

SURAT TUGAS

No.: 002/PA-P4/ST/X/2023

Dengan
hormat,

Yang bertanda-tangan di bawah ini, menerangkan
bahwa:

Nama : Yohanes Tri Joko Wibowo
NIDN : 0309027603
Program Studi : Pembuatan Peralatan dan Perkakas Produksi

adalah dosen yang sedang melakukan pengembangan bahan kuliah yang berbasiskan studi kasus di lingkungan Program Studi Pembuatan Peralatan dan Perkakas Produksi Politeknik Astra dengan judul:

**“Modul CAD
Panduan Penggunaan MoldFlow
Studi kasus: Aplikasi Moldflow dalam Perancangan Produk”**

Demikian Surat Tugas ini dibuat untuk keperluan administrasi laporan kinerja dosen di lingkungan Kopertis III. Demikian surat ini dibuat dengan sebenar-benarnya agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 27 Oktober 2023
Hormat kami,

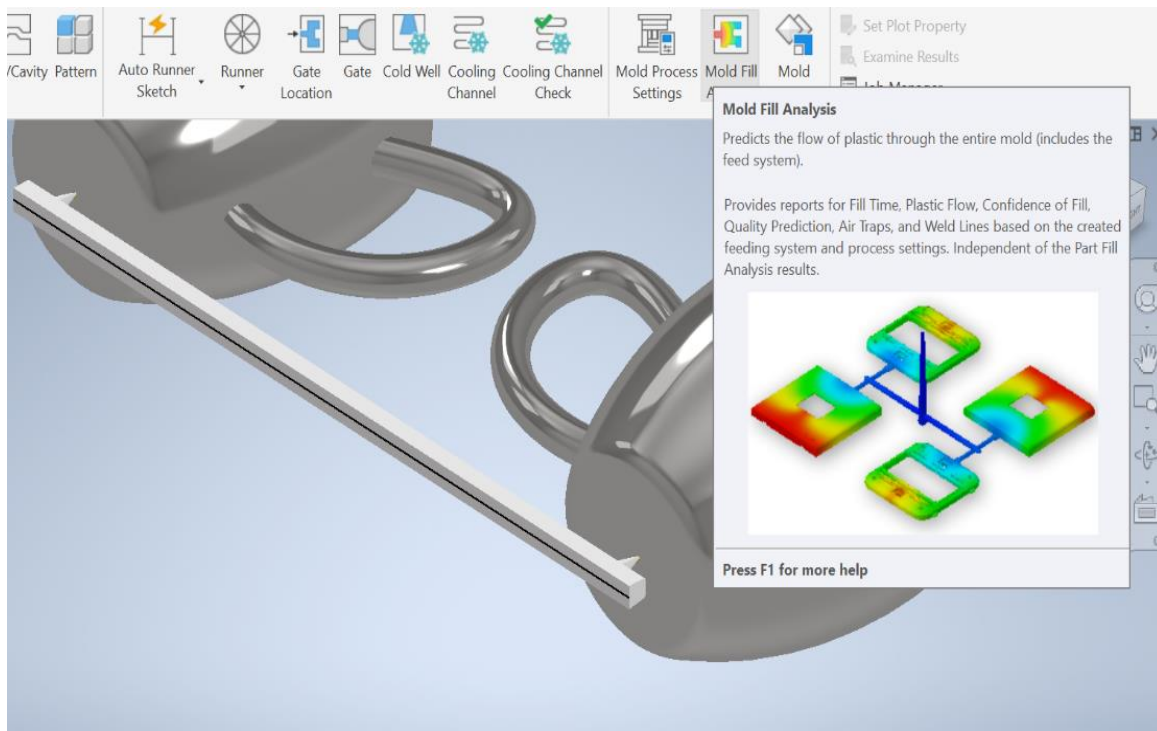
 

Ir. Budi Wahyu Utomo, M.T.
Kepala Prodi P4

MODUL CAD

PANDUAN PENGGUNAAN MOLDFLOW

Studi Kasus: Aplikasi Moldflow dalam Perancangan Produk



Disusun oleh:
Yohanes Tri Joko Wibowo

Politeknik Astra
Cikarang
2023

KATA PENGANTAR

Puji Tuhan senantiasa dipanjatkan kepada Tuhan yang Maha Agung atas rahmat dan karunia yang selalu dilimpahkan-Nya, sehingga modul panduan ini dapat selesai untuk mempermudah teman-teman muda mempelajari mata kuliah CAD secara umum, dan moldflow secara khusus.

Penyusunan modul ini tentunya tidak lepas dari bantuan banyak pihak yang dengan tulus memberikan doa, saran, dan kritik sehingga modul ini dapat terselesaikan.

Dalam modul ini, penyusun mencoba menyajikan materi kuliah dalam dua aspek yaitu teori yang praktis dan tutorial langkah demi langkah penggunaan aplikasi moldflow yang digunakan dalam kasus perancangan produk sebagai tahapan awal proses pembuatan cetakan. Materi teori tersebut dapat memberikan wawasan dan kekayaan literasi bagi rekan-rekan muda, sedangkan tutorial diharapkan memberikan gambaran tentang tahapan yang secara umum dilakukan dalam proses perancangan cetakan.

Dalam kesadaran penyusun, modul ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, segala bentuk saran, masukan, bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan. Akhir kata, semoga modul ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi teman-teman muda secara khusus, dan masyarakat secara umum.

Cikarang, 20 Desember 2023

Yohanes T. Wibowo

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
1. Perilaku Aliran Polimer dalam Cetakan Injeksi	1
1.1. Fase Cetakan Injeksi	1
1.2. Cara Plastik Mengisi Cetakan	1
1.2.1. Fase Pengisian	3
1.2.2. Fase Tekanan	6
1.2.3. Fase Kompensasi	6
1.3. Bagaimana Plastik Mengalir ?	7
1.3.1. Perilaku Material	7
1.3.2. Deformasi	8
1.3.3. Perilaku Viskoelastik	8
1.3.4. Viskositas Geser Leleh	9
1.3.5. Cairan Newtonian vs Cairan Non-Newtonian	10
1.3.6. Perilaku Penipisan Geser	10
1.3.7. Distribusi Laju Geser	11
1.3.8. Aliran yang Digerakan oleh Tekanan	11
1.3.9. Tekanan Gradien dan Waktu Injeksi	13
1.3.10. Panjang Aliran Leleh	13
1.3.11. Tekanan Injeksi vs Waktu	13
1.3.12. Ketidakstabilan Aliran	15
2. Kondisi Cetakan dan Tekanan Injeksi	17
2.1. Tekanan Injeksi	17
2.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tekanan Injeksi	18
2.3. Persamaan	20
2.3.1. Saluran Aliran Berputar	20
2.3.2. Saluran Aliran Strip	20
2.4. Pengaruh Kondisi Cetakan	21
2.4.1. Kualitas Produk	21
2.4.2. Suhu Leleh	22
2.4.3. Suhu Cetakan	22
2.4.4. Waktu Pengisian	23
2.4.5. Variasi Tekanan Geser	23
2.4.6. Tekanan Packing dan Waktu	24
2.4.7. Aliran Balik	26
2.5. Penggunaan Moldflow untuk Optimasi Kondisi Cetakan	26
2.5.1. Produk	27
2.5.2. Ukuran Cetakan	27
2.5.3. Tekanan Injeksi	28
2.5.4. Aliran Suhu	29
2.5.5. Waktu Pendinginan	30
3. Pengisian Pola	33
3.1. Sekilas Pengisian Pola	33

3.1.1.	Pengisian Pola	33
3.2.	Aliran dalam Cetakan Kompleks	34
3.2.1.	Overpack	34
3.2.2.	Efek Racetrack	35
3.2.3.	Variasi Laju Injeksi	35
3.2.4.	Efek Underflow	36
3.2.5.	Efek Hesitasi	37
3.2.6.	Weldline	38
3.2.7.	Meldline	38
3.2.8.	Sinkmark	38
3.2.9.	Aliran Multi Arah	39
3.2.10.	Aliran Tidak Stabil	40
3.2.11.	Pola Aliran Sederhana	41
3.3.	Flow Front Velocity dan Flow Front Area	41
3.3.1.	Konsep FFV dan FFA	41
3.3.2.	Dampak Flow Front terhadap Pola Pengisian	41
3.4.	Penggunaan Moldflow untuk Penentuan Pola Pengisian	43
3.4.1.	Simulasi Komputer dalam Cetakan	43
3.4.2.	Analisis Aliran	43
3.4.3.	Penggunaan Moldflow untuk Mencapai FFV Konstan	44
3.4.4.	Mengontrol FFV melalui Ram Speed	44
4.	Prinsip Desain MoldFlow	47
4.1.	Perancangan Produk dan Aliran Cetakan	47
4.2.	Urutan Analisis	47
4.2.1.	Optimasi Pengisian Produk	48
4.2.2.	Kondisi Cetakan	48
4.2.3.	Perancangan Runner	48
4.2.4.	Optimasi Pendinginan	49
4.2.5.	Optimasi Packing	49
4.2.6.	Optimasi Warpage	49
4.3.	Konsep Aliran Cetakan	49
4.3.1.	Pola Aliran Searah dan Terkontrol	50
4.3.2.	Penyeimbangan Aliran	51
4.3.3.	Gradien Tekanan Konstan	52
4.3.4.	Tekanan Geser Maksimum	53
4.3.5.	Pendinginan Seragam	54
4.3.6.	Penempatan Weld dan Meld Line	55
4.3.7.	Mencegah Efek Hesitasi	55
4.3.8.	Mencegah Underflow	55
4.3.9.	Menyeimbangkan Aliran	57
4.3.10.	Kontrol terhadap Panas Gesekan	58
4.3.11.	Runner Thermal Shutoff	58
4.3.12.	Rasio Runner dengan Cavity	59
5.	Mesh dalam Analisis Moldflow	61
5.1.	Jenis Mesh dalam Moldflow	61
5.1.1.	Finite Elemen dalam Moldflow	61

5.1.2.	Jenis Mesh	62
5.1.3.	Asumsi Solver	63
5.2.	Persyaratan Mesh	64
5.2.1.	Pertimbangan Kepadatan Mesh	64
5.2.2.	Detail Produk	67
5.3.	Pembuatan Geometri	69
5.4.	Import Geometri	69
5.5.	Penggunaan Berbagai Jenis Mesh	69
5.5.1.	Panel Pintu	69
5.5.2.	Manifold	70
6.	Perancangan Produk	71
6.1.	Sifat Plastik yang Sensitif	71
6.1.1.	Perilaku Stres-Strain	72
6.1.2.	Relaksasi Creep dan Stres	77
6.1.3.	Fatigue	79
6.1.4.	Kekuatan Impact	80
6.1.5.	Perilaku Mekanik Termal	80
6.2.	Perancangan Produk Kuat	82
6.2.1.	Prediksi Kekuatan Produk	82
6.2.2.	Kondisi Loading	82
6.3.	Ketebalan Produk	86
6.3.1.	Dampak Ketebalan terhadap Kualitas dan Biaya	86
6.3.2.	Dampak Ketebalan terhadap Cycle Time	86
6.3.3.	Kecenderungan Melengkung pada Produk	86
6.3.4.	Dampak Tipis yang Seragam terhadap Kualitas Permukaan	87
6.3.5.	Mengurangi Ketebalan Produk	87
6.4.	Meningkatkan Kekakuan Struktural dengan Ribs	88
6.4.1.	Integritas Struktural	88
6.4.2.	Perancangan Ribs	88
6.5.	Perakitan	90
6.5.1.	Pencetakan Unit vs Part	90
6.5.2.	Suaian	90
6.5.3.	Sambungan Press-fit	91
6.5.4.	Sambungan Snap-fit	93
6.5.5.	Kantilever Sambungan Snap	95
6.5.6.	Torsi Sambungan Snap-fit	96
6.5.7.	Fastener	98
6.5.8.	Insert	101
6.5.9.	Proses Pengelasan	101
7.	Perancangan Gate	103
7.1.	Konsep Perancangan Gate	103
7.1.1.	Konsep Gate	103
7.1.2.	Gate Tunggal vs Gate Jamak	103
7.1.3.	Dimensi Gate	103
7.1.4.	Lokasi Gate	104
7.2.	Tipe-tipe Gate	104

7.3.	Aturan Perancangan	113
7.3.1.	Penentuan Jumlah Gate	113
7.3.2.	Pola Aliran	115
7.3.3.	Posisi Gate	116
7.3.4.	Menghindari Masalah Umum	122
7.3.5.	Panjang Gate	122
7.3.6.	Ketebalan Gate	122
7.3.7.	Waktu Pembekuan	123
7.4.	Penggunaan Moldflow untuk Perancangan Gate	123
7.4.1.	Lokasi Gate	123
7.4.2.	Ukuran Cetakan untuk Tiga Lokasi Gate	124
7.4.3.	Pola Pengisian	125
7.4.4.	Ukuran Gate Berdasarkan Shear Rate	125
8.	Perancangan Sistem Runner	127
8.1.	Definisi	127
8.1.1.	Feed System	127
8.1.2.	Sistem Runner	127
8.1.3.	Cold Runner	127
8.1.4.	Hot Runner	128
8.1.5.	Hot Manifold	128
8.1.6.	Hot Drop	128
8.1.7.	Sprue	128
8.2.	Prinsip Perancangan Sistem Runner	129
8.2.1.	Benefit Runner yang Baik	129
8.2.2.	Konsep Perancangan Runner	129
8.2.3.	Keseimbangan Aliran	130
8.2.4.	Kontrol Aliran	130
8.2.5.	Pemanasan Akibat Gesekan pada Runner	132
8.2.6.	Thermal Shutoff	132
8.2.7.	Sistem dan Tekanan Runner	132
8.2.8.	Gradien Tekanan Konstan	133
8.2.9.	Cold Slug Wells	133
8.2.10.	Ejeksi Mudah	134
8.3.	Tipe Runner	134
8.3.1.	Cold Runner	134
8.3.2.	Hot Runner	135
8.4.	Tata Letak Runner	136
8.4.1.	Penentuan Jumlah Cavity	136
8.4.2.	Penentuan Letak Sistem Runner	138
8.4.3.	Runner Seimbang Sebagian	139
8.4.4.	Runner Seimbang secara Geometris	141
8.5.	Ukuran Awal Runner	141
8.5.1.	Penentuan Dimensi Sprue	141
8.5.2.	Perancangan Penampang Runner	142
8.5.3.	Penentuan Diameter Runner	145
8.6.	Penyeimbangan Runner	147
8.6.1.	Cara Kerja Runner Balancing	147

8.6.2.	Optimasi Ukuran Runner	147
8.6.3.	Validasi Keseimbangan	147
8.7.	Penggunaan Moldflow untuk Runner Balancing	149
8.7.1.	Runner Balancing untuk 48 Cavity	149
8.7.2.	Runner Balancing untuk Family Mold	151
8.7.3.	Runner Balancing untuk Produk Multi Gate	152
9.	Prosedur Perancangan dengan Moldflow	153
9.1.	Sistem Pendingin Cetakan	153
9.1.1.	Pentingnya Sistem Pendingin	153
9.1.2.	Komponen Sistem Pendingin	154
9.2.	Konfigurasi Saluran Pendingin	156
9.3.	Perangkat Pendingin Alternatif	157
9.4.	Persamaan Sistem Pendingin	162
9.4.1.	Waktu Pendinginan	162
9.4.2.	Nomor Reynolds dan Aliran Cairan Pendingin	163
9.5.	Aturan Perancangan	163
9.5.1.	Pertimbangan Perancangan Pendingin Cetakan	163
9.5.2.	Lokasi dan Ukuran Saluran Pendingin	164
9.5.3.	Laju Aliran dan Perpindahan Panas	166
9.6.	Penggunaan Moldflow untuk Perancangan Sistem Pendingin	167
9.6.1.	Contoh Setup	168
9.6.2.	Cycle Time berdasarkan Parameter Perancangan dan Proses	169
10.	Studi Kasus Produk Cangkir	170
11.	Daftar Pustaka	195