyak dari kebutuhan kebutuhan yang akan digunakan.

### **2.1.2. Penelitian Sekarang**

Studi kasus dalam penelitian ini adalah  *cover casting type 1* yang produksi oleh ATMI – IGI Surakarta. Benda  *cover casting type 1*. Produk tersebut memiliki profil

benda *undercut* sehingga membutuhkan cetakan khusus dengan *moldbase* yang menggunakan *slider*.

Pembuatan cetakan benda atau *mold* yang diinginkan konsumen dibuat *design* secara *modern* dengan menggunakan mesin CNC. *Mold* dibuat se-detail mungkin agar benda yang akan dicetak sesuai dengan bentuk yang diinginkan. *Moldbase* akan dibuat menggunakan *software PowerSHAPE Moldmaker 2016*. *Mold* yang digunakan bukanlah *mold* biasa, melainkan digunakan untuk mengerjakan benda berbentuk *undercut*. Pembuatan benda *undercut* tersebut *mold* sendiri harus dibantu dengan *slider*. *Slider* berguna untuk membentuk dengan sempurna profil benda *undercut*. *Slider* hingga sekarang dipilih untuk cara paling sering digunakan karena benda akan terbentuk dengan sempurna jika menggunakan metode *moldbase slider*.

Konstruksi *mold* dan *slider*, perlu dirancang agar kuat menahan tekanan injeksi pada permukaan yang luas. Kemudian pemilihan material *mold*, pemilihan *circuit cooling* yang baik dan memperhatikan perhitungan rancangan *mold* yaitu ketebalan *support plate*, *locking block*, sistem *ejector*, dan *coil spring*, dapat berpengaruh pada kemampuan konstruksi *mold* untuk mencetak produk *cover casting type 1*.

## **2.2. Dasar Teori**

### **2.2.1. Prinsip Umum Desain *Mold***

Pada pembuatan desain cetakan, ada beberapa standar yang harus dicermati. Standar yang digunakan antara lain: (1) Gunakan ketebalan dinding seragam di seluruh bagian. Tebal dinding yang sama akan meminimalkan penyusutan, bengkok, tegangan sisa, dan meningkatkan efisiensi proses pengisian cetakan dan waktu siklus. (2) Gunakan profil radius pada semua ujung produk. Dimensi radius sudut di dalam minimal satu kali ketebalan material. (3) Pilih ketebalan produk sesuai dengan persyaratan proses, material, atau desain produk. Pemilihan ketebalan dinding yang tepat menunjang waktu pendinginan yang relatif lebih cepat dan waktu siklus pendek. Semua hasil ini dapat menghasilkan biaya produksi lebih murah. (4) Gunakan penguat berupa *rib* untuk meningkatkan kekakuan pada bagian lentur. Hal ini untuk menghindari penggunaan ketebalan berlebih pada bagian produk, sehingga dapat menghemat berat total, biaya material, dan biaya waktu siklus.

### **2.2.2. Metode Injection Molding**

Metode *injection molding* merupakan proses pembentukan benda kerja dari material *compound* berbentuk butiran yang ditempatkan kedalam suatu *hopper* dan masuk ke dalam silinder injeksi yang kemudian didorong melalui *nozzle* dan *sprue bushing* kedalam *cavity* dari *mold* yang sudah tertutup. Setelah beberapa saat diinginkan, *mold* akan dibuka dan benda jadi akan dikeluarkan dengan bantuan *ejector*. Material yang sangat sesuai adalah material *thermoplast*. Material *thermoplast* ini akan mencair karena pemanasan dan sebaliknya akan mengeras jika didinginkan. Perubahan material ini hanya bersifat fisik bukan perubahan kimiawi sehingga untuk mendaur ulang material sesuai dengan keinginan.

Suhu dari silinder pemanas untuk memindahkan material plastik berkisar 117 C hingga 274 C. Semakin panas suhu, maka akan semakin cair sehingga makin mudah untuk diinjeksi ke mesin *mold*. Setiap material memiliki karakter suhu *molding (mold flow index)*.

Mesin *injection mold* dibagi menjadi tiga bagian besar yaitu:

#### a. Mold Unit

*Mold Unit* adalah bagian lain dari mesin *plastic injection, molding unit* adalah bagian yang membentuk benda yang dibuat, secara garis besar *molding unit* memiliki dua bagian utama yaitu dengan *nozzle* pada mesin, sedangkan bagian *core* adalah bagian yang berhubungan dengan *ejector*.

#### b. Injection Unit

*Injection unit* terdiri dari bagian dengan fungsi tertentu yang fungsi utamanya adalah menyediakan dan mengalirkan material proses injeksi ke dalam *mold*. Di dalam *injection unit* terjadi perubahan bentuk material dan padat menjadi cair. Hal ini agar material dapat dibentuk sesuai dengan konstruksi *mold* yang akan digunakan.

#### c. Clamping Unit

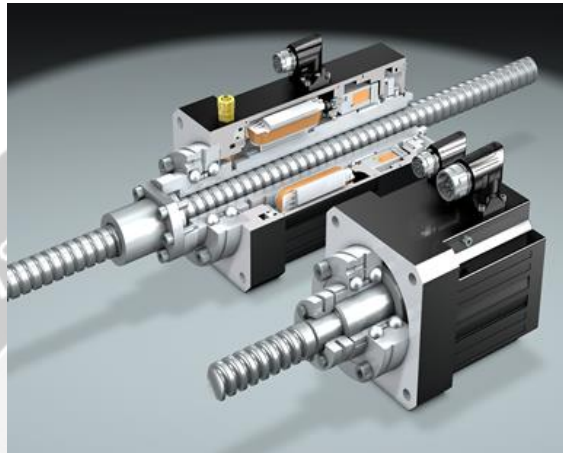
*Clamping unit* berfungsi untuk memegang dan mengatur gerakan dari *mold unit*. Serta gerakan *ejector* saat melepas benda dari *molding unit*. Pada *clamping unit* kita bisa mengatur beberapa panjang gerakan *molding* saat diibuka dan berapa panjang *ejector* harus bergerak.

### **2.2.3. Injection Unit**

Mesin *plastic injection* terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

#### a. Motor dan Transmission Gear Unit

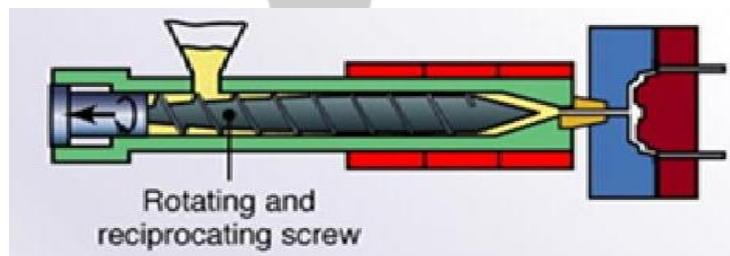
Bagian dari *motor* dan *transmission gear unit* dapat dilihat pada Gambar 2.1. Alat ini berfungsi untuk menghasilkan daya yang digunakan untuk memutar *screw* pada *barrel*, sedangkan *transmission unit* berfungsi untuk memindahkan daya dari putaran motor ke dalam *screw*, selain itu *transmission unit* juga berfungsi untuk mengatur tenaga yang disalurkan sehingga tidak terjadi pembebanan yang terlalu besar.



**Gambar 2.1 Motor dan Transmission Gear Unit**  
(Sumber: [www.controlsdrivesautomation.com](http://www.controlsdrivesautomation.com))

b. *Cylinder Screw Ram*

Bagian pada *cylinder screw ram* pada Gambar 2.2, berfungsi untuk mempermudah gerakan *screw* dengan menggunakan momen *enersia* sekaligus menjaga perputaran *screw* tetap konstan, sehingga dapat menghasilkan kecepatan dan tekanan yang konstan saat proses injeksi plastik dilakukan.



**Gambar 2.2 Cylinder Screw Ram**  
(Sumber: [webdiverg3.blogspot.com](http://webdiverg3.blogspot.com))

c. *Hopper*

Adalah tempat untuk menempatkan material plastik sebelum masuk ke dalam *barrel*, biasanya untuk menjaga kelembapan material plastik, digunakan tempat

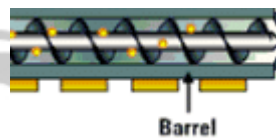
penyimpanan khusus yang dapat mengatur kelembaban, sebab apabila kandungan air terlalu banyak dari pada udara, dapat menyebabkan hasil injeksi yang tidak sempurna. Bentuk *hopper* seperti dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3 Hopper**  
(Sumber: [www.sonalaautomation.com](http://www.sonalaautomation.com))

d. *Barrel*

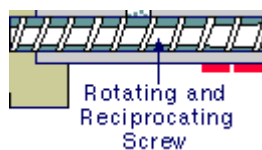
Merupakan tempat *screw*, dan selubung yang menjaga aliran plastik ketika dipanaskan oleh *heater*, pada bagian ini juga terdapat *heater* untuk memanaskan plastik sebelum masuk ke *nozzle*. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4 Barrel**  
(Sumber: [www.dc.engr.scu.edu](http://www.dc.engr.scu.edu))

e. *Screw*

*Reciprocating* tempat *screw* berfungsi untuk mengalirkan plastik dari *hopper* ke *nozzle*. Material dari *hopper* akan tertarik mengisi *screw* ketika *screw* berputar dan selanjutnya dipanaskan dan didorong ke arah *nozzle*. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.5.

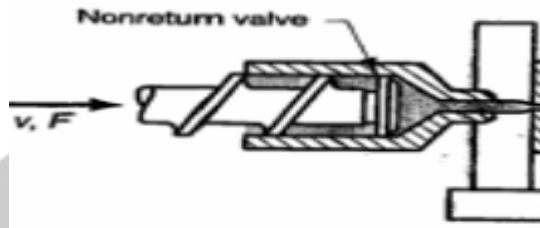


**Gambar 2.5 Screw**

(Sumber: [www.dc.engr.scu.edu](http://www.dc.engr.scu.edu))

f. *Nonreturn Valve*

*Nonreturn valve* ini berfungsi untuk menjaga aliran plastik yang telah meleleh agar tidak kembali saat *screw* berhenti berputar. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6 Nonreturn Valve**  
(Sumber: [injectionmoldingpakistan.com](http://injectionmoldingpakistan.com))

#### 2.2.4. *Molding Unit*

*Molding Unit* adalah bagian yang membentuk benda yang dibuat. secara keseluruhan besar *molding unit* memiliki dua bagian utama yaitu bagian *cavity* dan *core*. Bagian *cavity* adalah bagian cetakan yang berhubungan dengan *nozzle* pada mesin, sedangkan bagian *core* adalah bagian yang berhubungan dengan *ejector*. Selain dua bagian tersebut, terdapat bagian-bagian lain yang saling berhubungan dengan *cavity* dan *core*.

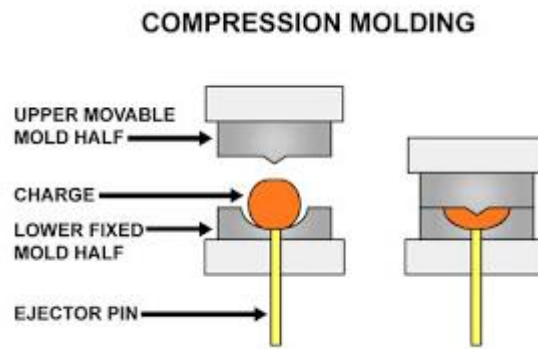
#### 2.2.5. Jenis – Jenis *Mold*

Beberapa macam *mold* yang ada saat ini sangat banyak dan bermacam-macam kegunaannya. *Mold* yang banyak digunakan pada saat pencetakan ada beberapa jenis yang digunakan, contoh beberapa *mold* yang digunakan hingga saat ini adalah:

a. *Compress Mold*

*Mold* ini adalah *mold* paling sederhana. Penggunaan *mold* ini juga hanya digunakan untuk benda yang benar-benar sederhana dan tidak mempunyai kontur khusus. Cara kerja dari *compress mold* ini dengan memasukkan material kedalam *mold* dan dilakukan pencetakan dengan tekanan tinggi. Material yang menggunakan jenis ini adalah jenis *thermosetting plastik*, EP dan PF. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.7.



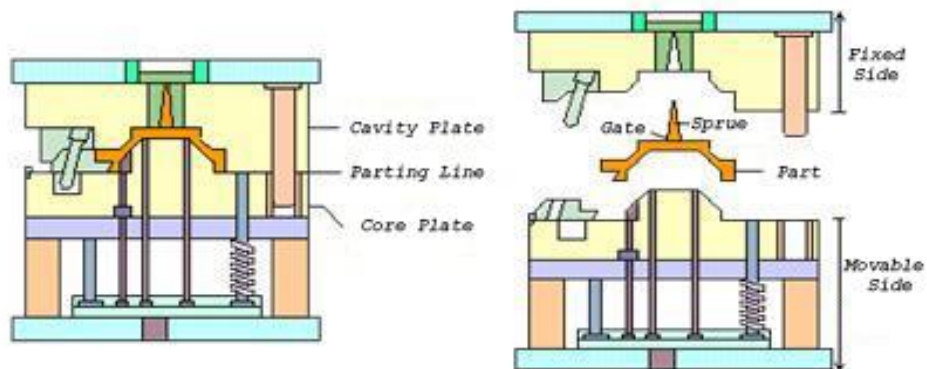


**Gambar 2.7 Compression Molding**  
 (Sumber: [www.tentangmold.blogspot.com](http://www.tentangmold.blogspot.com))

b. *Standar Mold*

*Mold ini* adalah jenis mold yang paling dasar pada proses injeksi plastik. Pada *mold* ini memiliki beberapa ciri khas yaitu *fixed side*. *Fixed side* adalah bagian yang diam dan menggunakan *cavity side* nya untuk proses mencetaknya karena *sprue* didalamnya berguna untuk memasukan material plastik cair dari *nozzle* mesin injeksi.

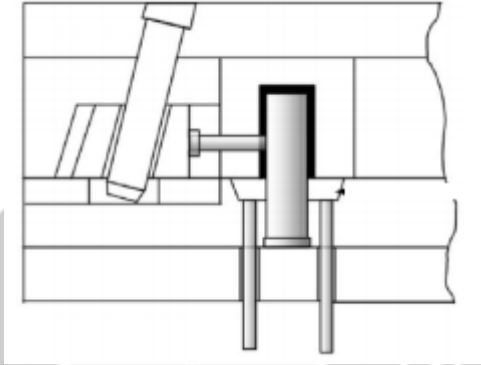
Ciri kedua dari *standar mold* adalah *moving plate*, bagian ini adalah bagian dari yang bergerak menggunakan *core side* yang digunakan untuk membentuk produk cetakan. Bagian *moving side* dilengkapi dengan *ejector pin* untuk mendorong produk yang sudah dingin keluar dari cetakan. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.8.



**Gambar 2.8 Extrusion Mold**  
 (Sumber: [moldchina.com](http://moldchina.com))

c. *Slider Mold*

*Slider mold* adalah jenis *mold* yang dapat membentuk atau mencetak benda dengan kontur *undercut* yang tidak bisa dibentuk hanya dengan menggunakan *core* dan *cavity* saja. Sistem dari *mold* ini dibantu dengan mekanisme *slider* pada *mold*-nya.



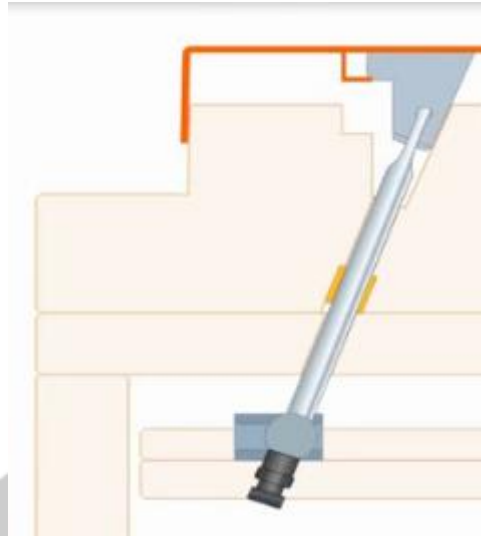
**Gambar 2.9. *Slider Mold***

**(Sumber: [www.megamold.com](http://www.megamold.com))**

Proses *slider* ini akan bergerak dikarenakan adanya pin yang dibuat untuk mendorong *slider* bergerak. Contoh pada saat membuka *core cavity* secara vertical. Maka akan ada *pin* yang membentuk sudut, dari itu *slider* bergerak secara maju atau horizontal sehingga dapat membentuk bagian *undercut* tersebut. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.9.

d. *Lifter Mold*

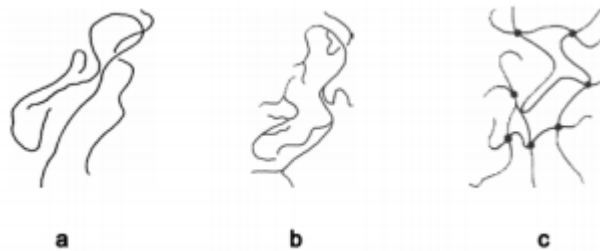
Hampir sama dengan proses *slider*, *lifter mold* juga dapat mengerjakan benda berkontur *undercut*. *Lifter* ini menggunakan proses dengan biasa disebut pisau miring. Karena proses *lifter* mendorong *pin* tersebut pada saat proses mencetak untuk mengerjakan kontur *undercut*. Tetapi metode ini jarang digunakan karena proses pengerjaan *mold* yang sulit karena penentuan sudut yang terbatas. Biasanya pengerjaan benda *undercut* sederhana saja yang mudah dikerjakan menggunakan sistem *lifter* ini. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.10.



**Gambar 2.10. Lifter Mold**  
(Sumber: [www.megamold.com](http://www.megamold.com))

### 2.3. Polimer

Polimer adalah zat yang terbentuk dari susunan partikel yang serupa (identik). Peraksian zat yang serupa tersebut terjadi bersamaan dalam reaksi kimia dan menjadikan bentuk tiga dimensi jaringan yang biasa disebut dengan polimerisasi. Jenis pembentukan polimer ini dapat digambarkan pada Gambar 2.11.



**Gambar 2.11. (a) Polimer struktur linier, (b) polimer bercabang, (c) polimer *cross link***

(Sumber: Bobcik)

### 2.4. Thermoset

Polimer ini terdiri dari beberapa polimer yang saling silang (*crosslinked*) hingga terbentuk menjadi bahan polimer yang keras dan kaku. Jenis ini dapat mengalami perubahan struktural dan kimiawi selama proses *thermal*. Pada saat proses

*thermal* berjalan membentuk struktur tiga dimensi jaringan yang menjadikan polimer tersebut menjadi struktur menjadi tiga dimensi dan sangat kaku. Pada saat proses pembentukan polimer tersebut menggunakan panas tinggi tertentu dan disebut dengan proses polimerisasi.

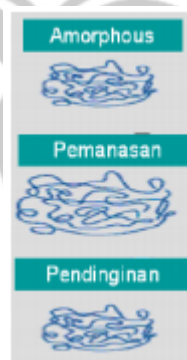
## 2.5. *Thermoplastic*

*Thermoplastic* adalah polimer yang berat dari molekulnya tinggi dan tidak ada kaitannya dengan *cross link*. Tetapi *thermoplastic* ini memiliki struktur linier yang panjang atau bercabang dengan diikat dengan gaya *Van Der Waals*. Gaya *Van Der Waals* adalah gaya tarik atau lontar antar molekul. Gaya ini memang lemah jika dibandingkan dengan gaya kimia normal, tetapi dapat berperan penting karena memberikan definisi karakter kimiawi dan natural. *Thermoplastic* pada saat dipanaskan dengan kekentalan yang tinggi akan berubah menjadi cair karena memiliki gaya intermolekul yang dimiliki.

*Thermoplastic* memiliki dua jenis polimer struktur yang berbeda yaitu,

### 1. *Amorphous*

Jenis pertama ini adalah jenis polimer non kristal yang memiliki kandungan Kristal sedikit karena bentuk dari struktur *amorphous* sendiri tidak beraturan. Polimer ini pada saat dipanaskan berbentuk tak beraturan dan pada saat dingin struktur tersebut bentuk kembali seperti semula. Dapat ditunjukkan pada Gambar 2.12.



**Gambar 2.12. Struktur *amorphous***  
(Sumber: Bobcik)

### 2. Semi Kristal

Polimer ini merupakan polimer yang mengandung kristal yang cukup tinggi dibandingkan dengan *amorphous*, dengan perbedaan yang dimiliki oleh polimer

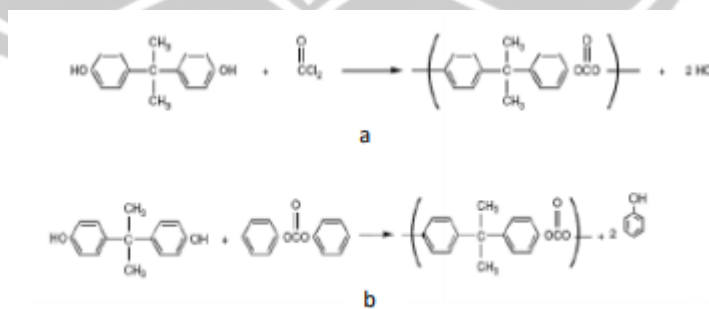
semi Kristal ini struktur yang dimiliki juga berbeda. Struktur semi Kristal memiliki bentuk yang teratur. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.13.



**Gambar 2.13. Struktur semi Kristal**  
(Sumber: Bobcik)

## 2.6. Polycarbonate

*Polycarbonate* ini termasuk dalam *engineering thermoplastic* dengan memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan plastik lainnya. Dengan memiliki keuletan, kekuatan, transparansi, dan ketahanan terhadap temperatur yang baik, maka polimer ini banyak digunakan untuk bahan pengganti kaca, lampu, gelas, *part* lampu kendaraan, *housing*, dan pelindung mesin. Struktur dari *polycarbonate* (PC) disusun dari dua polimer yaitu *bisphenol A* dan *carbonate* melalui dua cara proses yaitu metode *interface* dan *transesterifikasi*. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.14.



**Gambar 2.14. Sintesa Polycarbonate: a. Proses interface, b. Proses transesterifikasi**

(Sumber: Bobcik)

Keunggulan dari *polycarbonate* adalah:

- a. Transparansi tinggi
- b. Mudah diwarnai
- c. Tahan terhadap sinar UV
- d. Tahan terhadap suhu luar ruangan
- e. Tidak mudah pecah
- f. Tidak mudah terkikis
- g. Dapat didaur ulang

Kelemahan dari *polycarbonate* adalah:

- a. Harga mahal
- b. Insulasi suara rendah
- c. Tidak tahan dengan gores
- d. Tidak dapat dicampur dengan bahan kimia lainnya

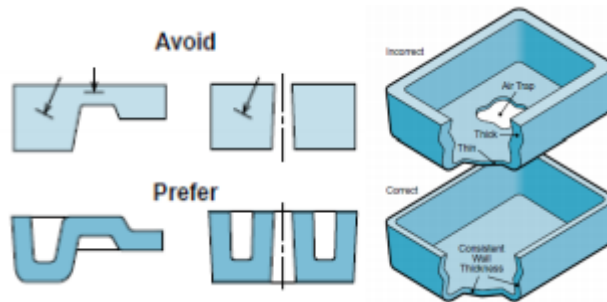
Polimer *polycarbonate* dapat diproses hampir disemua mesin plastik seperti *injection, extrude, rotational molding, thermoforming*.

## 2.7. Desain Produk

Proses merancang sebuah  *mold*, langkah pertama desainer mempelajari produk yang menjadi barang *sample* yang telah jadi. Data produk yang merupakan *sample* tersebut dapat dijadikan informasi tentang bentuk benda berupa *parting line*, posisi *ejector*, ukuran benda, dan penggunaan material yang diinginkan. Kemudian dari data-data tersebut didapatkan ukuran dan diteruskan pada gambar teknik.

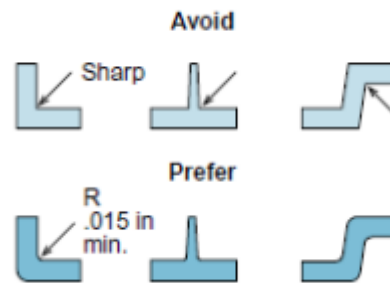
Dalam pembuatan  *mold* juga ada beberapa pertaturan yang harus diperhatikan dan diaplikasikan pada perancangan  *mold* yaitu,

1. Ukuran ketebalan dinding harus sama diseluruh bagian. Tebal dinding yang sama akan meminimalkan penyusutan, tegangan sisa, *air trap*, bengkok dan meningkatkan efisien proses *injection* pada proses cetak dan waktu siklus. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.15.



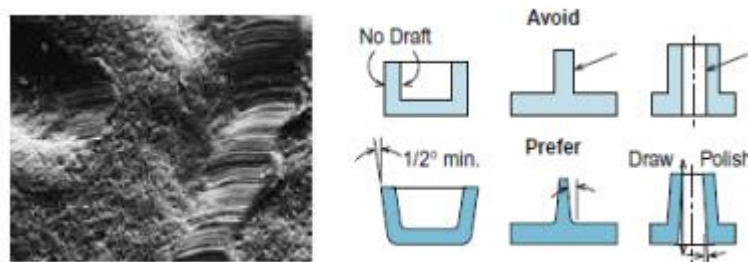
**Gambar 2.15. Perbandingan Ketebalan Dinding Avoid dan Prefer**  
(Sumber: Bayer Material Science, 2000)

2. Mengguanakan *profile* radius pada setiap ujung produk. Radius tersebut berguna untuk meminimalisir satu kali ketebalan material. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.16.



**Gambar 2.16. Perbandingan Profil Radius Avoid dan Prefer**  
(Sumber: Bayer Material Science, 2000)

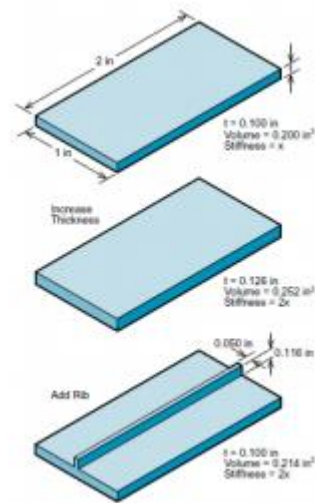
3. Mengguanakan *draft angle* pada produk, agar ketika proses melepas produk dari cetakan lebih mudah dan dapat mengurangi bekas yang ada pada produk. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.17.



**Gambar 2.17. Perbandingan Sudut Desain Avoid dan Prefer**  
(Sumber: Bayer Material Science, 2000)

4. Menyematkan penguat berupa *rib* untuk meningkatkan kekuatan pada bagian yang lentur. Tujuan dari menyematkan penguat untuk menghindari penggunaan ketebalan berlebih pada produk. Jika dapat menghindari penggunaan

ketebalan berlebih dapat menghemat berat total, biaya material dan biaya waktu siklus. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.18.

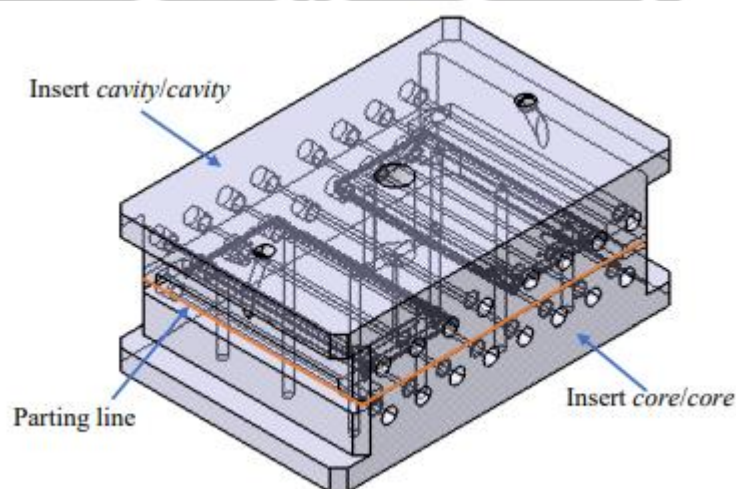


**Gambar 2.18. Pemberian *rib* pada desain produk (Sumber: Bayer Material Science, 2000)**

## 2.8. Perancangan Cetakan

### 2.8.1. *Parting Line*

*Parting line* adalah suatu bidang yang memisahkan suatu *cavity* menjadi minimal dua bagian yang satu sama lain dapat dilepas. Fungsi dari *parting line* adalah untuk menutup bagian *molding* pada saat proses injeksi berjalan. Penutupan harus rapat agar pada saat mengisi ruang cetak plastik dapat terisi dan tercetak dengan sempurna. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.19.



**Gambar 2.19. Cetakan *core* dan *cavity***

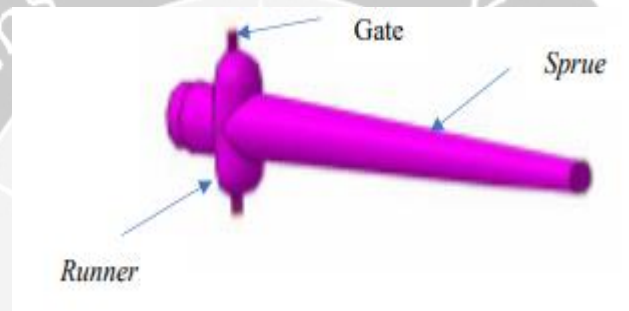


### 2.8.2. Core dan Cavity

*Core* adalah bagian dari *injection molding* pada bagian bawah, dan *cavity* terdapat pada bagian atas. Dalam proses merancang bagian cetakan tersebut, terdapat model solid dan model *insert*. Bagian solid adalah bagian cetakan produk yang dibuat secara langsung dalam  *mold*), dan model *insert* adalah bagian cetakan produk *molding* dibuat sebagai *part* terpisah). Penentuan penggunaan model tersebut tergantung dari bentuk produk yang akan diproduksi.

### 2.8.3. Runner System

Pada saat menentukan sistem ini, terdiri dari *sprue*, *runner*, dan *gate*. Komponen tersebut berfungsi untuk mengalirkan cairan plastik dari *nozzle* menuju ke bagian *core cavity* tersebut. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.20.



**Gambar 2.20. Runner System**

#### 1. Gate

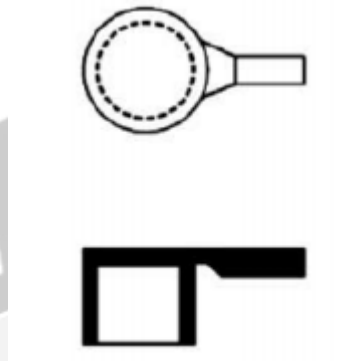
*Gate* adalah saluran masuk untuk cairan material plastik dari *runner* menuju ke *cavity* untuk memenuhi ruang cetak. Fungsi dari *gate* ini untuk mengontrol aliran cairan material plastik. Penempatan *gate* tersebut dengan cara mendekati dinding produk yang paling tebal. Peletakan *gate* ini harus benar-benar diperhatikan karena sangat menentukan hasil akhir cetakan pada produk yang dihasilkan. Aspek yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi *gate* adalah:

- a. Memposisikan *gate* dibagian yang tebal dari produk yang akan dicetak
- b. Letakan *gate* pada bagian yang tersembunyi
- c. Pelepasan *gate* harus semudah mungkin
- d. Hindari *jetting*.

*Gate* mempunyai beberapa jenis, yang memiliki masing – masing fungsi yang berbeda. Jenis – jenis *gate* tersebut yaitu:

a. *Fan Gate*

*Gate* ini memiliki bentuk mirip seperti kipas atau *fan*. *Gate* ini digunakan untuk membuat aliran stabil kebagain cetakan. Keuntungan dari *gate* ini adalah menghindari deformasi dan mempertahankan keutuhan produk. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.21.



Gambar 2.21. *Fan Gate*

(Sumber: [mechanicalengblog.com](http://mechanicalengblog.com))

b. *Pin Gate*

*Pin gate* merupakan *gate* yang digunakan pada konstruksi *three – plate mold*. Tipe ini dibuat untuk mempermudah produk lepas dengan *gate* dan *runner*, sehingga diameter *gate* dibuat sekecil mungkin. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.22.

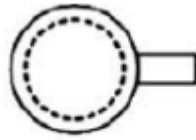


Gambar 2.22. *Pin Gate*

(Sumber: [mechanicalengblog.com](http://mechanicalengblog.com))

c. *Edge gate*

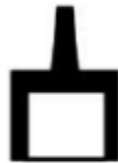
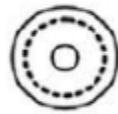
*Edge gate* biasanya diletakan pada samping produk untuk mengisi cairan plastik dari samping atau bisa dari bawah. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.23.



**Gambar 2.23. Edge Gate**  
(Sumber: mechanicalengblog.com)

d. *Sprue Gate*

*Gate* ini merupakan *gate* langsung yang tidak memerlukan banyak tekanan injeksi dan waktu pengisian yang cepat. Kerugian juga dimiliki oleh *gate* ini yaitu meninggalkan bekas luka *gate* yang cukup terlihat dan sulit dihilangkan. Penggunaan tipe ini digunakan untuk produksi barang rumah tangga seperti ember, gelas plastik, dan lain lain. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.24.



**Gambar 2.24. Sprue Gate**  
(Sumber: mechanincalengblog.com)

2. Runner

*Runner* adalah bagian dari sistem sebagai saluran tempat mengalirnya material dari *spure* menuju ke cetakan. Rancangan desain *runner* yang baik tidak hanya meliputi geometri yang benar, ukuran serta posisi yang ditentukan, tetapi perlu diperhatikan juga pada saat mengeluarkan produk setelah selesai dicetak.

*Runner* yang baik memiliki jarak *runner* ataupun *gate* dari titik tengah *sprue* dan diameter *runner* ataupun *gate* yang sama pada saat merancang *sistem runner*. Cara untuk menghitung diameter *runner*, dan *gate* adalah:

$$D = \frac{W^{0.5} \cdot L^{0.25}}{3.7} \quad (2.1)$$

Dimana, D = diameter *runner* (mm)

W = berat produk (gram)

L = panjang *runner* (mm)

Perhitungan *circular gate*

$$r = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \gamma}} \quad (2.2)$$

Dimana, r = *gate diameter* (cm)

Q = *shot volume/injection time* (cm/s)

$\gamma$  = *shear rate* (s)

Perhitungan jarak produk terhadap *sprue* dapat juga dihitung dengan menggunakan *ratio flow path* sebagai acuan, dengan cara

$$L_p = \frac{L_1 + L_2}{2} \quad (2.3)$$

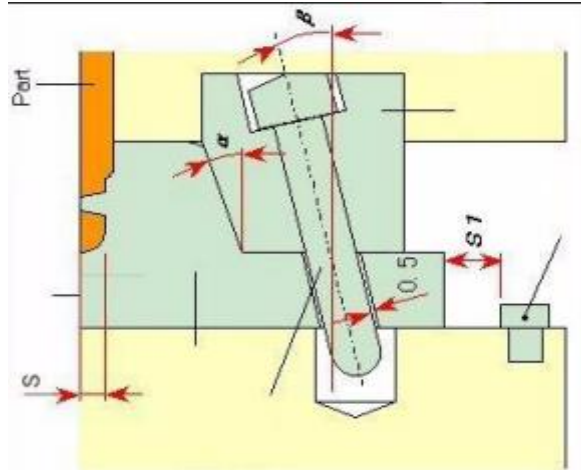
Dimana,  $L_p$  = *Flow length* (mm)

$L_1$  = Jarak tengah *sprue* dengan *runner* (mm)

$L_2$  = Jarak *gate* dengan ujung produk (mm)

#### 2.8.4. Sistem *Slider Angular*

Sistem *slider angular* merupakan sistem mekanis untuk membentuk dan melepas bagian kontur *undercut* pada produk. Berikut dijelaskan sistem dari *slider*, yang akan ditunjukkan pada Gambar 2.25.



**Gambar 2.25. Sistem *slider* dengan mekanisme**  
(Sumber: upmold.com)

1. *Slide*

*Slide* adalah komponen yang berfungsi membentuk kontur *undercut* yang terdapat pada produk dan bekerja dengan bersama gerakan pada saat *mold* membuka atau selesai mengisi penuh ruang cetak.

2. *Angular*

Biasanya penggunaan *slider* menggunakan *angular pin* atau *angular*. Dapat dilihat pada Gambar 2.26. Penggunaan pin atau tidak ditentukan dari ukuran benda yang akan dibentuk *undercut* tersebut. Jika benda tidak besar tidak membutuhkan pin. Sudut kemiringan dari *angular* dan *angular pin* adalah 13 - 25°. Penentuan dari panjang *angular* dan *mold open stroke* dapat dihitung dengan rumus,

$$L = \frac{s}{\sin \alpha} \quad (2.4)$$

Diketahui, L = panjang (mm)

S = jarak *slider block* bebas (mm)

$\sin \alpha$  = sudut kemiringan *angular pin* (mm)

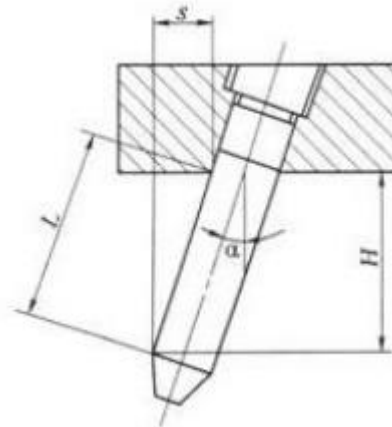
panjang *mold open stroke*:

$$H = S \cdot \cos \alpha \text{ (persamaan 2.5)}$$

Diketahui, H = panjang *mold open stroke* (mm)

S = jarak *slider block* bebas (mm)

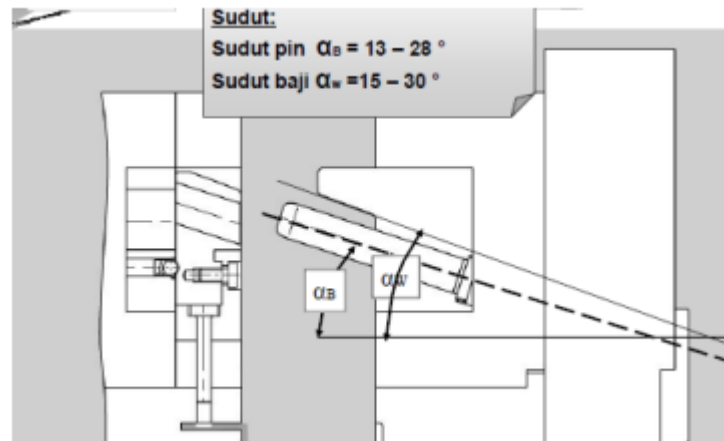
$\cos \alpha$  = sudut kemiringan *angular* ( $^{\circ}$ )



**Gambar 2.26. Panjang *angular***  
(Sumber: [www.myplasticmold.com](http://www.myplasticmold.com))

3. *Locking block*

*Locking block* ini berguna untuk menahan *slider* pada posisinya pada saat proses cetak sedang berjalan. Sudut dari *locking block* tersebut adalah 15-30°. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.27.



**Gambar 2.27. Kemiringan sudut *locking block* dengan *angular***  
(Sumber: [www.myplasticmold.com](http://www.myplasticmold.com))

4. *Core Stop Block*

*Core stop block* berguna untuk menahan *slider core* agar tidak berubah posisi terlalu jauh pada saat *opening mold*.

#### 2.8.5. Sistem *Ejector Mold*

*Ejector* berguna untuk membantu melepaskan produk dari cetakan dan ketika proses mencetak berlangsung, *ejector* dapat berfungsi menjadi bagian dari *cavity* yang menahan tekanan dari material plastik yang sedang menuju cetakan. Dalam pembuatan rancangan  *mold*, sistem *ejector* perlu diperhatikan antara lain:

1. Bagian geometri produk

Pada bagian ini produk sering tidak memberikan ruang kepada *ejector*. Bagian produk tersebut mungkin diberi lubang untuk membantu mengeluarkan benda jika benda tersebut berukuran besar.

2. Jenis material

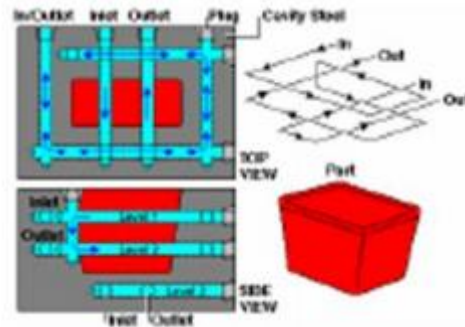
Material plastik yang digunakan akan mempengaruhi pilihan dan jumlah *ejector*. Material plastik misalnya  *polystyrene* harus ditambahkan bahan tambah akan mempengaruhi *ejector* juga. Maka dari itu material harus diperhatikan dengan benar.

3. Spesifikasi mesin

Spesifikasi mesin sangatlah penting dan sangat berpengaruh pada saat merancang suatu  *mold*. Yang menjadi perhatian khusus yaitu  *opening stroke*,  *machine ejection features*,  *movement control features*.

#### 2.8.6. *Cooling*

*Cooling* bertugas untuk mendinginkan temperature produk pada saat proses pencetakan atau  *fill time*. *Cooling* juga menjaga suhu  *core* dan  *cavity* agar selalu pada suhu yang pas. Sistem  *cooling* sendiri dibuat pada bagian pencetak yaitu pada  *insert cavity*,  *insert core* dan  *slider*, tergantung dari konstruksi  *mold* yang akan dibuat. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.28.



**Gambar 2.28. Sistem *cooling* pada konstruksi *mold***

(Sumber: [www.myplasticmold.com](http://www.myplasticmold.com))

### 2.8.7. *Moldbase*

Bagian utama dari proses pencetakan yaitu *moldbase*. *Moldbase* biasanya dibuat menggunakan proses *frais*. Dengan kemajuan sekarang *moldbase* sering dibuat menggunakan mesin CNC agar hasil halus dan ukuran yang presisi.

*Moldbase* terdiri dari empat pasang tongkat *bosh* atau biasa disebut dengan *guide pin*. Susunan plat – plat tersebut menjadi dua bagian yaitu *mold* gerak dan *mold* diam. Kemudian plat tersebut di *assembly* menjadi satu menjadi kesatuan *moldbase*. Bentuk dari *moldbase* dapat dilihat seperti Gambar 2.29.



**Gambar 2.29. *Moldbase***

(Sumber: ATMI – IGI)

*Moldbase* ini terdiri dari banyak bagian dan mempunyai fungsi masing-masing. Bagian dan fungsi akan dijelaskan pada tabel 2.1



Tabel 2.1. Bagian dan fungsi *Moldbase*

<i>Mold</i>	
Elemen	Fungsi
<i>Top clamping plate</i>	Mengikatkan (menempel) <i>mold</i> dengan <i>machine stationary plate</i>
<i>Cavity plate</i>	Membuat produk pada sisi <i>cavity</i> atau tempat menaruh <i>cavity insert</i> .
<i>Core plate</i>	Membuat produk dari sisi <i>core</i> atau menaruh <i>core insert</i> .
<i>Insert cavity &amp; Insert core</i>	Bagian mencetak produk
<i>Support plate</i>	Menahan <i>pressure</i> yang terjadi saat proses injeksi atau menahan <i>insert core</i> dan <i>core plate</i> .
<i>Spacer block</i>	Memberikan jarak pada saat <i>ejector</i> bergerak maju dan mundur, atau <i>stroke</i> untuk mengeluarkan produk dari <i>molding</i> .
<i>Bottom Plate</i>	Mengikat (menempelkan) <i>mold</i> dengan <i>machine moveable plate</i> .
<i>Ejector plate</i>	Menggerakkan <i>ejector</i> pin dalam mengeluarkan produk.
<i>Ejector back plate</i>	Menahan / mengikat <i>ejector</i> agar tidak lepas, dan plat ini yang akan didorong oleh <i>ejector rod</i> pada <i>machine injection</i> dengan perantara <i>ejector plate</i> .
<i>Locating Ring</i>	Meluruskan antara <i>mold</i> dengan <i>nozzle</i> dari mesin <i>injection</i> .
<i>Sprue Bush</i>	Menyalurkan cairan plastik dari ujung mesin injeksi kedalam inti cetakan ( <i>cavity</i> ) yang berada didalam <i>molding</i> , sebagai penghubung pelengkap untuk menyalurkan material pendingin kedalam cetakan plastik. Saluran yang dirancang miring/taper dengan kualitas permukaan yang halus, dimaksudkan agar cairan plastik dapat dengan mudah masuk cetakan dan setelah dingin dapat dengan mudah dilepas.
<i>Guide Pin &amp; Guide Bush</i>	Pemandu <i>core plate</i> dan <i>cavity plate</i> agar posisi tidak berubah.

<i>Return Pin</i>	Mengembalikan posisi <i>Ejector plate</i> ke posisi semula. Pada <i>mold standard return pins</i> di pasang empat buah,
<i>Stop Pin</i>	Menjaga <i>Ejector plate</i> tetap dalam posisi datar, selain itu untuk menjaga <i>bottom clamp plate</i> dari kerusakan (kalau <i>Ejector plate</i> mundur berlebihan maka akan mengenai <i>bottom clamp plate</i> ).
<i>Core Stop Block</i>	Menentukan posisi batas mundur <i>slide core</i> pada waktu pembukaan <i>mold</i> .
<i>Angular pin</i>	Membatasi gerakan <i>slide core</i>
<i>Slide Core</i>	Membentuk bagian <i>undercut</i> dan berhubungan langsung dengan pergerakan opening serta <i>closing mold</i> .
<i>Ejector Pin</i>	Mengeluarkan produk dari cetakan
<i>Locking block</i>	Menahan <i>slide core</i> ketika sedang berlangsung tekanan injeksi
<i>Plunger Spring</i>	Menahan <i>slide core</i> mundur
<i>Locking Screw</i>	Pengikat <i>plunger screw</i> pada <i>plate</i>
<i>Slide Rail</i>	Menahan posisi <i>slide core</i> agar stabil ketika mundur

#### 2.8.8. *Mold Material*

Material *mold* adalah material yang akan digunakan pada plat *mold* yang sudah disesuaikan dengan kebutuhan. Persyaratan yang dapat dipakai pada perancangan konstruksi *mold* dan harus dipenuhi adalah:

##### 1. Tahan aus

Material harus mampu mempertahankan usia untuk menggunakan *mold* tersebut. Dan ukuran produk yang akan dibuat sesuai dengan jumlah maupun kepresisian produk.

##### 2. Mempunyai sifat *polishing*

*Polishing* penting untuk melakukan *finishing* pada bagian luar produk.

##### 3. *Cutting Proses*

Material harus mampu untuk mempermudah proses pada saat pencetakan dan pelepasan produk setelah selesai mencetak.

##### 4. *Thermal conductivity*

Material harus bisa menghantarkan panas yang stabil dan sesuai dengan yang diinginkan agar produk yang diproduksi menghasilkan produk yang sesuai. Dan material juga harus dapat mendinginkan produk pada saat selesai mencetak.

## 5. Harga

Menggunakan harga yang pas untuk menemukan harga jual yang sesuai.

### **2.9. Metode *Brain Storming***

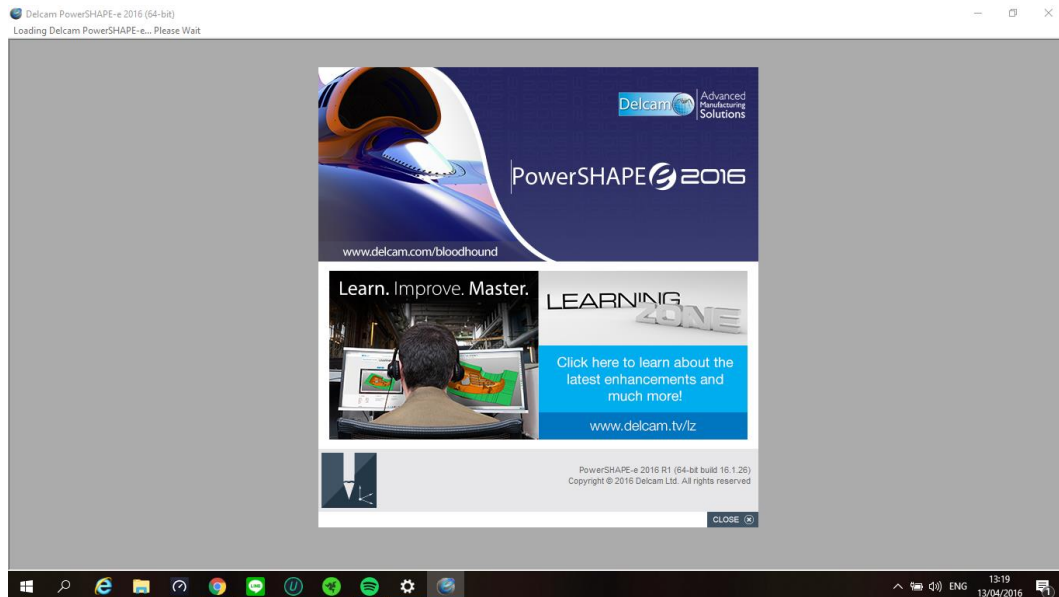
Metode *brain storming* adalah suatu metode seperti bertukar pikiran dengan seseorang yang lebih memahami dan menguasai suatu teori. Cara atau teknik penggunaan *brainstorming* sendiri yang digunakan adalah diskusi kelompok saling menyatakan pendapat dan komentar sehingga dapat memecahkan masalah yang sedang dihadapi.

Metode *brain storming* sendiri diperkenalkan oleh Alex Faickeny Osborn pada tahun 1953. Menurut beliau, dalam suatu kelompok bisa menggandakan hasil tukar pikiran dengan sistem *brainstorming*. Metode ini juga mempunyai tujuan dari penggunaannya yaitu:

1. Menciptakan penyampaian ide dan pengalaman belajar yang sangat membantu terjadinya suatu gagasan kelompok.
2. Memiliki banyak pendapat dan ide dari beberapa orang yang ikut dalam kelompok tersebut.
3. Mengajarkan pelajaran dalam mengumpulkan beberapa ide dan mengembangkan gagasan yang muncul.
4. Partipasi ingin tahu yang lebih tinggi.
5. Suasana yang terjadi biasanya lebih menyenangkan.
6. Melatih berpendapat dan memecahkan ide dalam suatu kelompok.

### **2.10. *PowerSHAPE MoldMaker 2016***

*PowerSHAPE Moldmaker 2016* adalah *software Computer Aided Engineering (CAD)* yang digunakan untuk membuat dan mendesain suatu produk. Penggunaan *PowerSHAPE* dapat digunakan dalam bentuk *surface* atau *solid*. Proses pengerjaan gambar untuk bentuk 3D dalam perancangan yang akan dibuat dapat menggunakan *software* ini dan akan menghasilkan suatu gambar sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Halaman muka dari *PowerSHAPE Moldmaker 2016* dapat dilihat pada Gambar 2.30.



**Gambar 2.30. Halaman Muka *PowerSHAPE Moldmaker 2016***

*PowerSHAPE* yang digunakan untuk pembuatan desain  *mold*  ini adalah *PowerSHAPE Moldmaker 2016* yang memang diperuntukan khusus untuk pembuatan  *mold* . Fitur – fitur yang digunakan ada beberapa buah dan akan diterangkan sesuai dengan penggunaan. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.31.



### **2.31. Fitur *Wizard* yang digunakan**

#### **1. *Primitives From Point***

Kegunaan dari *wizard* ini adalah untuk mencari titik – titik yang dapat digunakan untuk titik acuan pembuatan  *mold*  dari benda yang sudah digambar. Biasanya membutuhkan minimal tiga titik yang dapat membantu untuk membuat referensi dari  *mold*  tersebut. Logo dari  *Primitives from Point*  dapat dilihat pada Gambar 2.32.



**Gambar 2.32.  *Primitives from Point***

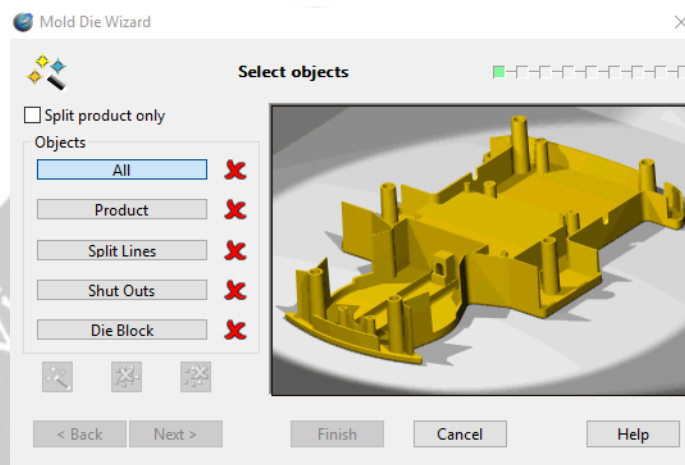
#### **2. *Start Mold Die Wizard***

Kegunaan dari fitur  *start mold die wizard*  adalah penentuan dan pembuatan gambaran dari  *mold*  yang akan dibuat sesuai dengan benda yang sudah dibuat

atau ditentukan untuk membentuk cetakan tersebut menjadi sesuai dengan bendanya. Sistem kerja dari *wizard* ini adalah mencocokkan bagian - bagian, material yang akan digunakan untuk pembuatan *mold* sesuai dengan kebutuhan. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.33 dan Gambar 2.34.



**Gambar 2.33. Start Mold Die Wizard**



**Gambar 2.34. Fitur Penentuan Pembentukan Mold**

### 3. *Separate Solid into Core/Cavity*

Penggunaan fitur ini digunakan untuk memisahkan benda solid yang dibuat hingga menjadi bentuk cetakan yang berupa *core* dan *cavity*. Logo *Separate Solid into Core/Cavity* dapat dilihat pada Gambar 2.35.



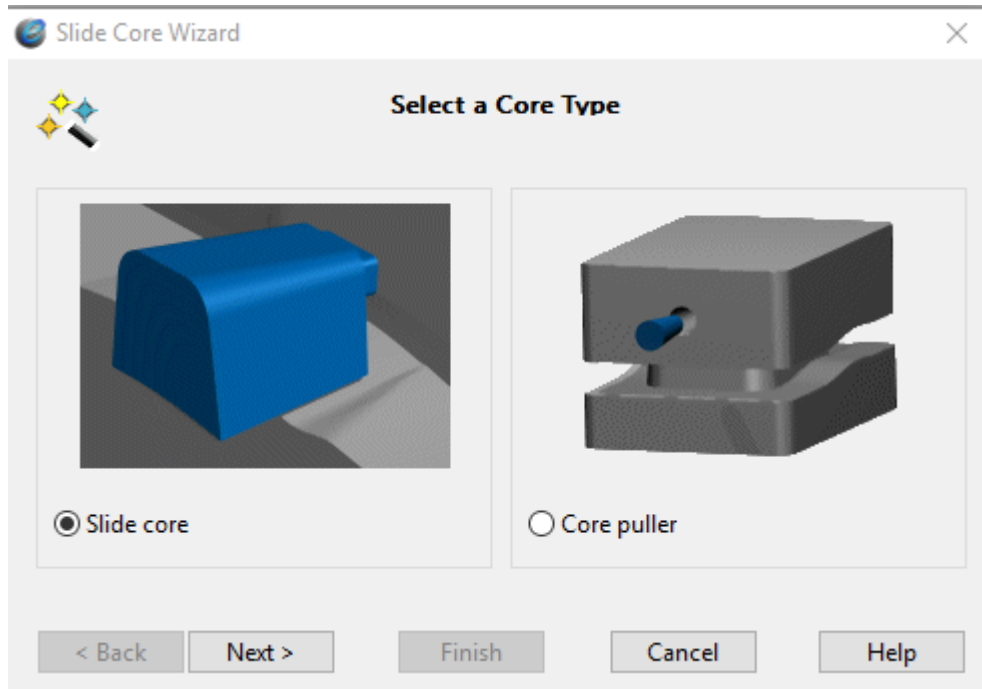
**Gambar 2.35. Separate Solid into Core/Cavity**

### 4. *Slide Core Wizard*

Fitur ini digunakan untuk membuat sistem *slider*. Fitur ini tersedia dua macam yaitu dengan menggunakan *slider core* atau *slider puller*. Pembuatan dan mekanisme yang diinginkan dapat dibuat pada bagian fitur ini. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.36. dan Gambar 2.37.



**Gambar 2.36. Slide Core Wizard**



**Gambar 2.37. Pilihan penggunaan *slider***

#### 5. *Start Core/Cavity Wizard*

Fitur ini adalah memulai membuat *mold* secara rinci dengan memasukan kebutuhan – kebutuhan yang akan digunakan pada desain *mold* tersebut. Dalam hal ini juga pemilihan material dan mesin yang digunakan pada pembuatan benda tersebut. Logo *Start Core/Cavity Wizard* dapat dilihat seperti Gambar 2.38.



**Gambar 2.38. *Start Core/Cavity Wizard***

#### 6. *Start Moldbase Wizard*

Fitur ini adalah penentuan dan perancangan semua kebutuhan dari *mold* yang akan dibuat. Mulai dari material *moldbase*, bentuk dan kebutuhan dari *mold* yang akan dibuat tersebut ada dalam fitur ini untuk membantu dalam perancangan desain *mold* ini. Logo *Start Moldbase Wizard* dapat dilihat pada Gambar 2.39.



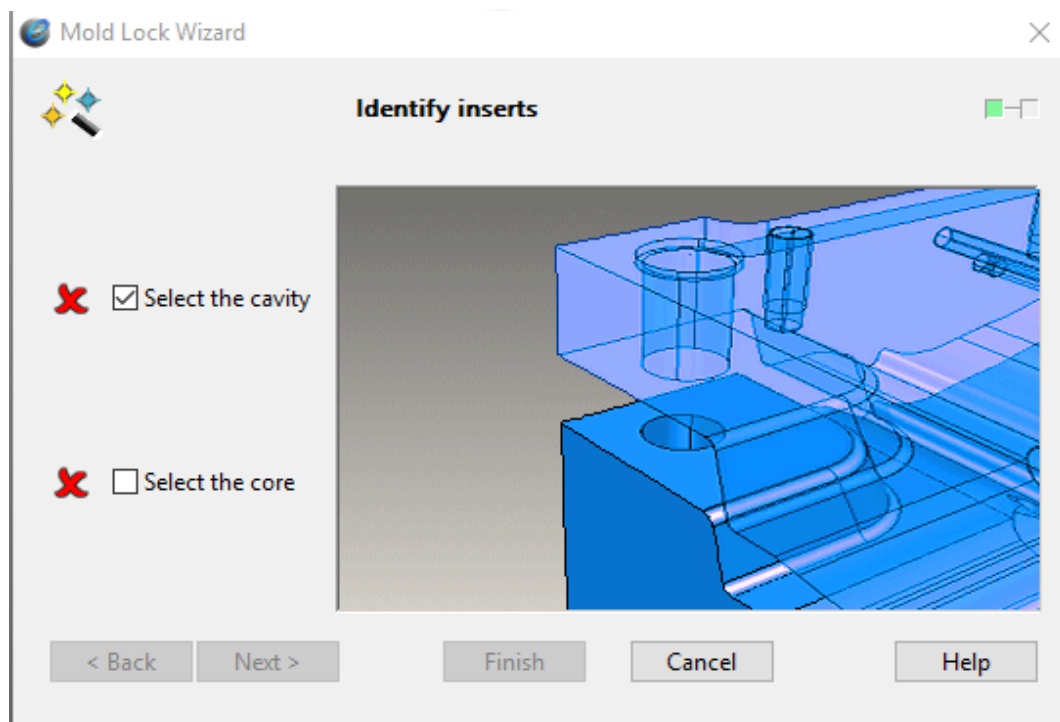
**Gambar 2.39. *Start Moldbase Wizard***

### 7. *Smart Lock Mold Wizard*

Fitur ini berguna untuk mengunci bagian dari *core* dan *cavity*. Biasanya digunakan pada tiap ujung dari *core* dan *cavity* atau pada penggunaan kontur yang berupa satu poros yang terdapat pada *core* dan *cavity* tersebut. *Smart Lock Mold Wizard* dapat dilihat seperti Gambar 2.40. dan Gambar 2.41.



**Gambar 2.40. *Smart Lock Mold Wizard***



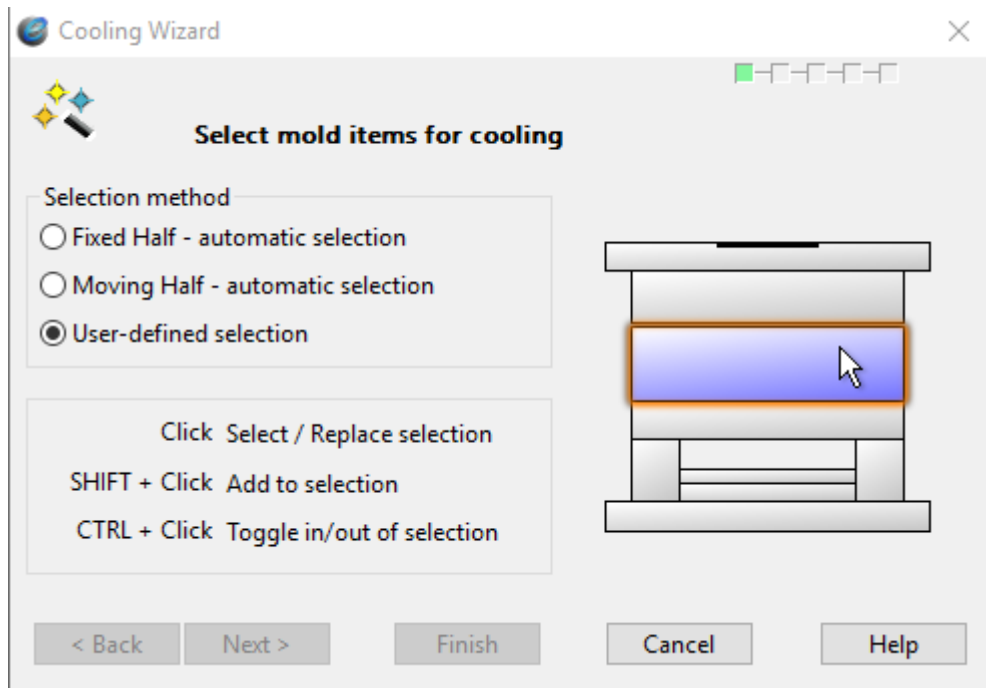
**Gambar 2.41. Penentuan *Smart Lock Mold Wizard***

### 8. *Start Cooling Wizard*

Pada fitur ini untuk membantu pembuatan *cooling* yang dibutuhkan pada *mold*. Dapat disesuaikan penggunaan *cooling* tersebut sesuai dengan kebutuhan dari benda yang akan dibuat. *Start Cooling Wizard* dapat dilihat pada Gambar 2.42. dan Gambar 2.43.



**Gambar 2.42 *Start Cooling Wizard***



**Gambar 2.43. Pilian Penentuan Cooling**



## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian bertujuan untuk mendukung penelitian berjalan secara baik. Selain data – data, latar belakang dan menjelaskan masalah secara teliti. Pelaksanaan penelitian dilakukan secara benar dan cermat berisi dengan hal variabel-variabel dan kaitan antara variabel yang menjadi bahan penelitian. Hasil dari penelitian diharapkan sesuai dengan tujuan peneliti yang sudah direncanakan dan dapat memberikan saran atau jalan keluar dari masalah yang dihadapi oleh perusahaan.

Dilakukannya penelitian untuk mendapatkan hasil proses pada *moldbase slider* yang berpengaruh terhadap benda pesanan konsumen yang memiliki kontur *undercut* pada benda. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin injeksi plastik, *software PowerSHAPE Moldmaker 2016*, dan *software MoldFlow*.

Urutan pada proses penelitian dibagi menjadi beberapa tahapan penelitian sebagai berikut:

### **3.1 Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah merupakan beberapa tahapan awal dari proses penelitian yang akan dilaksanakan. Permasalahan yang diidentifikasi secara jelas dan benar akan melancarkan penelitian dengan tujuan dan hasil yang baik dan benar. Penelitian juga tidak memberikan jawaban yang diberikan secara langsung dari peneliti, tetapi hasil harus mempunyai pengaruh dalam pemecahan masalah yang ada. Dalam hal ini akan dibagi menjadi dua, yaitu:

#### **3.1.1. Studi Lapangan**

Penulis melakukan pengambilan data di IGI ATMI Surakarta. Pengambilan data pada lapangan dapat diketahui masalah apa yang dihadapi ketika pembuatan benda yang memiliki kontur *undercut* pada *mold* di mesin injeksi plastik. IGI ATMI Surakarta sebagai perusahaan jasa proses pembuatan benda injeksi plastik yang menerima desain atau *mold* dari pelanggan ataupun dari *tool making* tanpa disertai data dan parameter proses yang tertera. Pemesan hanya memberikan data permintaan pada produk yang harus dihasilkan pada proses injeksi sehingga produk yang cacat ditanggung oleh ATMI Surakarta, apalagi pembuatan benda

yang mempunyai kontur *undercut* tidak dapat dikerjakan menggunakan *mold* atau cetakan. Maka dari itu *mold* pada benda tersebut harus menggunakan *slider*.

Hasil pengamatan yang dibutuhkan dari studi lapangan adalah data dari perancangan *mold* dengan *slider* untuk pengerjaan benda yang memiliki kontur *undercut*. Data penunjang lainnya seperti data material, permintaan pelanggan dan kesulitan dalam *design* menjadi tambahan untuk mendapatkan kualitas sesuai spesifikasi. Dan nantinya data tersebut hasilnya akan dianalisa sesuai hasil pada *software moldflow*.

### **3.1.2. Studi Pustaka**

Studi pustaka dilakukan untuk melihat dengan jurnal-jurnal atau referensi sebelumnya yang terkait tentang penelitian yang dilakukan untuk pembuatan *mold* dengan perancangan *slider* pada *mold* yang dibuat.

### **3.2. Rumusan Masalah dan Penetapan Tujuan Penelitian**

Rumusan masalah pada penelitian bagaimana pada saat meneliti mendapatkan data proses yang paling efisien dan optimal dalam proses pembentukan benda berkontur *undercut*. Prediksi yang terjadi pada *mold slider* adalah penentuan aliran arah tiup dari mesin injeksi molding dan desain dari cetakan tersebut untuk menjadikan benda yang sesuai dengan keinginan tanpa ada sumbatan atau cacat cetak pada mesin. Penggunaan *slider* ini pada *mold* perlu dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut.

Pada dasarnya bahwa pesanan dari konsumen yang dipesan ke IGI ATMI Surakarta banyak dengan pesanan benda berkontur *undercut* dan harus diproduksi masal. Nilai dari studi lapangan dengan penggunaan *slider* dapat membantu produksi benda berkontur *undercut* yang sulit dibentuk jika penggunaan *mold* tanpa menggunakan *slider*.

### **3.3. Perencanaan Proses Eksperimen dengan Metode *Brainstroming***

Metode penelitian pada proses pengambilan data hingga pengerjaan rancangan produk dengan cara membahas dan bertanya kepada seorang yang telah benar-benar memahami tentang cara membangun sebuah konstruksi *moldbase*. Dengan bertanya dan memahami ilmu yang diberikan oleh pendamping, maka dapat digunakan untuk menyusun konstruksi *mold* tersebut dengan meminimalisir kesalahan pada saat pembuatan.

### **3.4. Pelaksanaan Eksperimen**

Pelaksanaan eksperimen dilakukan untuk mencari kebutuhan-kebutuhan yang akan dibuat. Tujuan pelaksanaan eksperimen ini untuk mengidentifikasi masalah pada faktor pembuatan benda berkontur *undercut*. Dari situ dapat dilihat bagaimana cara mengetahui pengerjaan produk benda dengan memiliki *undercut*. Pelaksanaan eksperimen tersebut dilakukan dengan membuat *mold slider* menggunakan *software PowerSHAPE Moldmaker 2016* dan akan diteruskan menggunakan *moldflow* karena perlu dilakukan pembuatan dan percobaan dengan menggunakan *software* terlebih dahulu. Jika eksperimen dilanjutkan dengan merealisasikan dengan percobaan langsung pada mesin maka akan membutuhkan dana yang sangat besar dan beberapa resiko akan sangat besar jika dilakukan proses percobaan secara langsung. Tahap dalam mensimulasikan pekerjaan ini yaitu dengan cara menggambar *mold slider* tersebut dengan menggunakan *PowerSHAPE Moldmaker 2016*. Dengan *software* tersebut akan digambar secara digital dengan mengikuti bentuk benda yang ada. Pembuatan *mold* akan dilanjutkan dengan *software Moldflow* untuk mengetahui apakah gambar cetakan yang dibuat sudah dapat digunakan dengan baik tanpa ada timbulnya cacat pada benda.

### **3.5. Pengolahan Data dan Optimasi dengan Metode *Brainstroming***

Pada pengolahan data adalah dimana proses lanjutan untuk mendapatkan hasil yang benar. Proses ini sudah menggunakan proses gambar digital menggunakan *PowerSHAPE Moldmaker 2016*. Langkah-langkah yang dilakukan adalah metode *brainstorming* adalah:

#### **a. Identifikasi Karakteristik Kualitas**

Pada tahap ini digunakan untuk menentukan benda yang akan di produksi bertujuan untuk membuka pikiran bagaimana cetakan tersebut akan dibentuk agar cetakan tersebut dapat menghasilkan benda sesuai dengan apa yang dibutuhkan. Dengan pemahaman tersebut didapat juga ukuran benda yang akan diproduksi, material yang digunakan dan pengerjaan kontur *undercut*.

#### **b. Memilih Faktor Berpengaruh**

Tahap ini dilakukan untuk menentukan faktor yang dapat mempengaruhi benda produksi *cover casting type 1* pada saat proses produksi. Maka dari situ untuk

mengoptimalkan desain konstruksi yang dituju menggunakan *software PowerSHAPE Moldmaker 2016*. Dengan gambar yang dihasilkan adalah tiga dimensi atau 3D. Konstruksi tersebut dikerjakan berdasarkan saran dari pengajar, teori, dan pengalaman dari *moldmaker* pada PT. ATMI-IGI.

c. Penentuan Jumlah Level dan Faktor *Setting*

Dalam mengerjakan konstruksi *mold* perlu memperhatikan batasan yang harus dilakukan karena adanya kemungkinan perbedaan pengerjaan dasar dari perusahaan. Karena penelitian menentukan faktor dari mesin agar yang dihasilkan sesuai dengan realita.

d. Pemilihan *Brainstroming*

Faktor yang dipilih akan diaplikasikan dengan menggunakan ke hasil dari *brainstorming* dengan *moldmaker* yang ada pada pembuatan desain konstruksi *mold* tersebut dengan menggunakan *PowerSHAPE Moldmaker 2016* berupa hasil desain gambar 3D.

### 3.5.1. Alur Pembuatan Desain *Moldbase*

1. Membuat Produk Baru dan Menggambar *Part*

Pada tahap ini mempersiapkan benda yang akan digambar yang sesuai dengan proses yang akan dibuat. Untuk penggambaran menggunakan *software PowerSHAPE Moldmaker 2016*. Dalam projek tersebut penggambaran benda akan digambar secara 3D dibentuk sesuai dengan gambar benda yang akan dibuat. Harus mirip dengan gambar yang diminta sesuai dengan dimensi, ukuran dan material yang akan digunakan.

2. Membuat *Mold Base*

Setelah model 3D dari barang yang akan dibuat telah selesai, maka akan diteruskan dengan pembuatan dari *mold*. Pembuatan *mold* juga dilakukan pada *software PowerSHAPE Moldmaker 2016*. Proses pembuatan tersebut sudah dibantu oleh *software* tersebut. Kita hanya perlu memberikan bagian mana yang kurang pas dan memikirkan apakah bentuk *mold* yang akan dibuat sudah sesuai dengan hasil yang akan dicetak. Dalam hal ini juga harus memikirkan meminimalkan cacat yang akan terjadi pada benda.

3. Pemilihan Material Plastik

Benda yang akan dibuat ini memiliki material plastik yang sesuai dengan kegunaannya. Data plastik dari bank data yang disediakan dan dimasukkan ke

dalam *study*. Pemilihan material plastik merupakan langkah pertama yang sangat penting agar tidak salah dalam pemilihan material karena mempengaruhi hasil dari produk yang akan dibuat. Data yang mempengaruhi dari pemilihan material plastik ini yaitu suhu *mold*, suhu leleh, viskositas, dan spesifikasi-spesifikasi lainnya sesuai dengan jenis plastiknya.

#### 4. Perancangan *Gate*

Perancangan *gate* digunakan untuk mengatur saluran penghubung dari *cavity* dan *runner system*. Dengan analisa pemilihan lokasi *gate* ini, memberikan saran yang akan ditampilkan pada *moldflow* dimana lokasi *gate* yang paling optimal untuk proses mencetak.

#### 5. Analisis *Fast Fill*

Analisis tersebut dilakukan untuk melihat proses yang dilakukan apakah sudah optimal atau masih ada kesalahan yang terjadi. Jika ada hal yang belum sesuai untuk proses produksi maka akan diberikan *warning* dan diminta untuk membenarkan bagian-bagian yang kurang tepat.

#### 6. Analisis *Molding Window*

Analisis *molding window* adalah untuk menemukan kondisi optimal *molding* yang dibuat dan dianalisis pada jendela proses area. Kondisi *molding* yang benar merupakan awalan untuk proses selanjutnya agar pada proses akan stabil dan tidak ada cacat yang terjadi.

#### 7. Pembuatan *Runner System*

Pembuatan *runner* diperlukan untuk membuat tipe *gate* dan *runner* desainnya. Posisi dari tipe *gate* mempengaruhi proses aliran material. Desain *runner* yang baik akan mengoptimalkan pengisian dari lelehan plastik masuk ke cetakan.

#### 8. Analisis *Filling*

*Filling* adalah analisis yang dilakukan dalam memulai simulasi injeksi plastik. Hasil yang didapatkan adalah indikator parameter proses dan waktu yang paling optimal yang didapatkan pada saat pengisian lelehan biji plastik memenuhi cetakan dan menjadi barang jadi. Hasil dapat dilihat dalam *PowerSHAPE Moldmaker 2016* tersebut sesuai dengan *setting* hasil dari penataan *mold* tersebut.

#### 9. *Packing / Holding*

Proses *holding* diperlukan untuk menjaga material dapat membeku secara bersamaan. Material yang tidak dapat membeku secara bersamaan akan

mengakibatkan cacat benda. Biasanya cacat yang akan muncul adalah *warpage* dan *shrinkage*. Hasil analisa ini akan mendapatkan data waktu *holding* dari proses *packing*. Dari data tersebut dapat dioptimalkan untuk mendapatkan tekanan pada injeksi yang merata.

#### 10. Analisis *Colling*

Analisis *cooling* dipusatkan pada desain aliran pendingin yang diperlukan dalam proses injeksi. Hasil dari aliran pendingin tersebut dapat dievaluasi berdasarkan pengaruh terhadap pembekuan dari plastik yang terjadi. Dengan desain aliran pendinginan yang baik dan optimal maka kecacatan yang kemungkinan akan timbul lebih sedikit dan benda yang dibuat lebih baik dan jauh dari kata cacat.

### 3.6. Hasil Analisis

Tahap verifikasi yang dilakukan untuk verifikasi data yaitu:

#### 3.6.1. Konfirmasi dan Hasil Simulasi

Proses yang telah dilakukan dikonfirmasi dengan proses *moldflow* yang dilakukan. Hasil dari proses pembuatan dari *mold* yang dilengkapi dengan sistem *slider* akan dianalisa pada *moldflow* untuk desain yang benar dan optimal pada saat digunakan.

#### 3.6.2. Ukuran Gambar dan Produk Hasil

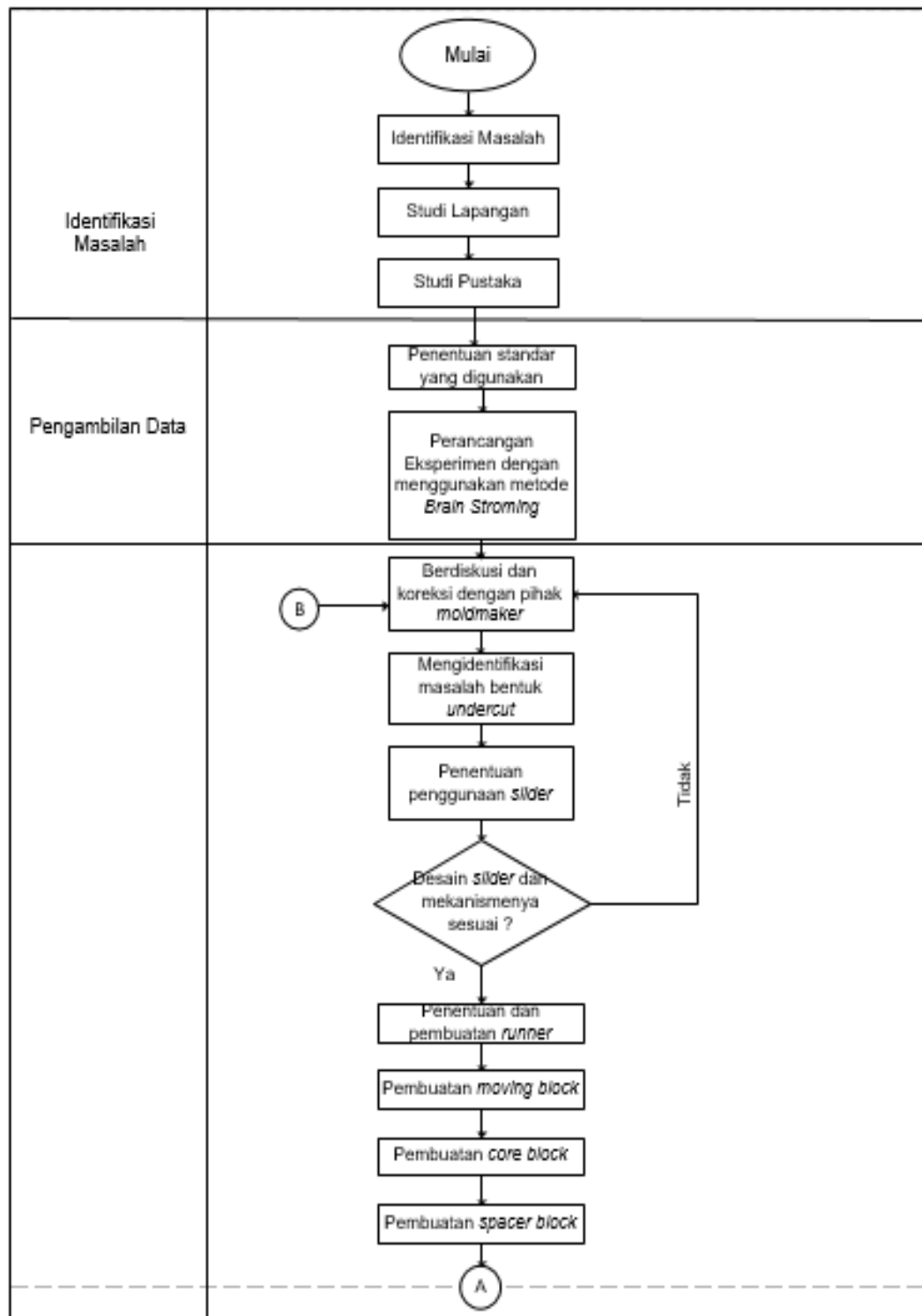
Hasil dari gambar dengan menggunakan *software PowerSHAPE Moldmaker 2016* akan dibandingkan dan diukur pada proses selesai pemesinan. Perbandingan yang dihasilkan tidak boleh lebih dari ukuran yang dibuat pada *software* dan bentuk sesuai dengan permintaan.

### 3.7. Parameter Hasil Analisis

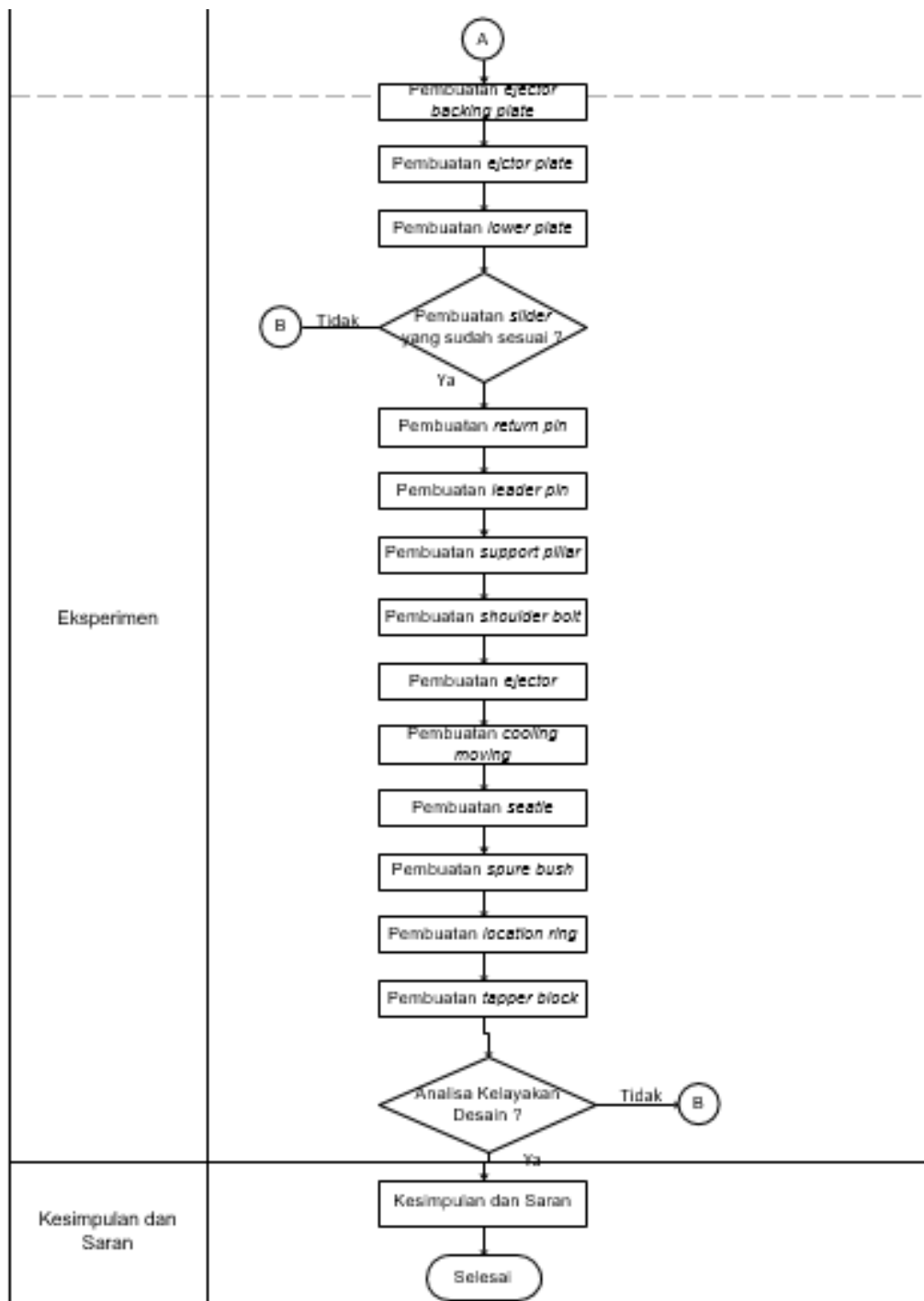
Parameter hasil yang optimal pada yang dibuat pada *software PowerSHAPE Moldmaker 2016* akan diteruskan dengan proses *moldflow*. Jika parameter yang akan dilakukan pada *moldflow* tidak banyak revisi dan cacat pada *mold slider*, maka hasil *mold slider* yang dibuat sudah layak untuk digunakan.

### 3.8. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran yang akan disampaikan membahas hal-hal yang dapat disimpulkan pada proses pembuatan *mold slider*. Dapat dilihat seperti Gambar 3.1.



Gambar 3.1. *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 3.1. Lanjutan



## **BAB 4**

### **PROFIL DATA DAN PERUSAHAAN**

#### **4.1. Profil Perusahaan**

##### **4.1.1. Profil ATMI Surakarta**

Politeknik Akademi Tehnik Mesin Industri atau biasa disebut dengan ATMI didirikan pada tahun 1968 oleh Yayasan Karya Bakti. Tujuan Yayasan Karya Bakti membangun ATMI ini bertujuan untuk membuat pola pendidikan karakter. Yayasan ini beranggotakan para Pastor Jesuit Indonesia. ATMI sendiri berada di kota Surakarta, dengan mengambil konsentrasi penjurusan dibidang manufaktur.

Pendidikan di ATMI Surakarta ini menggunakan sistem yang digunakan sejak berdiri dengan berbasis produksi atau dengan nama lain PBET (*Production Based Education and Training*). Pendidikan di ATMI sendiri juga memakai sistem pendidikan *dual system* dari Swiss dan Jerman. Institusi pendidikan ini sudah mendapatkan pendidikan setingkat Universitas di Indonesia dengan sertifikat penjaminan mutu ISO 9001:2000 dalam bidang produksi dan edukasi. Sertifikat penjaminan mutu tersebut sudah didapatkan sejak 21 September 2001 dan diterapkan hingga sekarang.

Untuk meningkatkan kualitas pendidikan dibidang produksi, Politeknik ATMI membentuk sebuah perusahaan dengan nama PT. ATMI untuk menunjang sistem pendidikan dan produksi. Di dalam PT. ATMI juga membentuk PT. ATMI-IGI yang berfokus pada pembuatan *mold* plastik. PT. ATMI-IGI juga berkerja sama dengan PT. ADE atau ATMI Duta Engineering untuk proses penelitian pembuatan *mold* plastik.

Tujuan dari ATMI Surakarta ini menjadi pusat perkembangan dari teknologi mesin industri yang berpengaruh untuk Nasional maupun Internasional.

##### **4.1.2. Visi dan Misi**

Politeknik ATMI Surakarta memiliki Visi dan Misi yang berguna untuk perkembangan dan kemajuan dari ATMI sendiri. Visi dari ATMI sendiri membangun masyarakat industri yang adil dan makmur, hormat akan martabat manusia dan bertanggung jawab atas keseimbangan lingkungan hidup melalui pendidikan. Untuk misi dari ATMI adalah mendidik kaum muda menjadi tenaga profesional yang memiliki kemampuan teknik dan tanggung jawab moral dan sosial

yang diberi semboyan 3C: *Competentia* (keunggulan yang tercermin dalam sikap disiplin tinggi), *Compassio* (cinta kasih dan kepedulian) dan *Conscientia* (tanggung jawab moral).

#### 4.2. Data Produksi

Penelitian yang dilakukan di PT. ATMI ini lebih anak perusahaan yaitu PT. ATMI – IGI yang bergerak pada bidang *injection plastic*. Pada proses produksi PT. ATMI mempunyai kendala dalam pembuatan *mold design* yang sering terjadi *error* pada saat pembuatan. Dengan ini pembuatan *mold design* harus dibuat dengan seksama dan meminimalisir kecacatan produk. Produk baru dari konsumen harus dikaji terlebih dahulu dan dibuatkan *mold design* baru. Data di bawah ini menunjukkan hasil *reject* dari barang buatan yang baru pesanan dari konsumen. Dapat dilihat seperti Tabel 4.1.

**Tabel 4.1. Data Produk Reject IGI-ATMI**  
(Sumber: Data Produksi ATMI 28 Agustus hingga 26 September 2019)

Tanggal Inspeksi	Nama Produk	Material	Total Produksi (pcs)	Produk Reject (pcs)	Presentasi Reject %
29 Agustus 2019	<i>Big Flange</i>	<i>Nylon</i>	250	16	6,01
10 September 2019	<i>Plastic Rail – Light Grey (BSL D&amp;V)</i>	PP	2000	109	5,45
19 September 2019	Pakan Puyuh	PP Pellet	8000	177	8,8
20 September 2019	SP.1 : H.5 – L.30 White	ABS Chemy	2000	80	4
26 September 2019	<i>Plastic For Panel Big Handle - Grey</i>	ABS	300	17	5,36

Dari data di atas diperoleh data barang *reject* paling baru yang diambil pada tanggal 28 September 2019. Data *reject* tersebut didapatkan karena pada saat proses produksi, ada beberapa titik pada cetakan yang tidak diperiksa dengan *details*. Jadi pada saat proses pembuatan benda tersebut beberapa mengalami kerusakan.

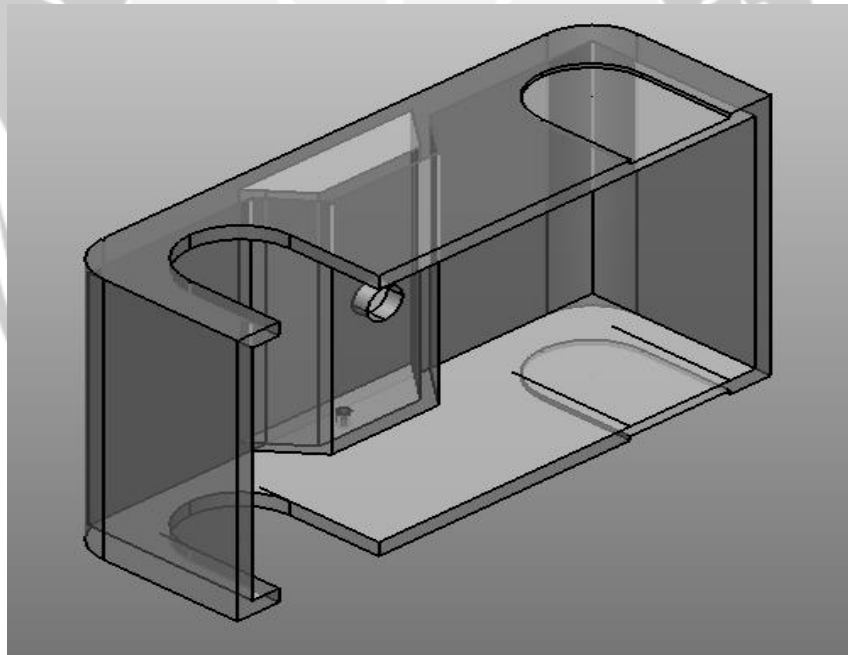
### 4.3. Data Produk *Casting Cover Type 1*

*Casting cover type 1* adalah produk yang digunakan untuk melakukan penelitian dengan fungsi sebagai tutup kumparan kabel tembaga dan penjepit kabel. Spesifikasi *cover casting type 1* dapat dilihat di Tabel 4.2

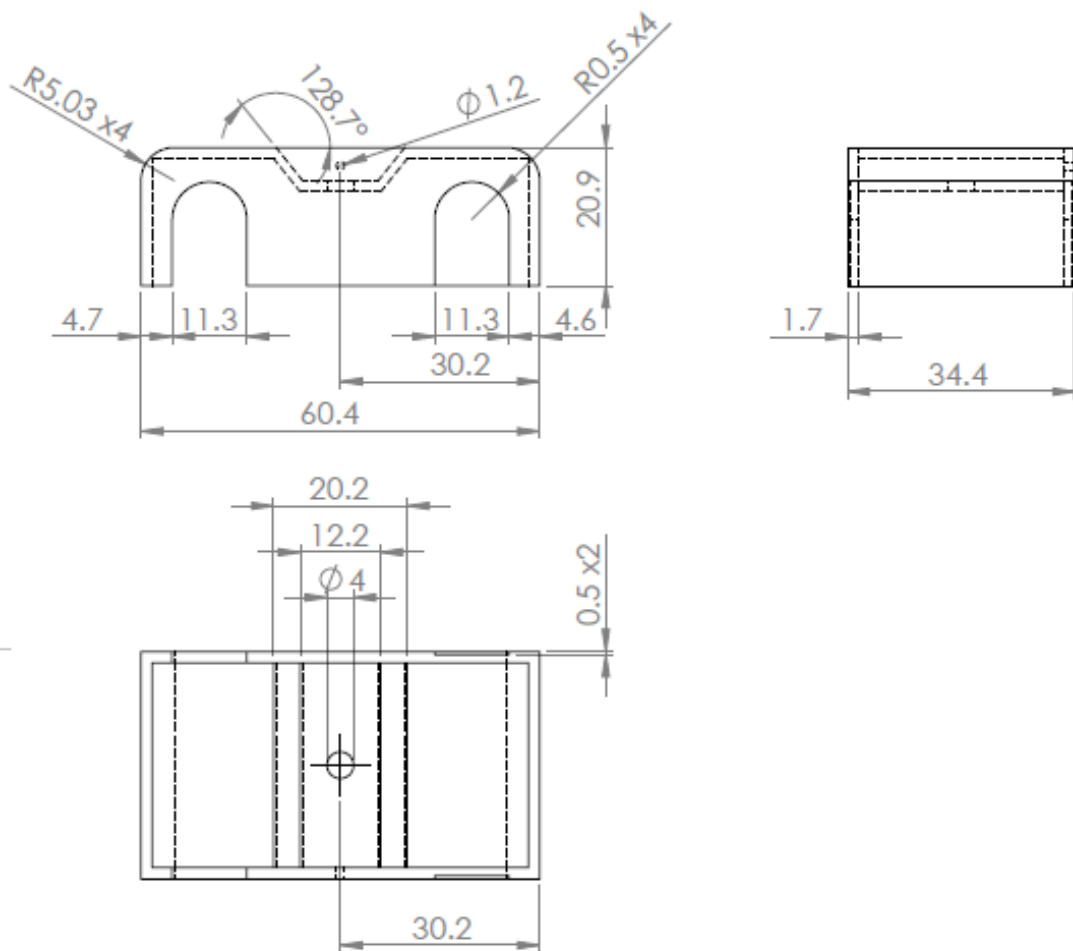
**Tabel 4.2. Spesifikasi Produk**

<b>Nama Produk</b>	<b><i>Cover Casting Type 1</i></b>
Definisi Produk	Komponen terminal listrik bagian dalam
Warna Produk	Bening
Material	<i>PolyCarbonate (PC)</i>
Volume	5130 cm <sup>3</sup>

Gambar produk *cover casting type 1* dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



**Gambar 4.1. Produk *Casting Cover Type 1***



**Gambar 4.2. Dimensi Produk Produk Casting Cover Type 1**

#### 4.4. Data Material

Material yang digunakan permintaan dari *customer* untuk membuat produk berupa *PolyCarbonate* (PC). Spesifikasi *PolyCarbonate* (PC) dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3. Data Material *Polycarbonate*  
(Autodesk Moldflow Adviser, 2016)**

<i>Trade Name</i>	Lexan 105
<i>Manufacturer</i>	SABIC Innovative Plastics US, LLC
<i>Material Structure</i>	<i>Amorphous</i>
<i>Melt Temperature</i>	271° – 343° C

<i>Max. Shear Stress</i>	0.5 MPa
<i>Max. Shear Rate</i>	40000 1/s
<i>Melt Density</i>	1.0433 g/cm <sup>3</sup>
<i>Solid Density</i>	1.1915 g/cm <sup>3</sup>

Permintaan dari *customer* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4. Daftar Permintaan Customer**

<b>Produk</b>	<b>Daftar Permintaan Pelanggan</b>
<i>Cover Casting Type 1</i>	Warna produk bening transparan
	Material produk yang digunakan <i>PolyCarbonate (PC)</i>
	<i>Sink mark</i> pada bagian luar maksimal 0.3 mm
	<i>Volumetrik Shrinkage</i> maksimal 8%
	<i>Runner</i> sistem dengan <i>cold runner</i>
	<i>Warpage</i> maksimal 0.5 mm

#### 4.5. Data *Mold Base*

Rancangan *mold base* yang dibuat menggunakan 2 *plate* dengan *four cavity* dan *tool maker* disesuaikan dengan permintaan. *Mold desain runner system* ini menggunakan *cold runner*. Pendinginan yang digunakan pada *mold* ini dirancang secara sederhana dengan menggunakan air sebagai pendinginan. Dapat dilihat seperti Tabel 4.5. dan Tabel 4.6.

**Tabel 4.5. Dimensi *Mold Base***

<b><i>Runner System</i></b>		<b><i>Mold Base</i></b>		<b><i>Cooling system</i></b>	
<i>Diameter Spure</i>	Diameter awal:3mm	Panjang (X) axis	350 mm	Diameter <i>cooling</i>	10mm
	Diameter akhir: 5mm				
<i>Diameter Runner</i>	6 mm	Panjang (Y) axis	350 mm	Diameter <i>iniet &amp; nose</i>	10mm

Gate	Ukuran Awal : 4mm Ukuran akhir : 2mm	Panjang (Z) axis	120 mm	Diameter Buffle	0mm
		Tinggi cavity	85 mm	Suhu cairan pendingin	25 °c
		Material Base	Bohler K945 (DIN. 1.1730)	Jenis cairan pendingin	Air

**Tabel 4.6. Spesifikasi material moldbase  
(Sumber: Autodesk Moldflow Adviser, 2016)**

Material	S50C
Mold Temperature	80° C – 120° C
Mold Density	7,8g/cm <sup>3</sup>
Mold Specific Heat	460J/kg.C
Mold Thermal Conductivity	50 W / m.C
Elastis Modulus (E)	210.000 Mpa
Poissons Ration (V)	0.29
Mold Coefficient of thermal expansion	1.11e-005 1/C

#### 4.6. Data Mesin Injection Plastic

Mesin yang nantinya akan digunakan pada produksi *cover casting type 1* menggunakan merk mesin injeksi Toshiba berkapasitas 100 Ton. Data dari parameter yang akan didapatkan pada proses *moldflow* akan disamakan dengan parameter mesin agar sesuai dengan validasi data. Data mesin injeksi plastik yang digunakan adalah sebagai berikut. Dapat dilihat seperti Tabel 4.7. Dan Gambar dari mesin *injection plastic* dapat dilihat seperti Gambar 4.3.

**Tabel 4.7. Data Mesin Toshiba EC1000SX**

Merk	Toshiba EC1000SX
Screw Diameter	45mm
Injection Pressure	200 mPa

<i>Injection Speed</i>	160 mm/s
<i>Clamp Force</i>	180 tonne
<i>Clamp Stroke</i>	450 mm
<i>Motor Capacity</i>	66,65 kW
<i>Heater Capacity</i>	6,8 kW



**Gambar 4.3. Mesin Toshiba EC1000SX**

#### **4.7. Pengambilan Data Proses Eksperimen**

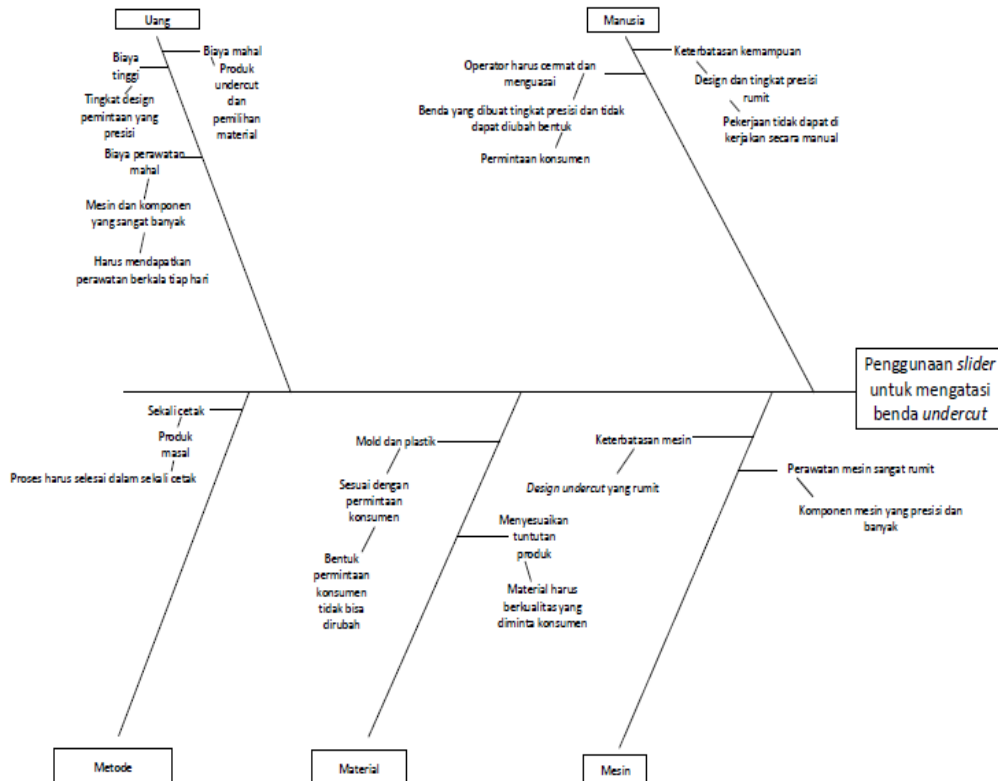
Pengambilan data untuk proses eksperimen menggunakan metode bersama dengan orang yang telah lebih berpengalaman dalam pembuatan *plastic mold base slider*. Setelah pembuatan *modal* selesai akan dilakukan proses selanjutnya yaitu dengan menggunakan proses *modalflow*. Dengan adanya proses *modalflow* nantinya dapat dilihat apakah *design* dari *modal* yang telah dibuat sudah sempurna atau belum. Jika masih banyak kesalahan yang dilihat dari hasil *modalflow* akan dilakukan revisi *design* dari *modal* sebelumnya. Proses pembuatan desain konstruksi *modal* ini menggunakan software *PowerSHAPE Moldmaker 2016*.

##### **4.7.1. Mengidentifikasi Kebutuhan *Mold***

Penelitian ini berfokus kepada pembuatan cetakan benda yang menggunakan sistem *slider*. Pembuatan *modal* ini memiliki karakteristik dengan cara cetakan tersebut mencetak sempurna dengan kontur benda yang memiliki kontur *undercut*. Hasil yang dicetak harus sesuai dengan optimaliasasi dan sesuai dengan permintaan dan standar material.

#### 4.7.2. Penentuan Faktor yang Berpengaruh

Faktor yang mempengaruhi kualitas karakteristik menggunakan metode *brainstroming* dengan pihak *engineer* ATMI Surakarta yaitu Bapak VY Suryadi, Bapak Rhino Dwi Cahyo, dan Bapak David Yoga Pradipta. Faktor yang mempengaruhi proses injeksi plastik dapat dilihat dalam diagram *fishbone* seperti Gambar 4.4.



**Gambar 4.4. Diagram *Fishbone* penggunaan *Slider* pada *Mold***

Dari kelima faktor dari diagram *fishbone* tersebut yang paling berpengaruh untuk pembuatan mold ini berada pada material. Dengan itu pembuatan *mold* dengan menggunakan *slider* ini harus memiliki desain yang baik agar material yang akan dicetak sesuai dengan apa yang harus diciptakan sesuai dengan permintaan oleh konsumen.

#### 4.7.3. Identifikasi dan Analisis Faktor Terkendali

Dari faktor yang berpengaruh dalam pembuatan desain *mold* ini dapat diidentifikasi dan dipilih faktor penting dalam penelitian. Dalam pengerjaan ini dilakukan pengamatan dan konsultasi menggunakan metode *brainstroming* kepada



beberapa pihak *mold maker* yang telah berpengalaman dalam pembuatan *mold* injeksi plastik. Konsultasi ini bertujuan untuk menyempurnakan hasil dari desain penulis. Dalam hal ini konsultasi dilakukan oleh beberapa *mold maker*, yaitu

1. Bapak VY Suryadi, Kepala Mold Maker ATMI – IGI
2. Bapak Rhino Dwi Cahyo, Mold Maker ATMI – IGI
3. Bapak David Yoga Pradipta, Executive Mold Maker PT. Staniley

#### 4.7.4. Penentuan Level Faktor

Penentuan dari level faktor ini untuk membatasi cara pengerjaan kontur *undercut* pada benda. Penggunaan sistem pada pengerjaan kontur *undercut* pada benda dapat berupa menggunakan *slider mold* atau *lifter mold*. Penjelasan dalam menentukan faktor terkendali tersebut sebagai berikut:

##### a. *Slider Mold*

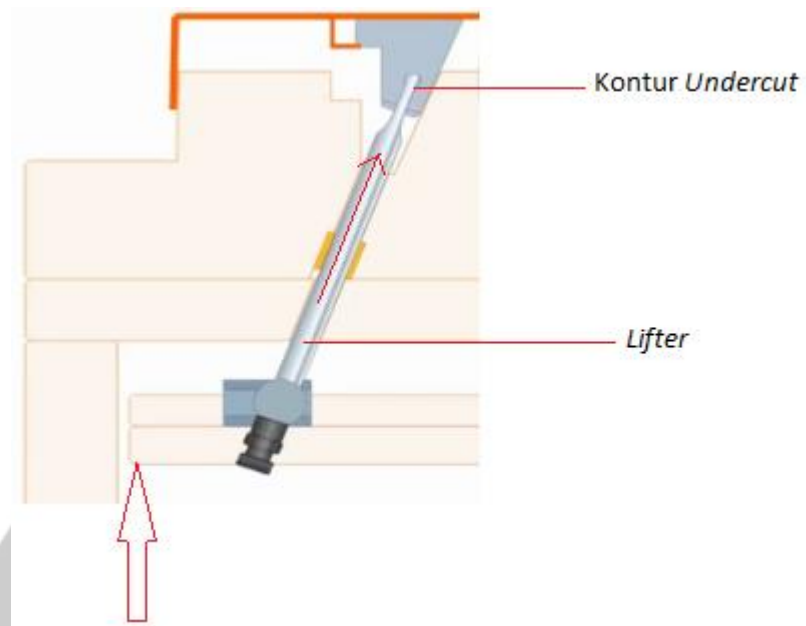
*Slider mold* adalah jenis *mold* yang dapat membentuk atau mencetak benda dengan kontur *undercut* yang tidak bisa dibentuk hanya dengan menggunakan *core* dan *cavity* saja. Sistem dari *mold* ini dibantu dengan mekanisme *slider* pada *mold*-nya. Proses *slider* ini akan bergerak dikarenakan adanya pin yang dibuat untuk mendorong *slider* bergerak. Contoh pada saat membuka *core cavity* secara vertikal. Maka akan ada *pin* yang membentuk sudut, dari itu *slider* bergerak secara maju atau horizontal sehingga dapat membentuk bagian *undercut* tersebut.

##### b. *Lifter Mold*

Hampir sama dengan proses *slider*, *lifter mold* juga dapat mengerjakan benda berkontur *undercut*. *Lifter* ini menggunakan proses dengan biasa disebut pisau miring. Karena proses *lifter* mendorong maju dan sebagai *ejector* untuk proses kerjanya pada saat mengerjakan kontur *undercut*. Dapat dilihat pada gambar 4.5 dimana proses dari *lifter* anak panas yang menunjukkan *lifter* mendorong maju untuk membuat kontur *undercut*. Kontur *undercut* yang dapat dibuat menggunakan *lifter* jika kontur nya berada di bawah benda.

Dari hasil konsultasi dengan *moldmaker* pengerjaan benda *cover casting type 1* harus dan hanya bisa menggunakan sistem *slider* karena kontur *undercut* yang ada pada *cover casting type 1* berada disisi kanan dan kiri benda. Maka dari penggunaan *slider* sangat diharuskan karena proses *slider* juga mendorong diposisi kanan dan kiri benda yang akan dicetak. Jika menggunakan *lifter* yang akan terjadi *lifter* tersebut akan patah karena proses kerja dari *lifter* sendiri

membentuk pola sekaligus sebagai *ejector* yang cenderung bergerak maju bukan kesisi kanan maupun kiri. Dapat dilihat seperti Gambar 4.5.



**Gambar 4.5. Cara kerja dari lifter**

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

Penggunaan *software PowerSHAPE 2016* ini baik digunakan untuk proses belajar dalam pembuatan konstruksi atau perancangan benda. Dengan awalan *PowerSHAPE* dapat mengetahui dasar dari gambar teknik yang berupa *solid* ataupun *surface*. Karena *software* ini dapat mengerjakan menggunakan *solid* maupun menggunakan *surface*.

Pada hasil perancangan konstruksi *modal slider* ini dapat digunakan sebagai parameter dari konstruksi *modal* yaitu hasil desain *modalbase* yang dibuat untuk menghasilkan benda *cover casting type 1* ini menghasilkan empat buah cetakan dalam satu kali cetak yang mana mekanisme yang digunakan untuk pengerjaan produk *cover casting type* ini menggunakan *slider* pada konstruksi *modalbase*. Dalam desain ini benda yang dibuat harus menggunakan *slider* karena kontur dari benda tersebut berada disamping kanan dan kiri dari benda.

### 6.2. Saran

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis data dapat diajukan saran sebagai berikut:

1. Untuk pembuatan desain *modalbase* untuk kontur *undercut* harus diperhatikan dan diperhitungkan dengan matang agar hasil dari kontur yang diminta sesuai dengan bentuk.
2. Perlunya peningkatan pengetahuan tentang desain *modal* untuk mengikuti perkembangan dari bentuk benda berbahan dasar biji plastik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Autodesk, 2016, Autodesk Knowledge Network Moldflow Adviser, [www.Autodesk.com.sg](http://www.Autodesk.com.sg), diakses tanggal 26 Maret 2020.
- Anggono, A.D., 2015, Prediksi Shrinkage Untuk Menghindari Cacat Produk Pada Plastic Injection, Media Mesin Majalah Teknik Mesin, 6(2), <https://doi.org/10.23917/mesin.v6i2.2895>, diakses tanggal 4 Januari 2020.
- Cahyadi, D., 2014, Analisa Parameter Operasi pada Proses Plastik, Sintek Jurnal Semesta Teknika, 19(2), pp. 134 - 141.
- David, O, K., 2016, Injection Mold Design Engineering. Amazon : Hanser Gardner Pubns (1741).
- Firdaus, M, 2017, Desain dan Optimasi Injection Mold dengan Sistem Slider pada Produk Hardcase Handphone. Jurnal Rotasi – Vol. 19, No. 4, Oktober 2017, pp. 217 – 225.
- Mawardi, I., 2015, Produk Analisis Kualitas dengan Pengaturan Parameter Temperatur Injeksi Material Plastik Polypropylene (PP) pada Proses Injection Molding. Industrial Engineering Journal, 4(2), pp. 30–35.
- Moerbani, J., 1999, Plastic Moulding, Jurnal Akademi Teknik Mesin Industri (ATMI), Surakarta. pp. 30-52.
- Muftakul, L., K., 2017, Desain dan Optimasi Injection Mold Sistem Slider pada Produk Perform Stick T15. Jurnal, JITI, 14 (2), Juli 2017, pp. 70 – 82.
- Purnomo, S., Irawan, R., & Suprpto, A., 2017, Fracture behavior of Zeolite-filled High Density Polyethylene Based on Energy Partitioning Work of Fracture, International Journal of Applied Engineering Research, Vol. 9(24), pp. 78 – 99.
- Sreenivasulu, N., 2013, *Injection Moulding Tool Design Manufacturing Estimation and Comparison of L&T Power Box Side Panel Using Plastic Material HDPE, ABS, PP, and PC*. United States: ST. Luice Press.

The International Aluminium Institute, 2000, Bayer Process Chemistry.  
NewZealand House: Haymarket, pp. 4-5.

Toshiba Machine CO, LTD. Major Specifications, pp. 102.



## LAMPIRAN

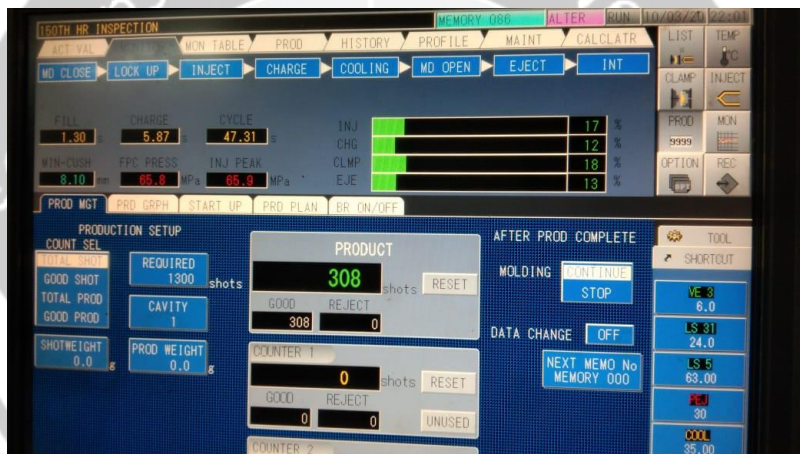
### Lampiran 1. Spesifikasi Mesin Toshiba EC1000SX

#### Major Specifications

ITEM	UNIT	EC50SX				EC75SX				EC100SX																				
		i1		i1.5		i1		i1.5		i2		i2			i3		i4													
Injection Unit Code		Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	
Barrel Code		Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A	
Screw Diameter	mm	22	25	25	28	22	25	25	28	28	32	36	28	32	36	32	36	32	36	36	40	45								
Shot Weight	PS	g	35	45	51	63	35	45	51	63	72	94	120	72	94	120	105	134	145	180	230									
	PE	g	28	36	40	50	28	36	40	50	57	75	95	57	75	95	83	106	115	145	185									
Injection Pressure (Max.)	MPa	284	220	276	220	284	220	276	220	287	220	174	287	220	174	253	200	247	200	158										
Injection Speed	std.	mm/s	200				200				200																			
	High	mm/s	500				500				500			350																
Plasticizing Capacity (PS)	kg/h	22	28	25	35	22	28	25	35	40	61	83	40	61	83	61	83	83	110	120										
Clamping Force	kN(tf)	490(50)				735(75)				980(100)																				
Distance Between Tie Rods (HxV)	mm	410x360				410x360				460x410																				
Clamp Stroke	mm	300				300				350																				
Open Daylight (Max.)	mm	770(*710)(**750)				770(*710)(**750)				900(*840)(**880)																				
Machine Dimensions	L	m	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.6	4.6	4.9																				
	W	m	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3																				
	H	m	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7																				

### Lampiran 2. Mesin Toshiba EC1000SX

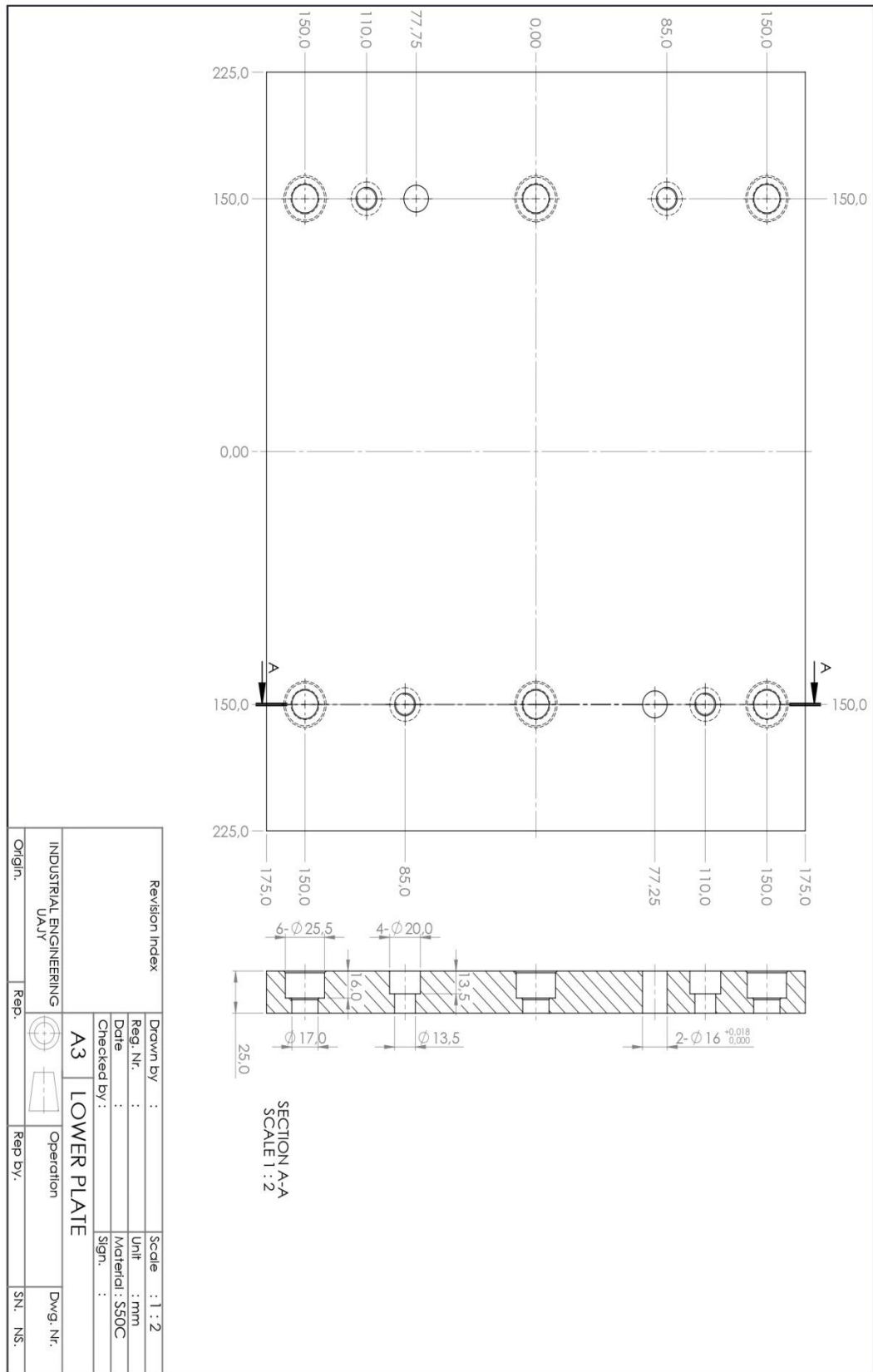




Lampiran 3. Material Polycarbonate (PC)

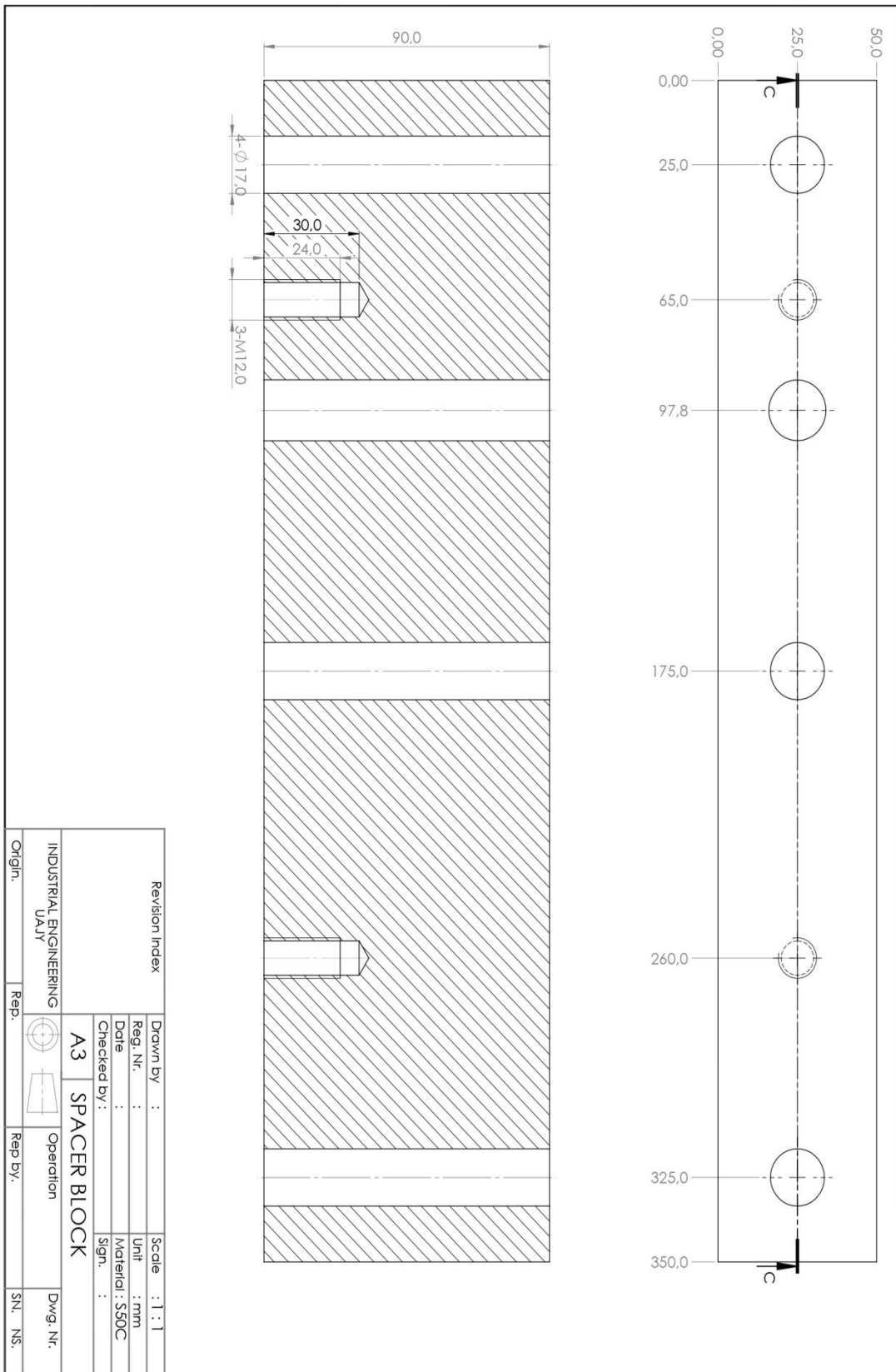


Lampiran 4. Gambar Desain 2D Lower Plate

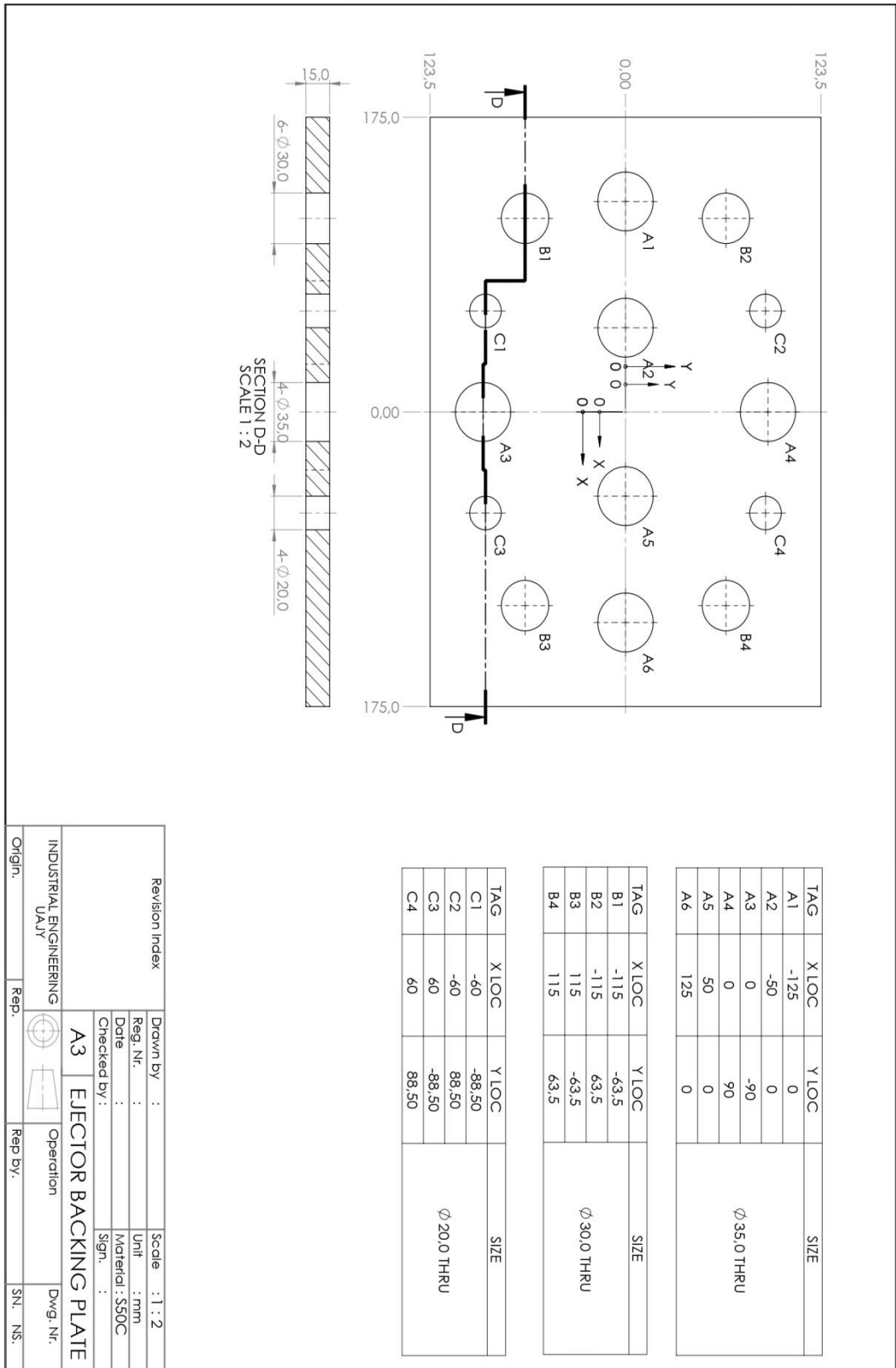




Lampiran 5. Gambar Desain 2D *Spacer Block*

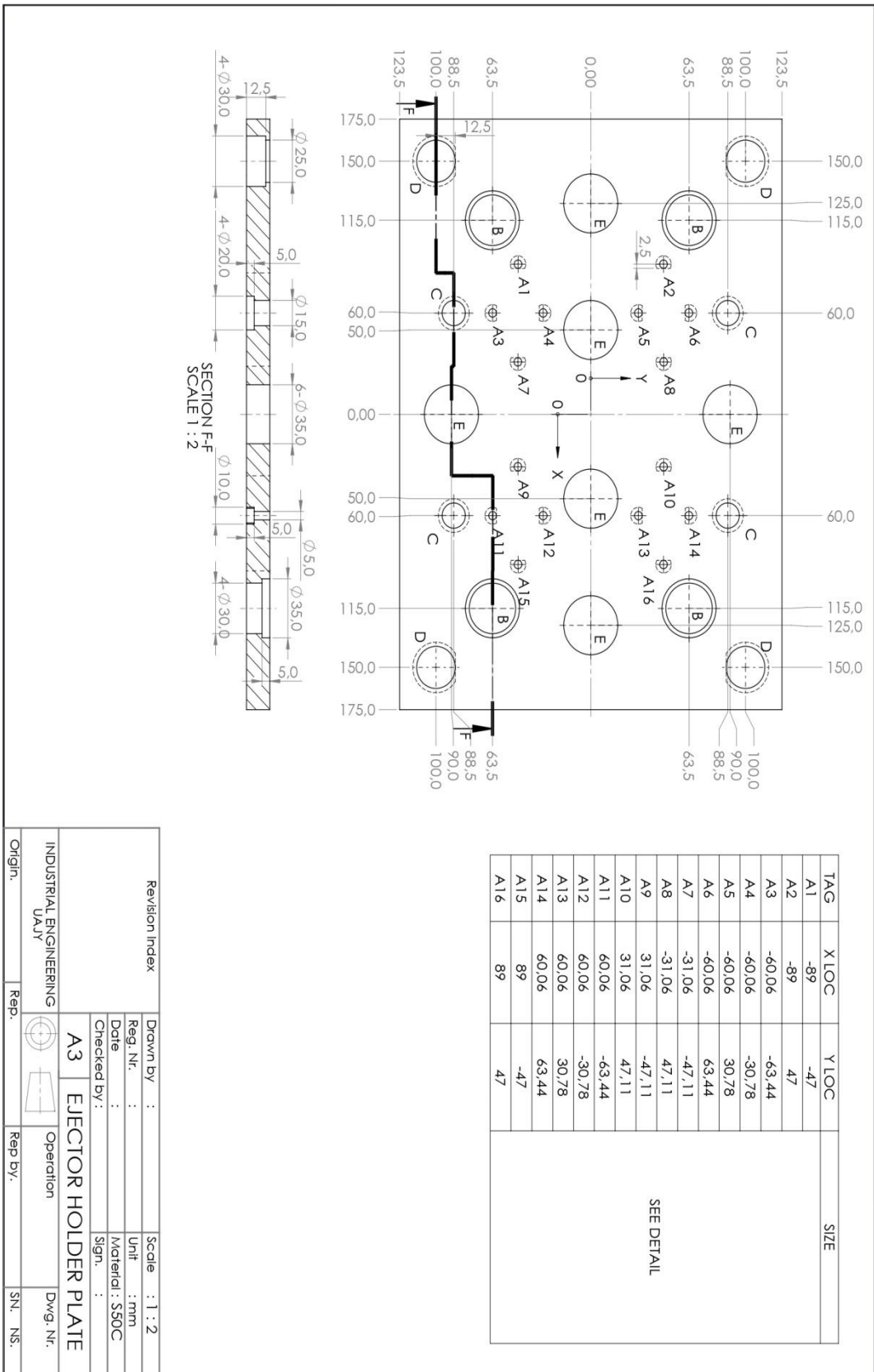


Lampiran 6. Gambar Desain 2D Ejector Backing Plate



Revision Index		Drawn by :	Scale : 1 : 2
		Reg. Nr. :	Unit : mm
		Date :	Material : S50C
		Checked by :	Sign. :
INDUSTRIAL ENGINEERING UJAY		A3 EJECTOR BACKING PLATE	
Origin.		Operation	Dwg. Nr.
Rep.		Rep by.	SN. NS.

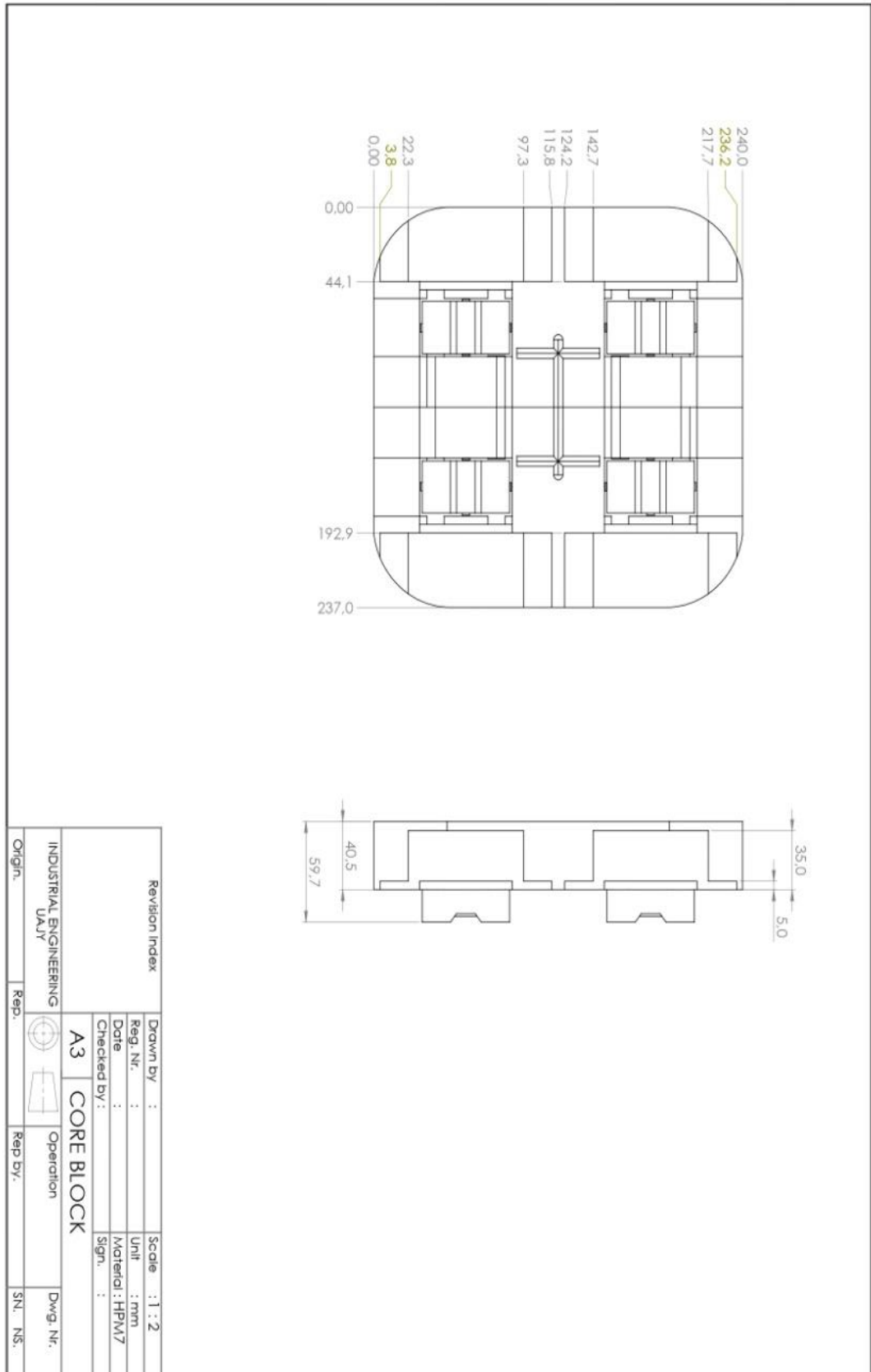
Lampiran 7. Gambar Desain 2D Ejector Holder Plate



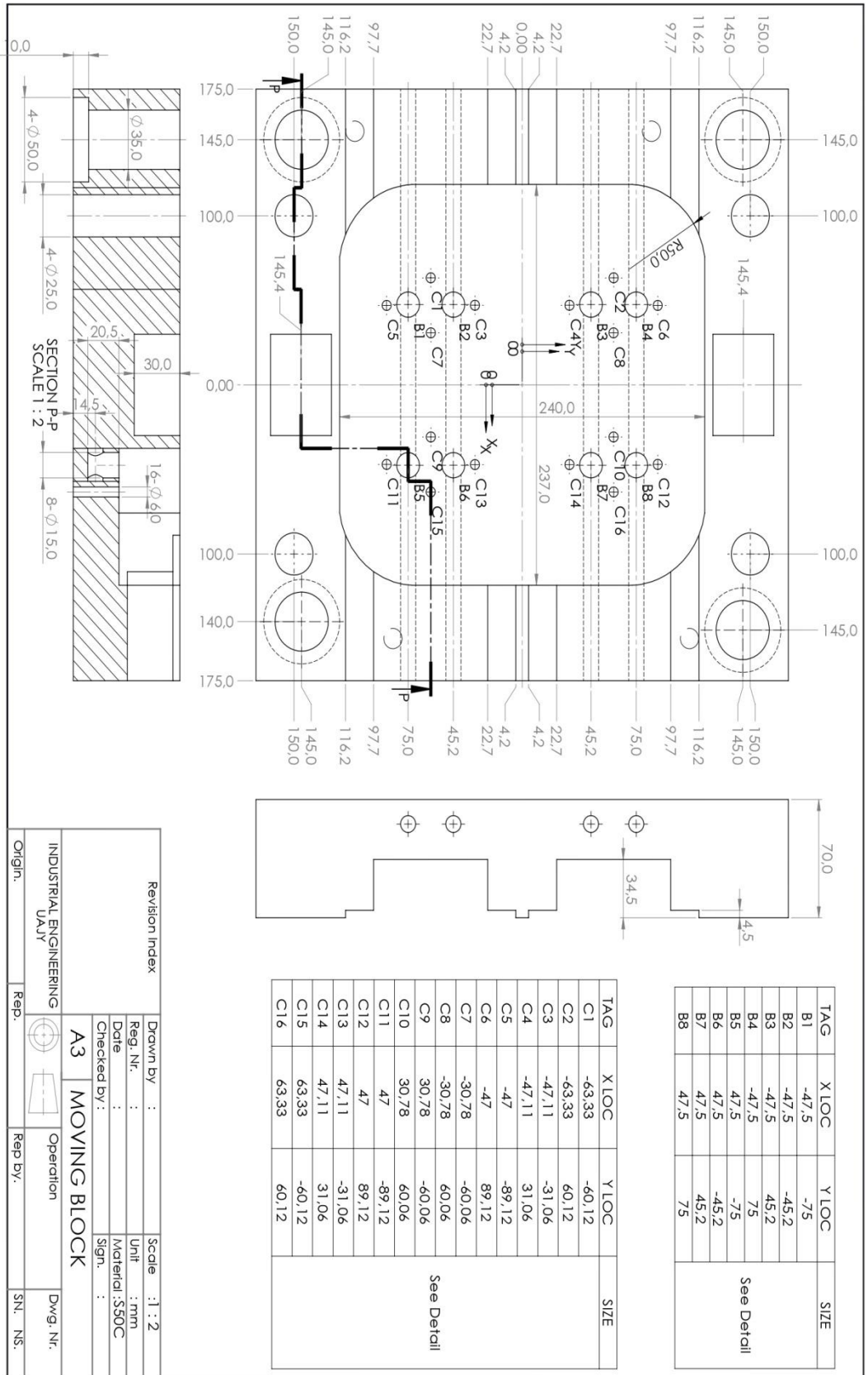
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	-89	-47	SEE DETAIL
A2	-89	47	
A3	-60,06	-63,44	
A4	-60,06	-30,78	
A5	-60,06	30,78	
A6	-60,06	63,44	
A7	-31,06	-47,11	
A8	-31,06	47,11	
A9	31,06	-47,11	
A10	31,06	47,11	
A11	60,06	-63,44	
A12	60,06	-30,78	
A13	60,06	30,78	
A14	60,06	63,44	
A15	89	-47	
A16	89	47	

Revision Index		Drawn by :	Scale : 1 : 2
		Reg. Nr. :	Unit : mm
		Date :	Material : S50C
		Checked by :	Sign. :
INDUSTRIAL ENGINEERING UJAY	A3	Operation	EJECTOR HOLDER PLATE
Origin.	Rep.	Rep by.	Dwg. Nr.
			SN. NS.

Lampiran 8. Gambar Desain 2D Core Block

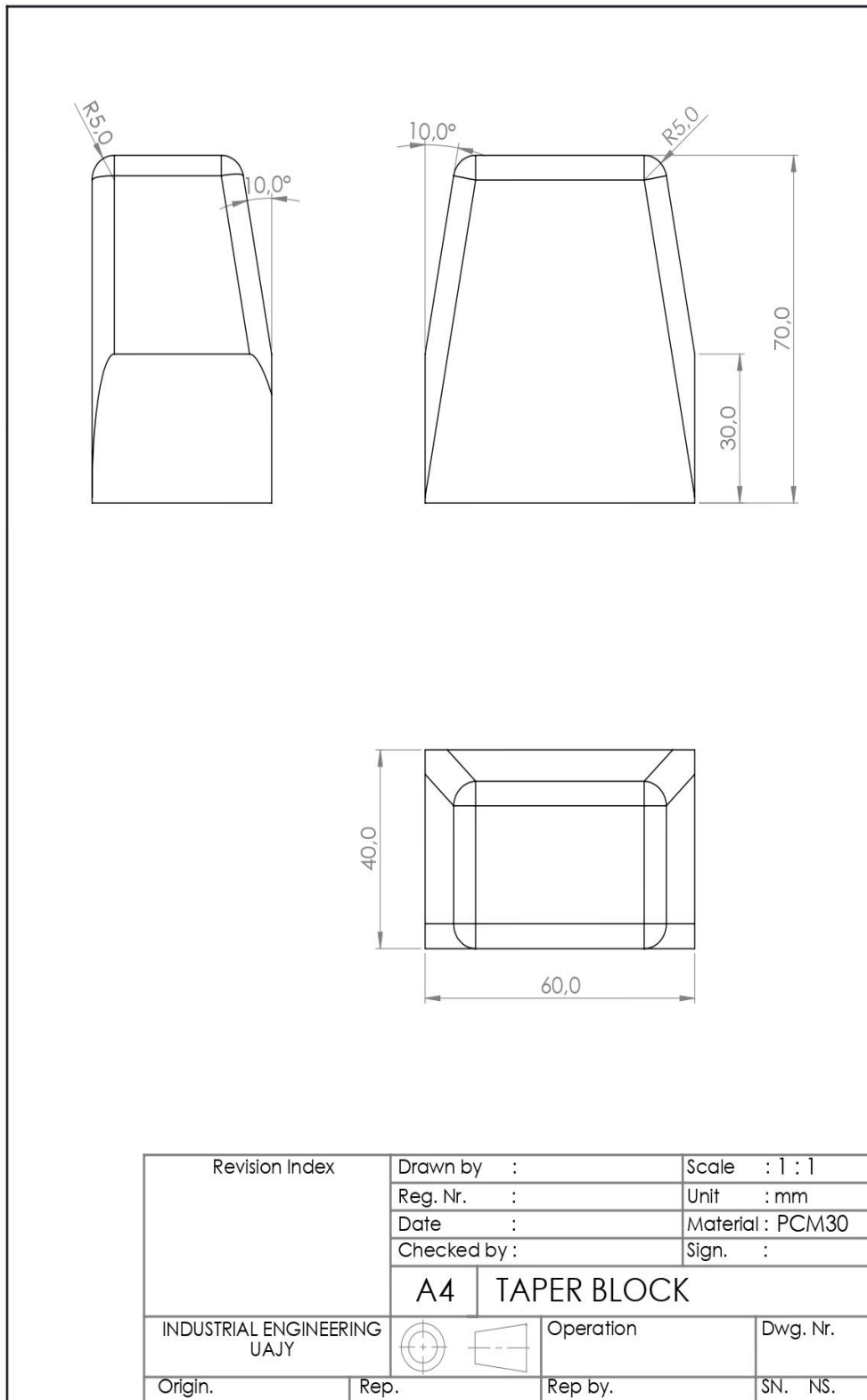


Lampiran 9. Gambar Desain 2D Moving Block

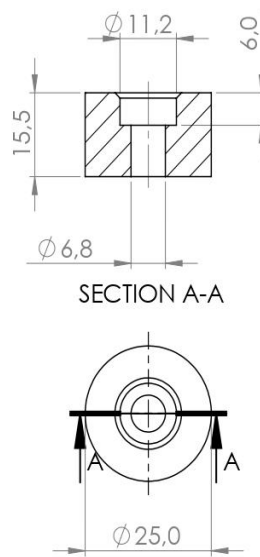


Revision Index		Drawn by :	Scale : 1 : 2
INDUSTRIAL ENGINEERING	UAIJI	Reg. Nr. :	Unit : mm
		Date :	Material : S50C
		Checked by :	Sign. :
Origin.	Rep.	Operation	Dwg. Nr.
			SN. NS.

**Lampiran 10. Gambar Desain *Taper Block***

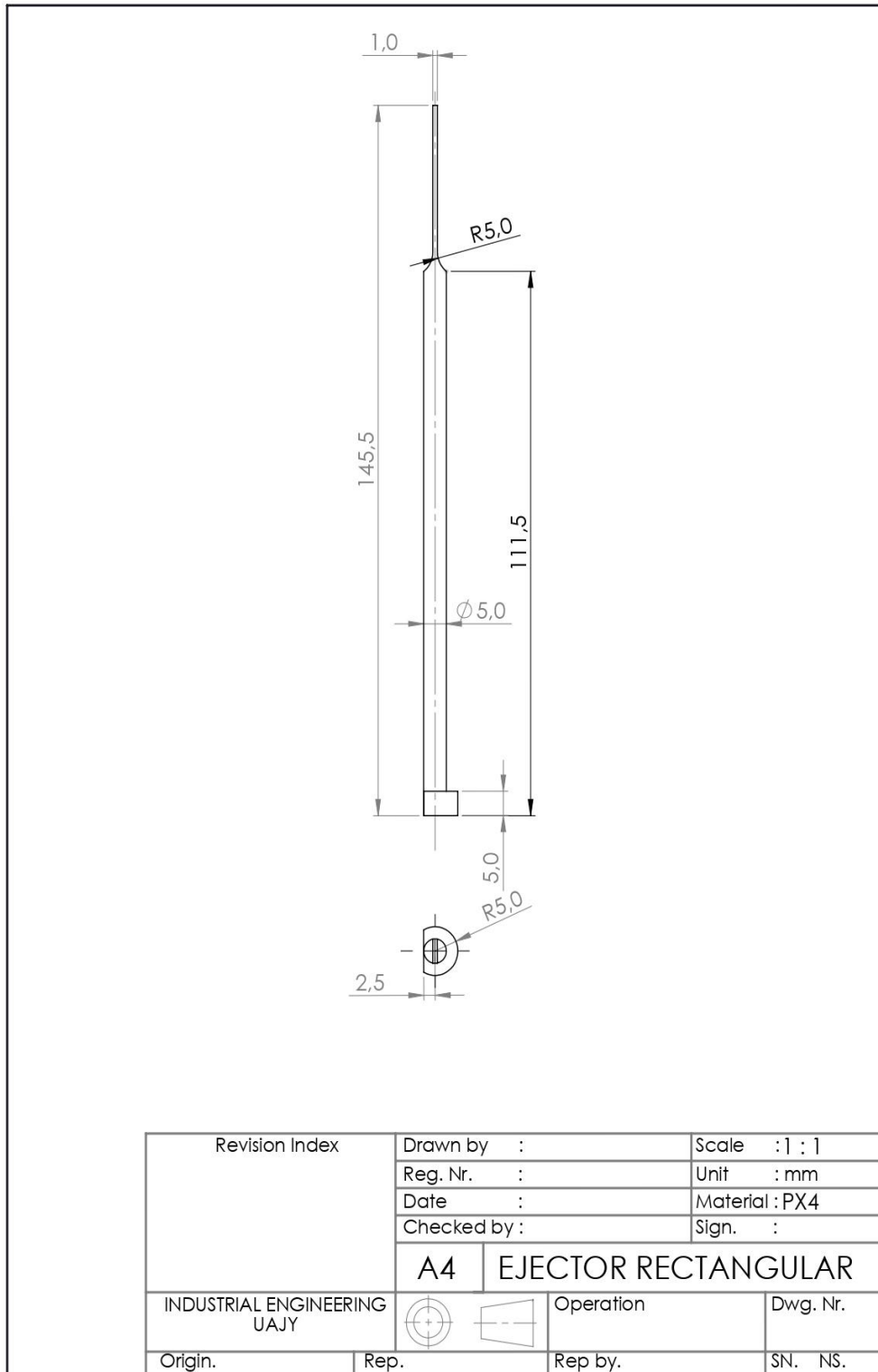


Lampiran 11. Gambar Desain 2D *Taper Block*



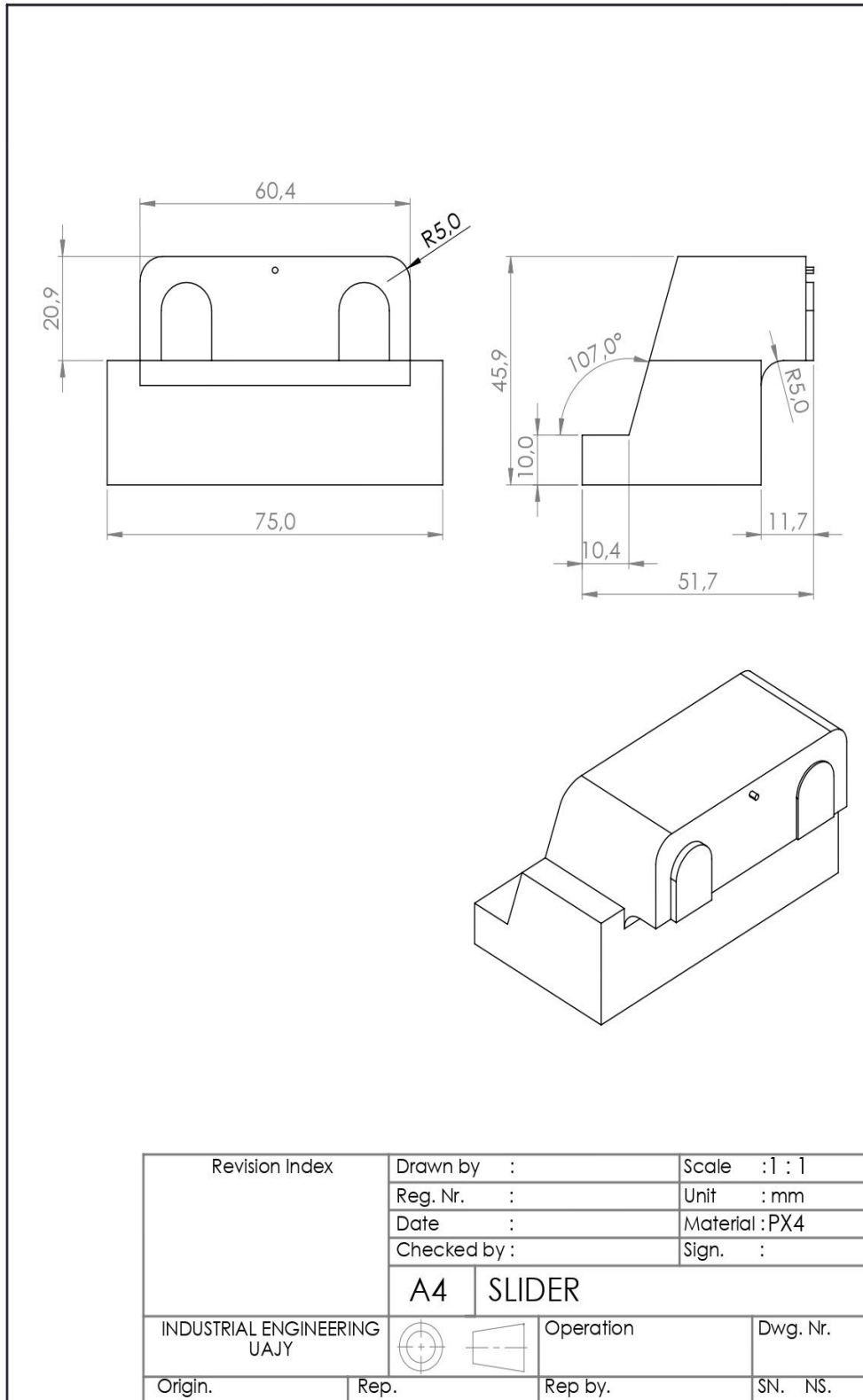
Revision Index	Drawn by :	Scale : 1 : 1
	Reg. Nr. :	Unit : mm
	Date :	Material : SK3
	Checked by :	Sign. :
<b>A4</b>		<b>TAPER BLOCK</b>
INDUSTRIAL ENGINEERING UAJY		Operation
Origin.	Rep.	Dwg. Nr.
		Rep by.
		SN. NS.

Lampiran 12. Gambar Desain *Ejector Rectangular*

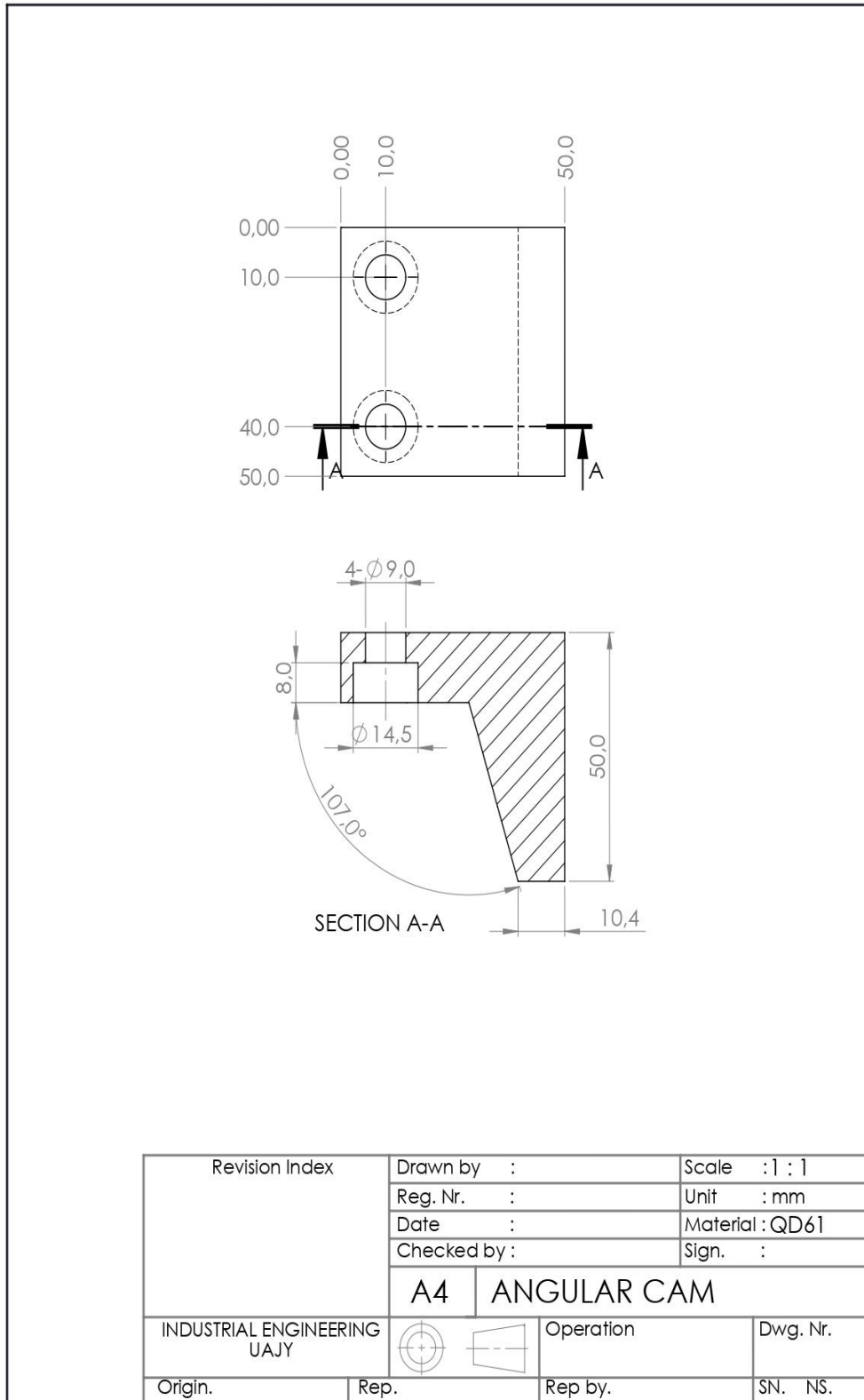




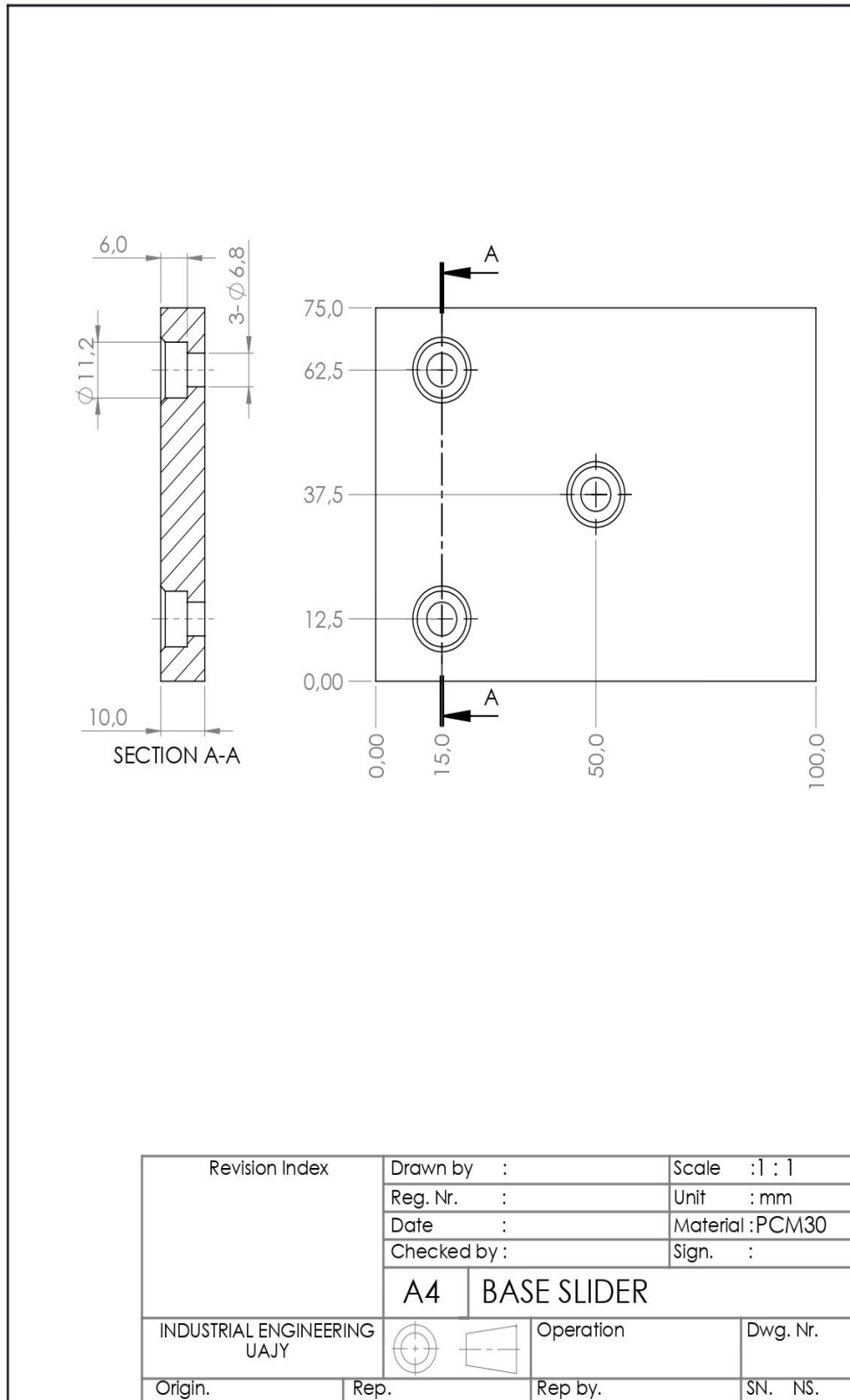
Lampiran 13. Gambar Desain *Slider*



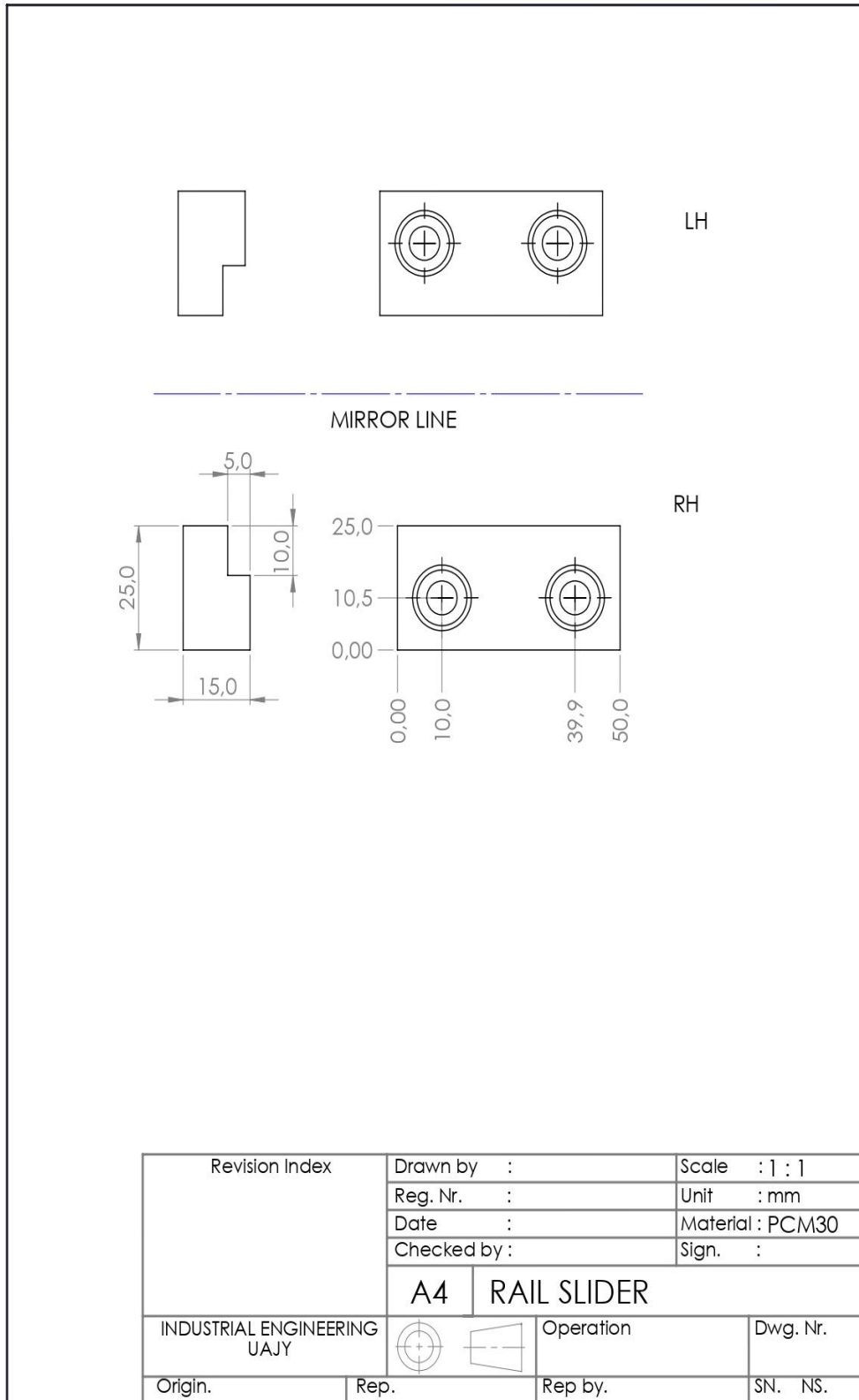
Lampiran 14. Gambar Desain *Angular Cam*



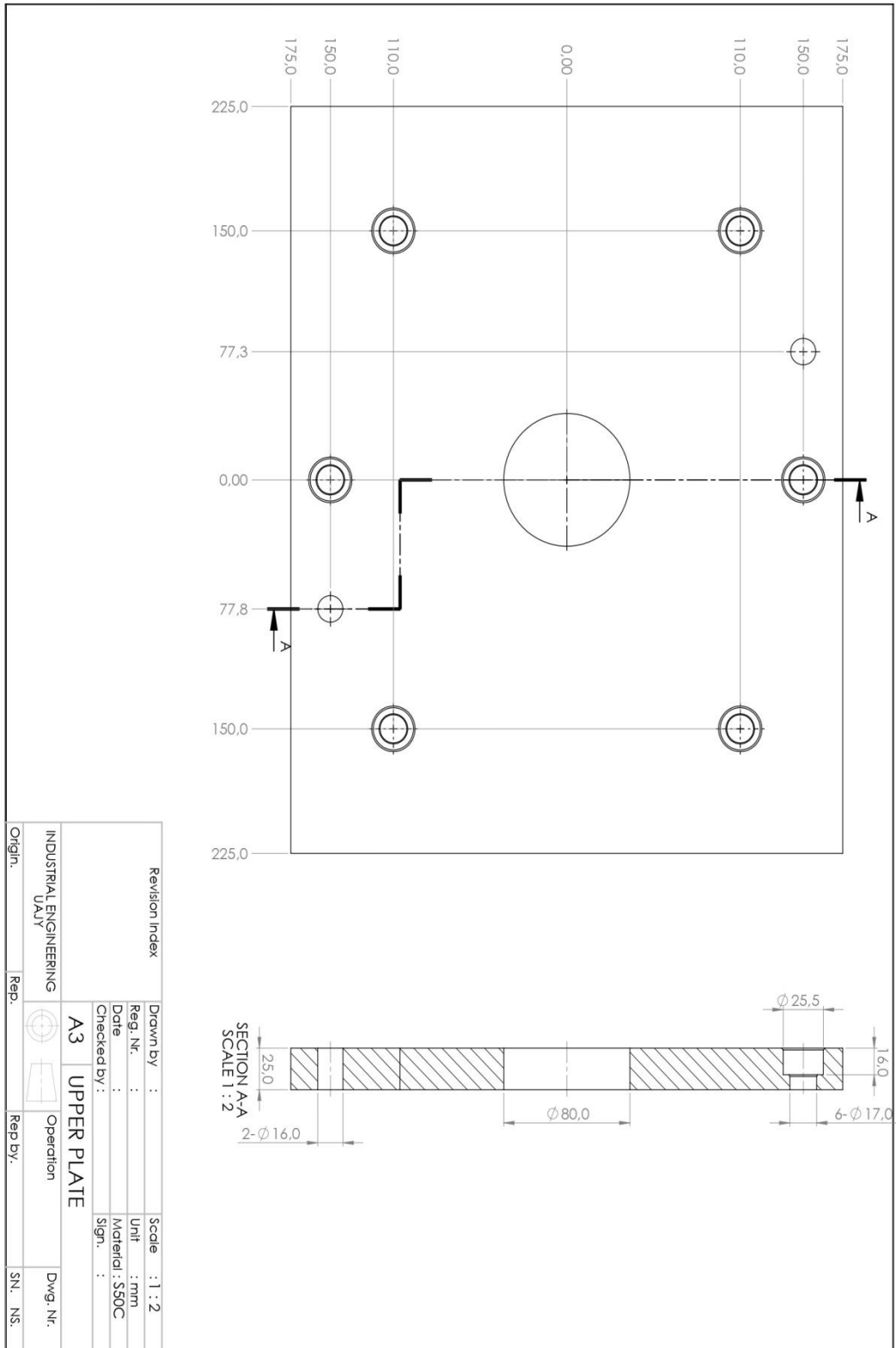
Lampiran 15. Gambar Desain 2D *Base Slider*



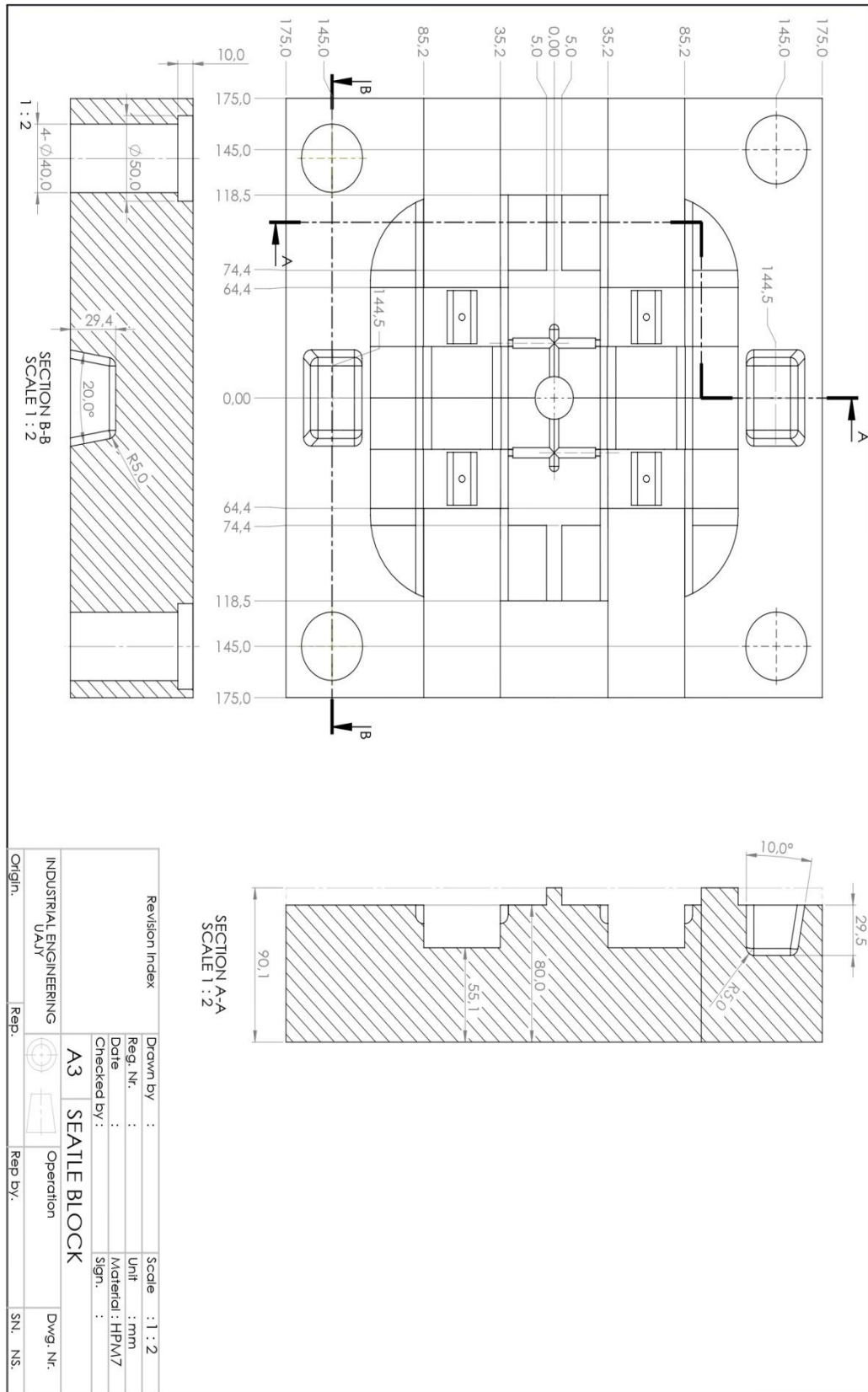
Lampiran 16. Gambar Desain 2D *Rail Slider*



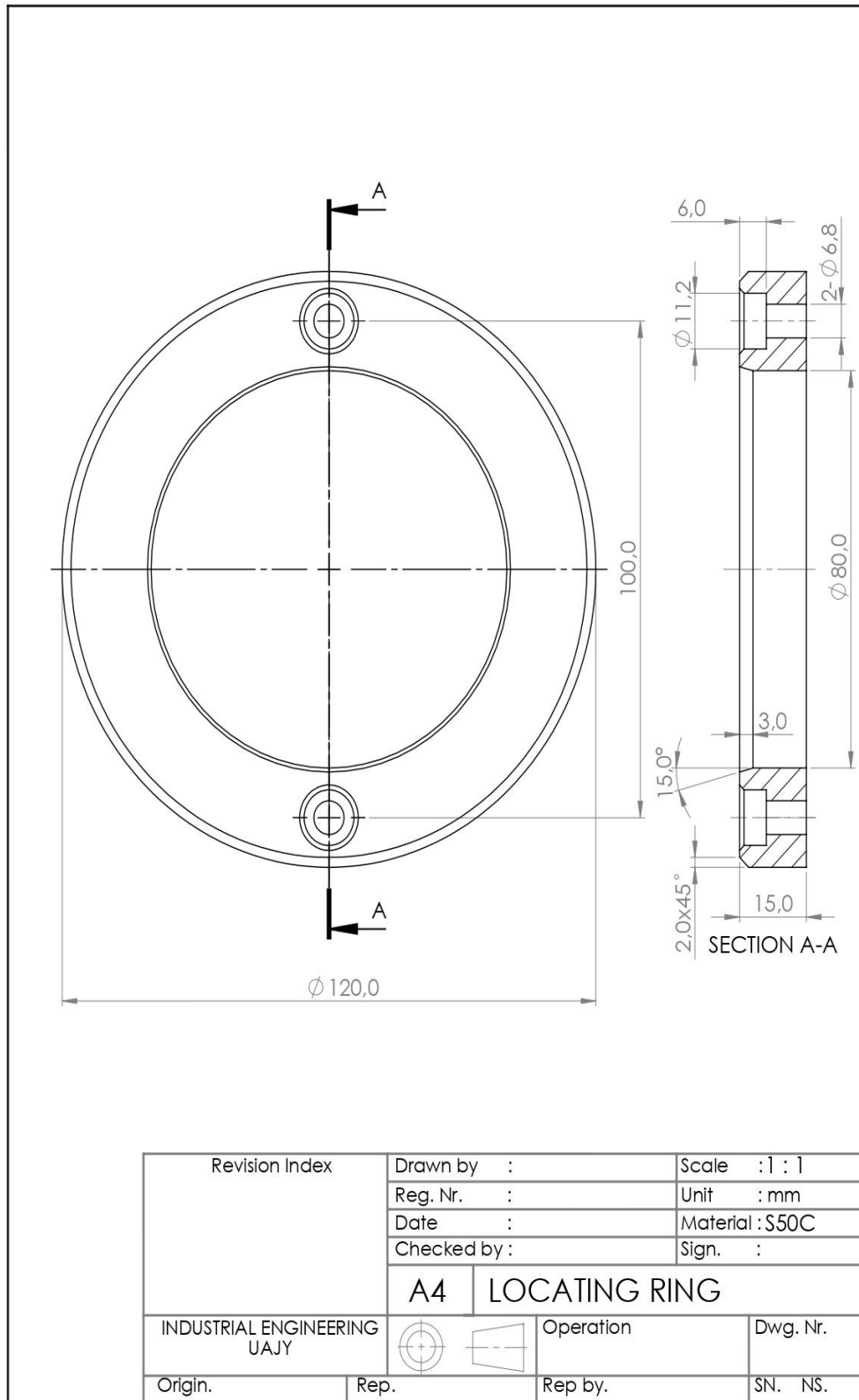
Lampiran 17. Gambar 2D Upper Plate



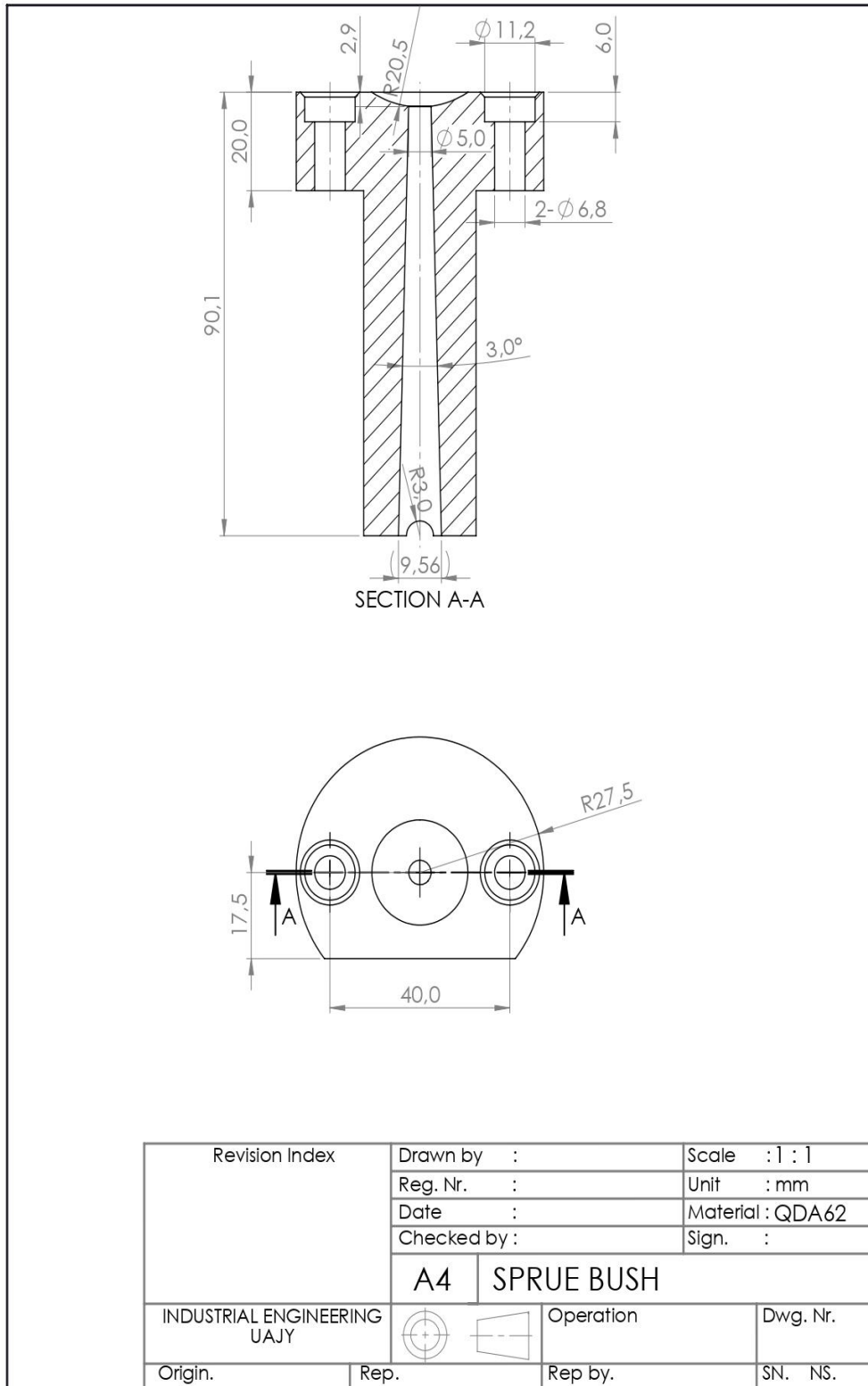
Lampiran 18. Gambar 2D Seattle Block



Lampiran 19. Gambar 2D Location Ring

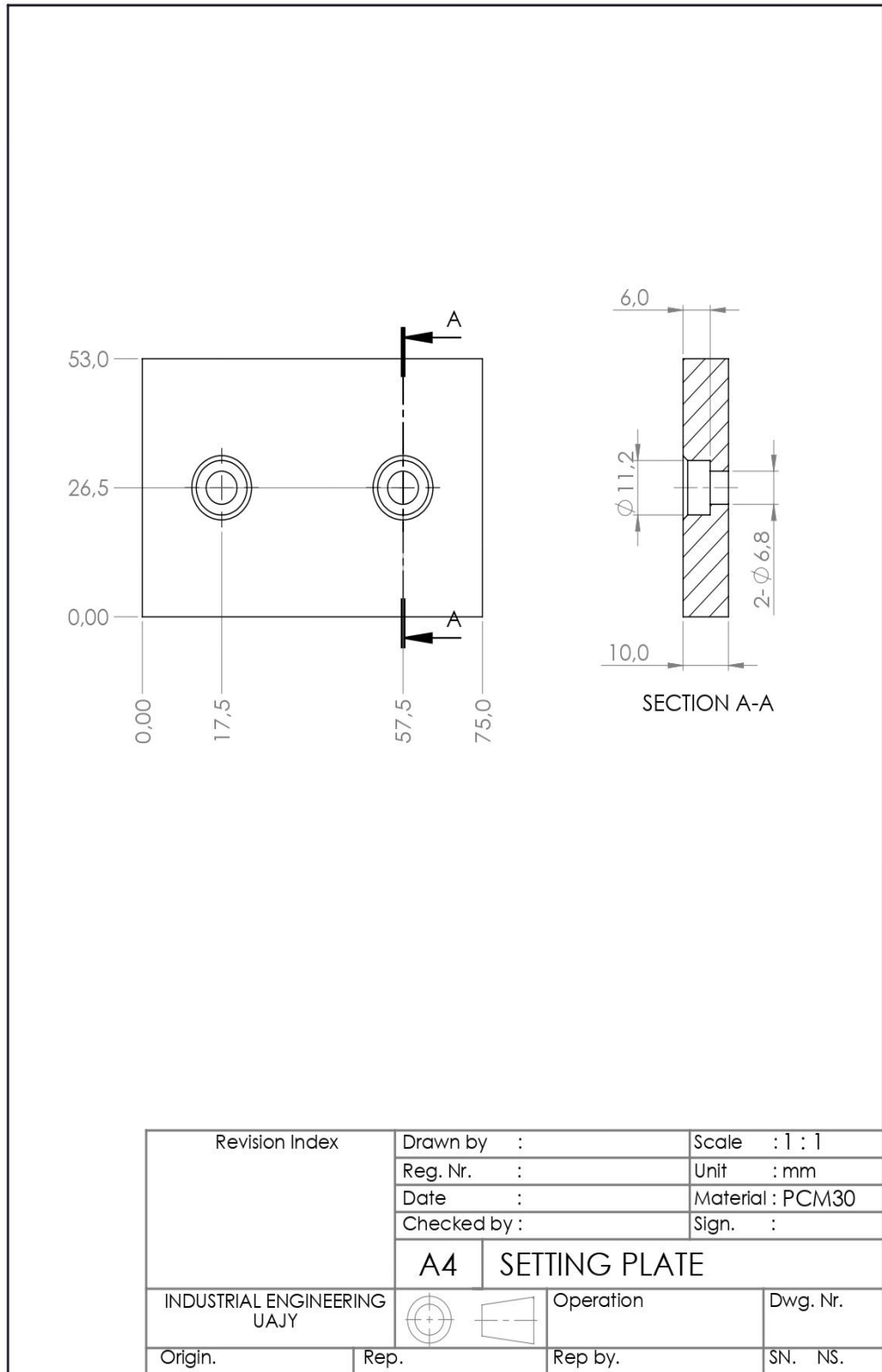


Lampiran 20. Gambar 2D Spure Bush

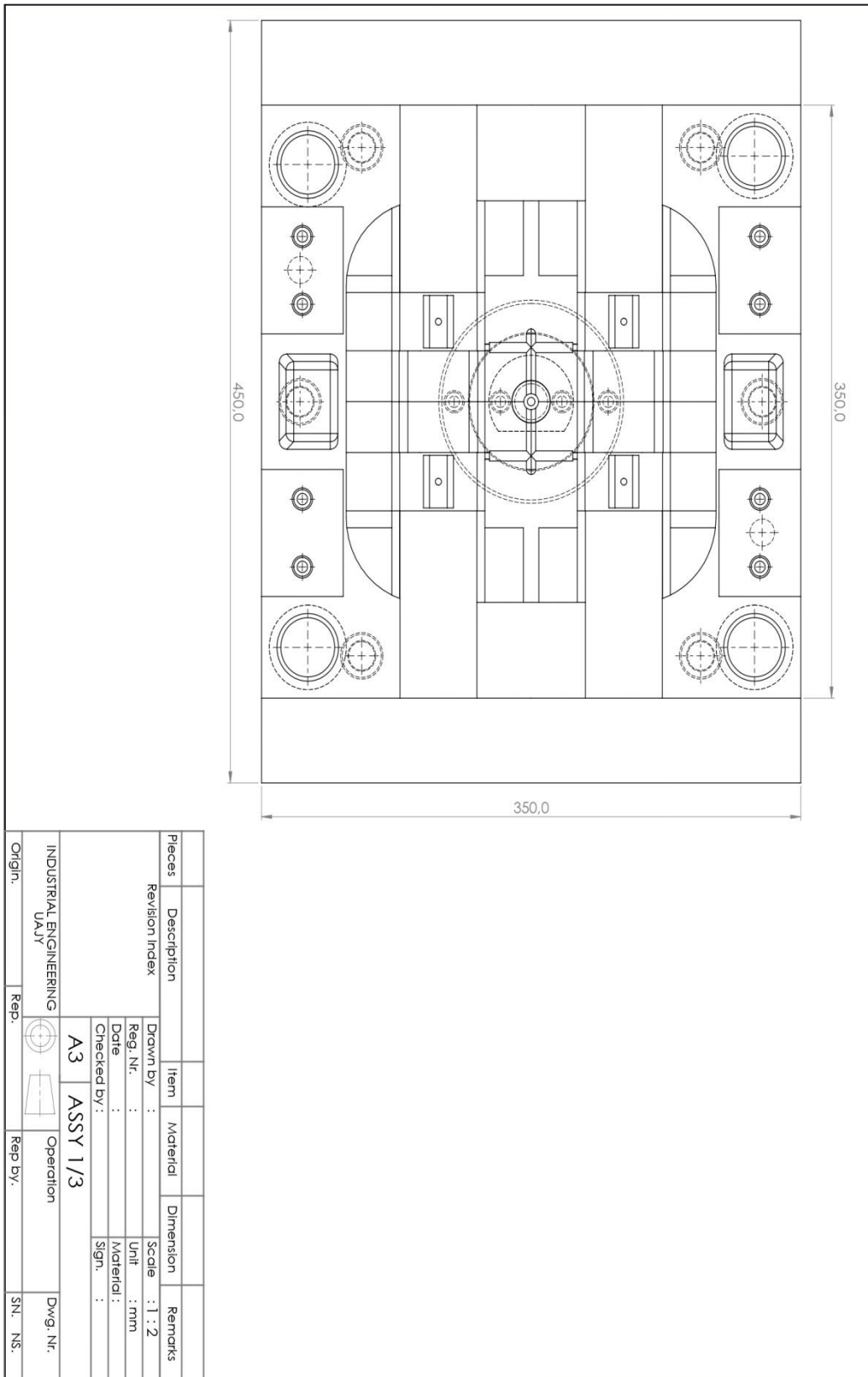




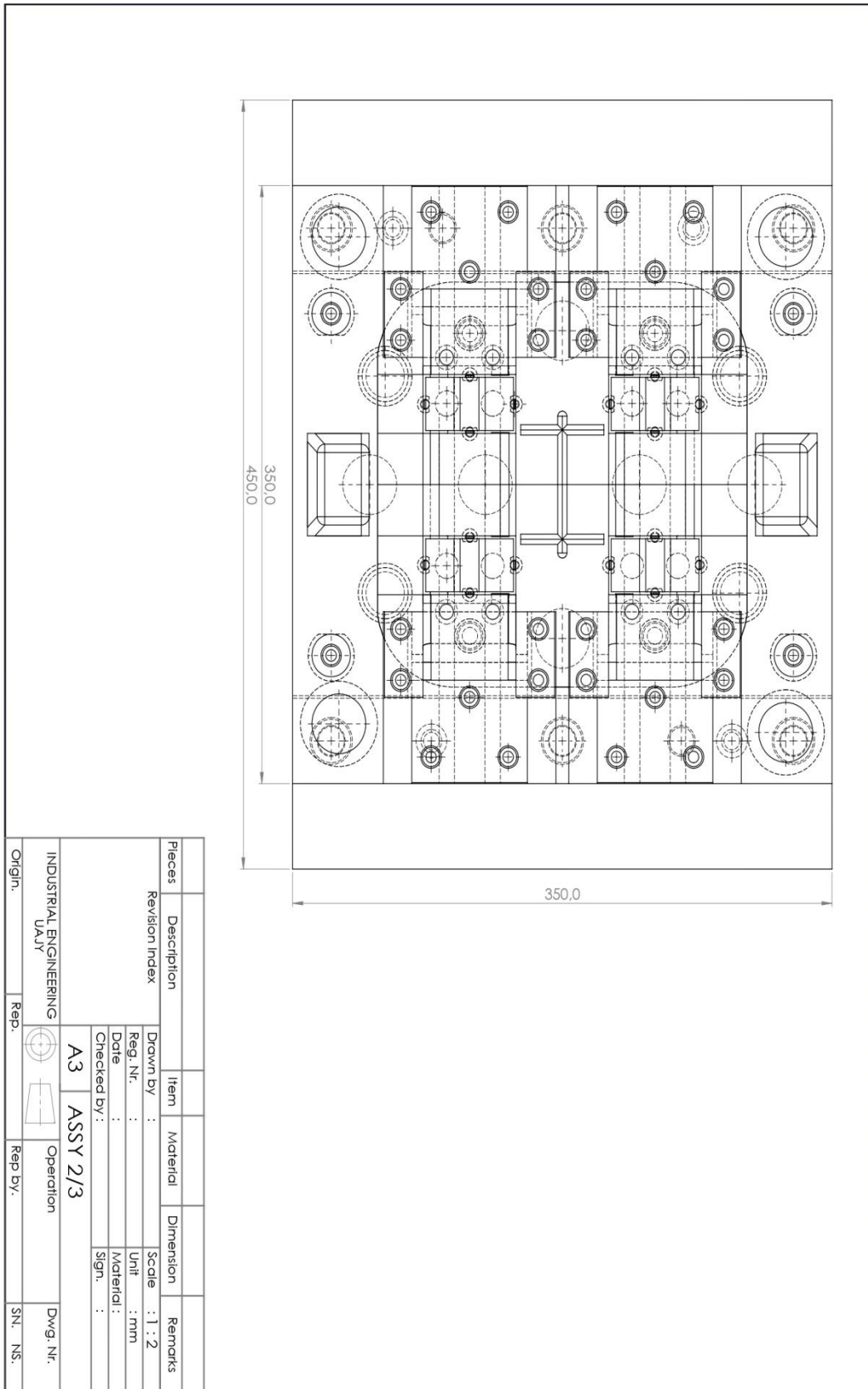
Lampiran 21. Gambar 2D Setting Plate



Lampiran 22. Gambar 2D Assy 1/3



Lampiran 23. Gambar 2D Assy 2/3



Lampiran 22. Gambar 2D Assy 3/3

