

**DESAIN DAN SIMULASI *INJECTION MOLD 4 CAVITY* DENGAN
SLIDER SYSTEM UNTUK PRODUK *RESIDUAL SCALE NOVORAPID***

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata – 1

Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun Oleh:

PARAMAYUDHA ELANG NARHESSA

20170130103

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2021

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : PARAMAYUDHA ELANG NARHESSA
NIM : 20170130103
Judul Tugas Akhir : DESAIN DAN SIMULASI *INJECTION MOLD*
4 *CAVITY* DENGAN *SLIDER SYSTEM* UNTUK
PRODUK *RESIDUAL SCALE NOVORAPID*

Menyatakan bahwa sesungguhnya skripsi ini adalah hasil karya saya dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah diajukan ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi, kecuali yang secara tertulis disebutkan dengan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar Pustaka.

Yogyakarta, 6 Januari 2022

Yang membuat pernyataan



PARAMAYUDHA ELANG NARHESSA

NIM. 20170130103

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillahirabbilalaamiin, puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat-Nya dan atas dukungan dan doa dari orang-orang tercinta sehingga penulis bisa tetap tegar untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu dengan rasa bahagia dan bangga penulis haturkan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin UMY telah memberikan ilmu kepada saya selama mengikuti pendidikan.
2. Bapak Ir. Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc., IPM. Dan Bapak Rela Adi Himarosa, S.T., M.Eng. yang telah menjadi pembimbing dan mengajari berbagai hal sehingga dapat menyelesaikan naskah dan tugas akhir ini sesuai yang diharapkan
3. Bapak ibu dosen dan staf serta laboran Program Studi S1 Teknik Mesin yang telah memberikan banyak pengalaman dan bantuan kepada penulis selama berada di lingkungan Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Kepada orang tua tercinta Bapak dan Ibu yang tak ada hentinya mendoakan, yang selalu mendukung perjalanan hidup, yang mengupayakan anaknya untuk menyelesaikan studi.
5. Teman-teman kontrakan FK dan kontrakan ninja yang selalu membantu dan menemani saya selama perkuliahan, semoga kita semua senantiasa diberikan kemudahan serta kelancaran dalam segala hal untuk kedepannya.
6. Teman-teman satu kelompok Tugas Akhir Plastik, Imam, Iqbal, Haris, Gerry yang telah membantu dan menemani selama mendesain dan penulisan. Semoga semua yang telah kita lakukan mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT.
7. Sahabat saya yang tidak banyak tapi setia Miftakhul Jannah, Fitri Ainun, Tika Paringga, Nuraidha Laras dan Rahmad Nur Latif yang menjadi keluarga tak sedarah dari bangku sekolah hingga kuliah masih tetap bersama

yang selalu senantiasa memotivasi dan mendengarkan keluh kesah, serta selalu membantu dalam masalah apapun. Semoga kebaikan mereka dibalas oleh sang pencipta.

8. Teman teman satu kelas atau yang biasa disebut Mas Kamto Crew (MKC) yang telah menerima kehadiran saya di kehidupan kalian semua, yang telah membantu saat kesusahan dalam perkuliahan maupun sehari-hari. Semoga kebaikan kalian dibalas oleh Allah S.W.T. dengan setimpal.
9. Teman teman angkatan teknik mesin 2017 yang sama-sama berjuang dalam perkuliahan dari awal semester.
10. Teman teman pengurus HMM yang telah memberikan pengalaman yang sangat berharga. Terimakasih atas ilmunya yang didapat, semoga kedepannya lebih baik.
11. Teruntuk semua orang yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terimakasih sebesar-besarnya karena telah menjadi guru dalam kehidupan.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

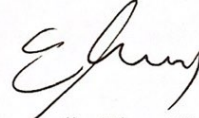
Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. Atas segala karunia, nikmat, dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (TA) ini. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Baginda Rasulullah, Nabi Muhammad SAW., yang telah membimbing kita dari zaman penuh kegelapan menuju zaman yang terang benderang. Alhamdulillahirabbil'alaamiin penulis telah menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "**Desain dan Simulasi Injection Mold 4 Cavity dengan Slider System untuk Produk Residual Scale Novorapid**". Tugas Akhir ini menjelaskan tentang perancangan desain beserta hasil simulasi *injection mold* produk *residual scale novorapid* menggunakan 4 *cavity* dan *slider system*.

Laporan Tugas Akhir ini guna memenuhi syarat kelulusan dan sebagai bukti bahwa penulis telah menyelesaikan kuliah jenjang Strata-1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun penulis demi terwujudnya laporan tugas akhir yang lebih baik dan memberikan manfaat bagi semua pihak demi kemajuan bersama.

Yogyakarta, 20 Oktober 2021

Penulis



Paramayudha Elang Narhessa

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Perancangan	3
1.5. Manfaat Perancangan	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2. Dasar Teori.....	5
2.2.1. <i>Polypropylene Polyfalm RPP1058UHF by A Schulman</i>	5
2.2.2. <i>Injection molding</i>	7
2.2.3. Perancangan <i>mold</i>	8
2.2.3.1. <i>Core dan cavity</i>	10
2.2.3.2. <i>Runner system</i>	11
2.2.3.3. <i>Slider system</i>	12
2.2.3.4. <i>Ejector system</i>	16
2.2.4. <i>Clamping force</i>	18
2.2.5. <i>Cooling system</i>	19
2.2.6. Penentuan material <i>mold</i>	20
2.2.7. <i>Residual scale Novorapid</i>	20

BAB III METODOLOGI PERANCANGAN	23
3.1. Bahan Perancangan	23
3.2. Alat Perancangan	23
3.3. Prosedur Perancangan	23
3.4. Desain produk <i>Residual scale Novorapid</i>	25
3.5. Mengidentifikasi Produk	25
3.5.1. Material	25
3.5.2. <i>Parting line</i>	25
3.5.3. Jumlah <i>cavity</i>	25
3.5.4. <i>Ejection system</i>	25
3.6. <i>Input</i> desain dan material produk ke dalam <i> moldflow</i>	25
3.7. Desain perancangan	26
3.8. Penentuan <i> mold</i> material	26
3.9. Perhitungan desain	26
3.10. Gambar rakitan dan gambar detail	26
3.11. Proses kerja <i> slider mold</i>	26
BAB IV HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Gambar Produk	27
4.2. Hasil Identifikasi Produk	28
4.2.1. <i>Parting line</i>	29
4.2.2. Jumlah <i>cavity</i>	31
4.2.3. <i>Ejection system</i>	32
4.3. <i>Input</i> desain dan material produk ke dalam <i> moldflow</i>	32
4.3.1. <i>Input</i> desain produk ke dalam <i> moldflow</i>	32
4.3.2. <i>Input</i> material ke dalam <i> moldflow</i>	33
4.4. Hasil Analisa Produk <i> Residual Scale Novorapid</i>	34
4.4.1. Hasil analisa <i> gate</i>	34
4.4.2. Hasil analisa <i> molding window</i>	35
4.4.3. Hasil analisa <i> flow</i>	37
4.4.3.1. <i> Fill time</i>	37
4.4.3.2. <i> Pressure at injection location: XY plot</i>	37
4.4.3.3. <i> Temperature at flow front</i>	38

4.4.3.4. <i>Clamping force</i>	38
4.4.3.5. <i>Volumetric shrinkage</i>	39
4.4.4. Hasil analisa <i>cooling</i>	40
4.4.4.1. <i>Circuit Reynold number</i>	40
4.4.4.2. <i>Time to freeze. part</i>	41
4.4.4.3. <i>Time to freeze, cold runner</i>	41
4.4.5. Hasil analisa <i>warpage</i>	42
4.4.5.1. <i>Deflection, all effect: deflection</i>	42
4.4.6. Hasil analisa cacat	43
4.4.6.1. <i>Air traps</i>	43
4.4.6.2. <i>Sink index</i>	44
4.4.6.3. <i>Weld line</i>	44
4.5. Hasil perancangan <i>mold</i>	45
4.5.1. Langkah urutan desain	45
4.5.2. Hasil Desain <i>mold</i>	59
4.6. Hasil Perhitungan Konstruksi	60
4.6.1. Hasil perhitungan kekuatan <i>Support plate</i>	60
4.6.2. Hasil perhitungan kekuatan <i>ejector system</i>	60
4.7. Proses Kerja <i>Slider Mold</i>	60
4.7.1. <i>Molding close</i>	60
4.7.2. <i>Molding open</i>	61
4.7.3. <i>Ejection produk</i>	62
BAB V PENUTUP	63
5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Injection Molding</i>	7
Gambar 2.2. Perbandingan desain ketebalan dinding produk kurang baik dan lebih baik.....	8
Gambar 2.3. Perbandingan penggunaan radius pada sudut dan tidak menggunakan sudut radius pada benda	9
Gambar 2.4. Perbandingan penggunaan <i>draft angle</i> dan tidak menggunakan <i>draft angle</i>	9
Gambar 2.5. <i>Parting line</i> pada produk.....	10
Gambar 2.6. Cetakan <i>core</i> dan <i>cavity</i>	10
Gambar 2.7. <i>Runner system</i>	12
Gambar 2.8. Contoh produk dengan lubang dan <i>undercut</i>	13
Gambar 2.9. <i>Slider system</i>	13
Gambar 2.10. <i>Slide core</i>	14
Gambar 2.11. Panjang <i>angular pin</i>	14
Gambar 2.12. Sudut kemiringan <i>locking heel</i> dan <i>angular pin</i>	15
Gambar 2.13. <i>Retainer</i>	15
Gambar 2.14. <i>Guide strip</i>	16
Gambar 2.15. <i>Pin ejector</i>	16
Gambar 2.16. Unit <i>standard ejection</i>	17
Gambar 2.17. Prinsip dasar pendinginan	19
Gambar 2.18. Suntikan <i>Novorapid</i>	21
Gambar 2.19. <i>Residual scale Novorapid</i>	21
Gambar 2.20. Suntikan insulin merk lain.....	22
Gambar 2.21. Sketsa suntikan insulin merk lain.....	22
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	24
Gambar 4.1. Model 3D produk <i>residual scale Novorapid</i>	27
Gambar 4.2. Model 2D produk <i>residual scale Novorapid</i>	28
Gambar 4.3. <i>Parting line</i>	30
Gambar 4.4. <i>Core</i> dan <i>cavity</i>	30
Gambar 4.5. <i>Cavity</i> berjumlah 4 buah	31
Gambar 4.6. <i>Pin ejector</i>	32

Gambar 4.7. Impor produk ke dalam simulasi <i>moldflow</i>	33
Gambar 4.8. <i>Generate mesh</i> produk pada simulasi <i>moldflow</i>	33
Gambar 4.9. <i>Input material</i> ke dalam <i>moldflow</i>	34
Gambar 4.10. <i>Gate location</i>	34
Gambar 4.11. Rekomendasi parameter proses pada <i>molding window</i>	35
Gambar 4.12. Desain produk dengan <i>runner system</i> dan <i>cooling system</i>	36
Gambar 4.13. <i>Input parameter</i> pada <i>flow setting</i>	36
Gambar 4.14. <i>Input parameter</i> pada <i>cool setting</i>	36
Gambar 4.15. <i>Fill time</i>	37
Gambar 4.16. Grafik <i>pressure at injection location</i>	38
Gambar 4.17. <i>Temperature at flow front</i>	38
Gambar 4.18. <i>Clamping force</i>	39
Gambar 4.19. <i>Volumetric shrinkage</i>	40
Gambar 4.20. <i>Volumetric shrinkage at ejection</i>	40
Gambar 4.21. <i>Circuit Reynold number</i>	41
Gambar 4.22. <i>Time to freeze, part</i>	41
Gambar 4.23. <i>Time to freeze, cold runner</i>	42
Gambar 4.24. <i>Deflection, all effect: deflection</i>	43
Gambar 4.25. <i>Air traps</i>	43
Gambar 4.26. <i>Sink index</i>	44
Gambar 4.27. <i>Weld line</i>	45
Gambar 4.28. Standar <i>moldbase Futaba SA series 2323</i>	46
Gambar 4.29. <i>Cavity plate</i>	47
Gambar 4.30. <i>Core plate</i>	48
Gambar 4.31. <i>Slide core</i>	49
Gambar 4.32. <i>Locking heel</i>	50
Gambar 4.33. <i>Retainer</i>	51
Gambar 4.34. <i>Guide Strip</i>	52
Gambar 4.35. <i>Support plate</i>	53
Gambar 4.36. <i>Distance block</i>	54
Gambar 4.37. <i>Ejector plate</i>	55
Gambar 4.38. <i>Ejector back plate</i>	56

Gambar 4.39. <i>Bottom clamping plate</i>	57
Gambar 4.40. <i>Top clamping plate</i>	58
Gambar 4.41. Hasil perancangan <i>slider mold</i>	59
Gambar 4.42. <i>Molding close</i>	61
Gambar 4.43. <i>Molding open</i>	61
Gambar 4.44. <i>Ejection process</i>	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat-sifat <i>polypropylene</i>	5
Tabel 2.2. Deskripsi <i>Polyfalm RPP1058UHF</i>	6
Tabel 2.3. Rekomendasi parameter proses.....	6
Tabel 4.1. Data Produk.....	28
Tabel 4.2. Daftar Tuntutan Perancangan.....	29

DAFTAR NOTASI

N	= jumlah <i>cavity</i>
L	= jumlah <i>part</i> tiap <i>lot</i>
t_c	= waktu siklus untuk menghasilkan 1 set <i>part</i> (dalam detik)
t_m	= waktu yang tersedia untuk suplai sejumlah produk (dalam detik)
K	= faktor kegagalan produk (<i>reject</i>)
F	= Beban <i>ejector</i> (N)
m	= Konstanta tergantung dari ujung ikatan <i>ejector</i>
I	= Momen inersia
L	= Panjang <i>ejector</i> (mm)
E	= E modulus (Gpa)
p	= Gaya <i>ejector</i> yang diperlukan (N)
A	= Luas kontak permukaan produk dengan permukaan <i>mold</i> (mm ²)
μ	= koefisien gesek plastik dengan baja
t	= Tebal produk (mm)
d	= Keliling dari <i>cavity</i>
γ	= <i>Poisson ratio plastic</i>
A_{pl}	= Luas proyeksi (cm ²)
r	= Jari-jari alas
P_i	= <i>cavity pressure</i> (kg/cm ²)
A_{ptotal}	= Total luas proyeksi (cm ²)
F _c	= <i>Clamping force</i> (Ton)