

Optimasi helm industri ergonomik beserta perancangan dan simulasi molding injeksi

Arif Budi Wicaksono¹, Abdul Aziz¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14.5, Yogyakarta, Umbulmartani, Ngemplak, Kabupaten Sleman
Daerah Istimewa Yogyakarta, 55584, Indonesia
Email korespondensi: arifbudi_wicaksono@uii.ac.id

Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk membuat desain helm industri yang inovatif agar dapat terintegrasi dengan pelindung muka dan telinga dengan metode Triz40 lalu menganalisis, mendesain dan mensimulasikan injection mold. Injection mold pada kajian ini menggunakan two plate. Kemudian model helm industri diwujudkan menggunakan 3d print dengan material PLA. Selain itu, kajian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah gate terhadap karakteristik fill time dan quality prediction. Jumlah gate divariasikan menjadi 3 jenis yaitu 1, 2 dan 4 gate. Hasil yang optimal didapatkan menggunakan 1 gate dengan fill time, cacat dan quality prediction yang optimum. Desain mold unit yang optimum adalah dimensi 500 x 500 mm dengan gaya clamping force sebesar 3986,86 kN.

Kata kunci: cetakan injeksi, waktu pengisian, prediksi kualitas, kekuatan penjepit, cetakan, gate.

Abstract

This research purpose to develop an innovative industrial helmet design that can be integrated with face and ear protection using Triz40 method and then analyzes, designs and simulates injection molding innovations. Injection molding in this study uses two plates. Then industrial helmet model was realized using a 3d print with PLA material. In addition, this study aims to see the effect variations number of gates on filling time and quality predictions. The number of gates varied into 3 types, namely 1, 2 and 4 gates. The results obtained optimally use 1 gate with optimal charging time, defects and prediction of quality. The optimum mold unit dimension is 500 x 500 mm with a clamping force of 3986.86 kN.

Keywords: Injection mold, fill time, quality prediction, clamping force, mold, gate.

1. Pendahuluan

Penggunaan APD (Alat Pelindung Diri) adalah sebuah tindakan pengendalian risiko terakhir yang bertujuan untuk melindungi tenaga kerja dari potensi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja. Tetapi, APD sering dianggap tidak penting oleh para pekerja, terutama pada sektor informal. APD sangat penting digunakan sebagai tanggung jawab sebuah perusahaan untuk melindungi pekerja dari ancaman bahaya keselamatan dan kesehatan kerja. Penggunaan APD disesuaikan dengan tempat kerja yang sedang melakukan pekerjaan [1].

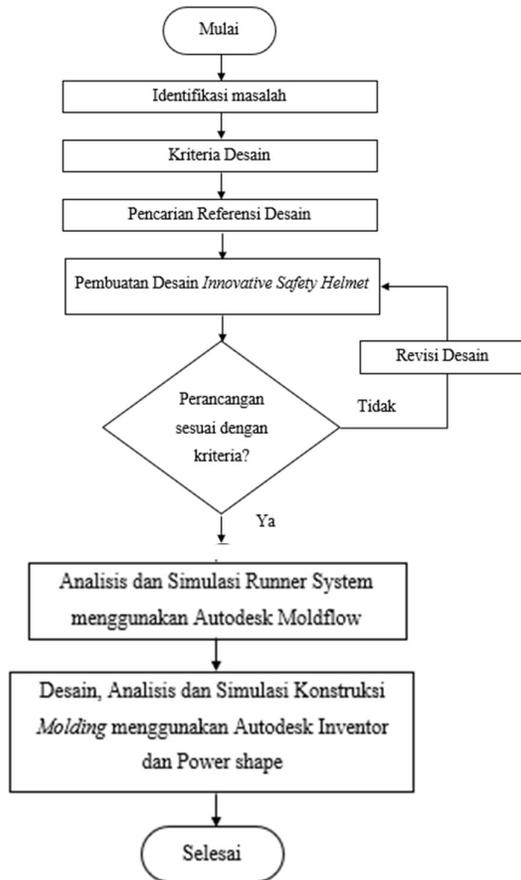
Berdasarkan laporan *International Labour Organization* tahun 2010 angka kecelakaan kerja di seluruh dunia lebih dari 337 juta dalam pekerjaan pertahun. 6300 orang meninggal setiap harinya karena kecelakaan kerja atau penyakit yang berkaitan dengan pekerjaan tersebut. Pada teori gender tahun 2001 menjelaskan bahwa untuk membentuk suatu budaya selamat terdapat tiga komponen yang saling berhubungan antara satu dengan yang lain dan harus dicapai yaitu *people* (orang), *behaviour* (perilaku) dan *enviroment* (lingkungan) atau yang biasa disebut dengan *safety triad* [2, 3].

Banyak faktor yang menjadi penyebab tenaga kerja tidak mematuhi penggunaan APD meskipun perusahaan telah menyediakan dan dan membuat peraturan yang bersifat wajib dan mengikat. Hal ini menjadi dasar dan harus diteliti lebih lanjut. Tahap paling dasar untuk menumbuhkan kesadaran dan inisiatif tenaga kerja agar patuh menggunakan APD yaitu dengan pembentukan budaya keselamatan menggunakan APD [4]. APD tersebut digunakan secara terpisah antar satu dengan yang lain, tetapi beberapa APD yang dimiliki oleh perusahaan banyak yang tercecer dan tidak diletakan kembali ke tempat semula sehingga banyak APD yang hilang. Hal ini dapat membuat perusahaan merugi karena harus mengganti APD yang baru dan menambah pengeluaran perusahaan. Maka dari itu diperlukan suatu alternatif pemecahan masalah untuk menemukan solusi dari permasalahan diatas salah satunya adalah membuat desain *safety helmet* yang dapat digabungkan dengan pelindung mata dan pelindung telinga sehingga efektif dan efisien dalam penggunaannya [5, 6].

2. Metode

Metode perancangan pada kajian ini terdapat beberapa tahapan yaitu mengidentifikasi masalah,

membuat kriteria desain, mencari referensi desain, membuat desain, menganalisis *runner system* dan membuat *mold base*.



Gambar 1. Diagram alur kajian.

Alat Perancangan

Alat yang digunakan pada perancangan *safety helmet* dan konstruksi *mold*, menggunakan beberapa alat sebagai berikut:

Laptop

Spesifikasi laptop yang digunakan, ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi ASUS X450JX.

Operation System	Windows 10.0 Full Version
Processor	Intel(R)
CPU	Core (TM) i7-4720HQ @ 2.60Ghz
Installed Memory (RAM)	12 GB
System Type	64-bit Operating System

Software Design dan Analisis

Software yang digunakan untuk perancangan dan analisis menggunakan Autodesk Inventor Professional 2019, Autodesk Moldflow Adviser 2019 dan Autodesk Power Shape 2019

Identifikasi Produk

Produk yang dirancang adalah helm industri dengan dimensi menyesuaikan dengan produk yang ada dipasaran. Material yang digunakan untuk proses analisis menggunakan *High Density Poly Ethylene* (HDPE). Desain helm industri dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain helm industri inovatif.

Data produk dari helm industri yang dirancang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data produk helm industri.

Data Produk	
Nama	Helm Industri
Berat	0,2 kg
Material	HDPE
Dimensi	267,59 mm x 200 mm x 125,08 mm
Tebal Produk	2 mm

Pada Tabel 3 menunjukkan karakteristik *mold* yang digunakan untuk membuat *mold base*.

Tabel 3. Karakteristik mold.

Karakteristik Mold	
Jenis Mold	Two Plate
Jumlah Cavity dan Core	1
Standar Mold Base	LKM
Dimensi	500 mm x 500 mm
Tipe	AI

Lalu Tabel 4 menunjukkan karakteristik material yang digunakan yaitu HDPE.

Tabel 4. Karakteristik HDPE.

Massa Jenis	0,952 g/cm ³
Mold Temperature	40°C
Melt Temperature	220°C
Pressure Injection	70-105 MPa
Diameter runner	6 mm

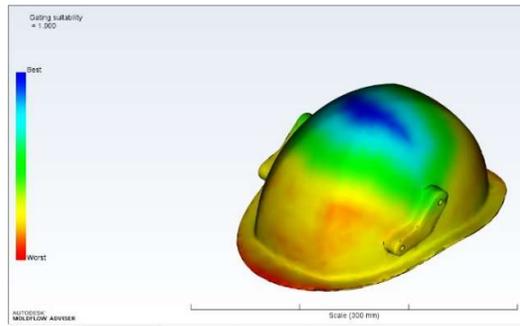
Pada Tabel 5 menunjukkan parameter yang digunakan pada kajian ini. Parameter yang

digunakan untuk analisis *moldflow* ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Parameter analisis *moldflow* .

Parameter yang digunakan	
Jenis <i> Gate </i>	Pin
Jumlah <i> gate </i>	1, 2 dan 4
Jenis <i> runner </i>	<i> Circular </i>
Diameter <i> runner </i>	6 mm
<i> Mold temperature </i>	40°C
<i> Melt Temperature </i>	200°C
<i> Max Injection Pressure </i>	180 MPa

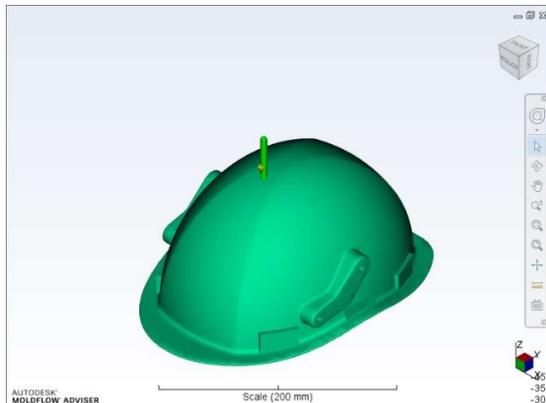
Tahap pertama untuk melakukan analisis ini adalah menentukan lokasi *gate* , karena lokasi *gate* sangat berpengaruh terhadap *quality prediction* dan *fill time* yang dihasilkan. Lokasi *gate* yang optimal pada sampel dapat dilihat dari hasil simulasi *Moldflow Adviser* dengan spektrum warna yang beragam mulai dari biru hingga merah. Warna biru pada permukaan sampel merupakan lokasi yang cocok untuk *gate* .



Gambar 3. Hasil analisis *gate location* .

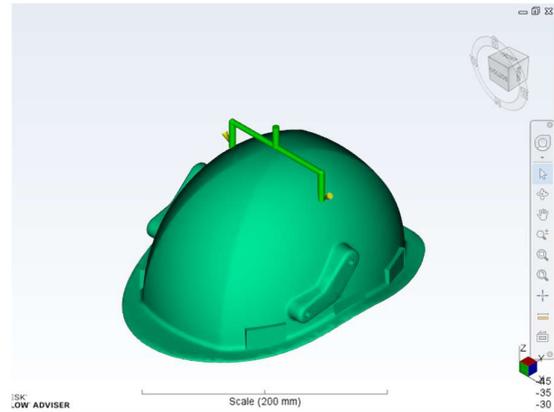
Langkah berikutnya menentukan *runner system* pada produk. Untuk produk *safety helmet* ini menggunakan jenis *cold gate* berbentuk *circular* dengan diameter 7 mm dan panjang 50 mm. Jumlah *gate* pada pengujian ini ada 3, masing 1, 2 dan 4 titik.

1 Gate



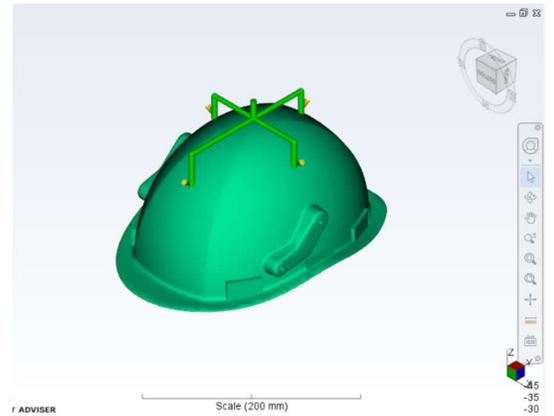
Gambar 4. Sistem *runner* menggunakan 1 *gate* .

2 Gate



Gambar 5. Sistem *runner* menggunakan 2 *gate* .

4 Gate

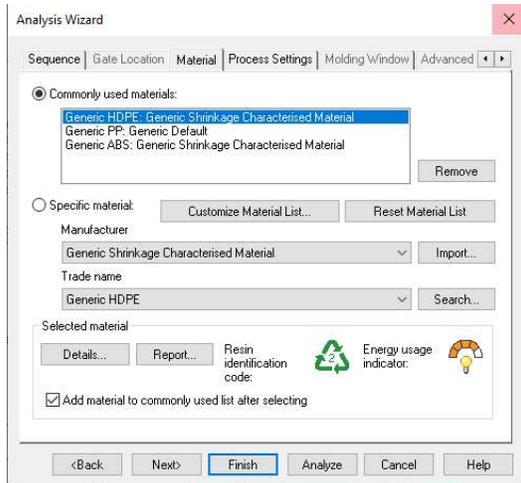


Gambar 6. Sistem *runner* menggunakan 4 *gate* .

Langkah berikutnya menentukan parameter untuk menganalisis. Ada 4 poin utama parameter yang sangat penting yaitu jenis material, *temperature* cetakan, titik leleh dan tekanan injeksi. Langkah-langkah untuk menentukan parameter tersebut adalah sebagai berikut:

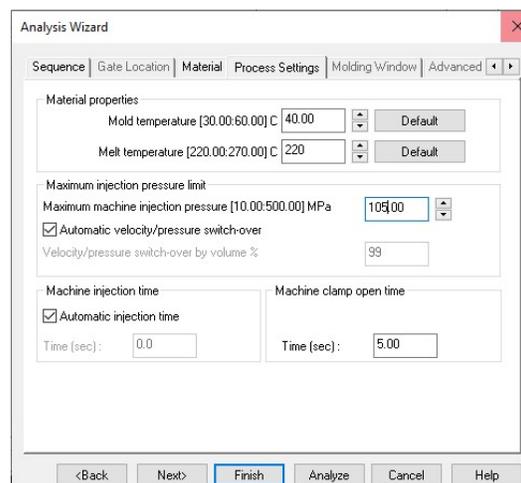
Material

Penggunaan material sangat menentukan kualitas dari suatu produk. Ini berkaitan dengan kekuatan dan keamanan dari produk yang dihasilkan. Material yang digunakan pada helm industri ini adalah HDPE.



Gambar 7. Penentuan jenis material pada Moldflow.

Temperatur cetakan, titik lebur dan tekanan injeksi
Menurut shoemaker, suhu yang cocok untuk meleburkan HDPE adalah 220°C, lalu suhu yang ideal untuk *molding* adalah 40°C.



Gambar 8. Penentuan suhu pada Moldflow.

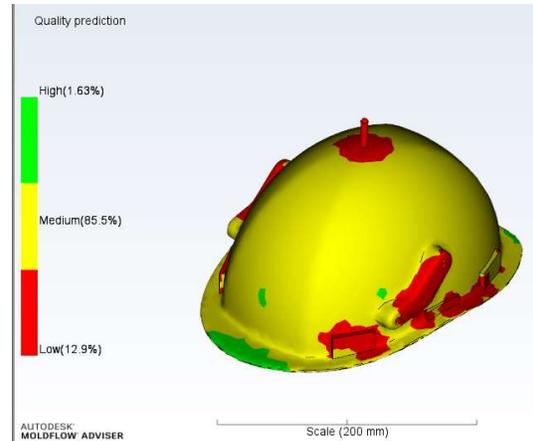
3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Variasi Gate

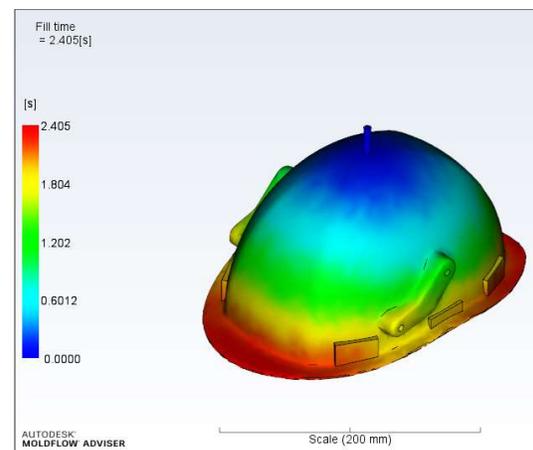
Analisis variasi jumlah *gate* bertujuan untuk mendapatkan *layout* yang paling optimal dengan *quality prediction* yang terbesar, cacat *weld line* dengan rasio yang terkecil. *Quality prediction* adalah kumpulan cacat-cacat pada permukaan benda dan ditampilkan dalam warna agar pengguna dapat dengan mudah memahami arti dari setiap warna [7].

Analisis Variasi Jumlah Gate

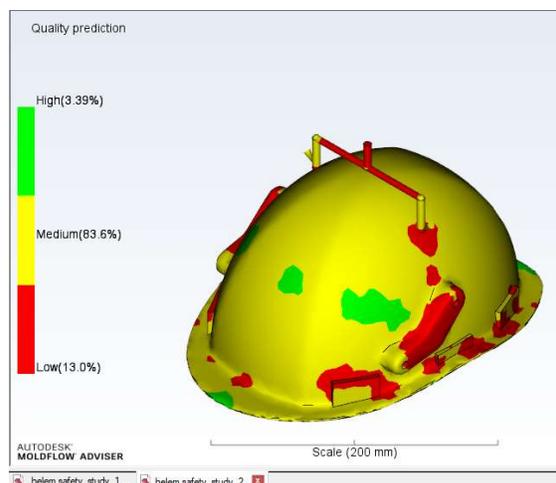
Analisis variasi jumlah *gate* menggunakan 3 variasi *gate*, yaitu 1, 2 dan 4 *gate*. Hasil dari analisis ini adalah untuk mendapatkan *fill time* dan *quality prediction* dari produk. Gambar di bawah merupakan hasil dari analisis yang dilakukan dengan parameter yang konstan.



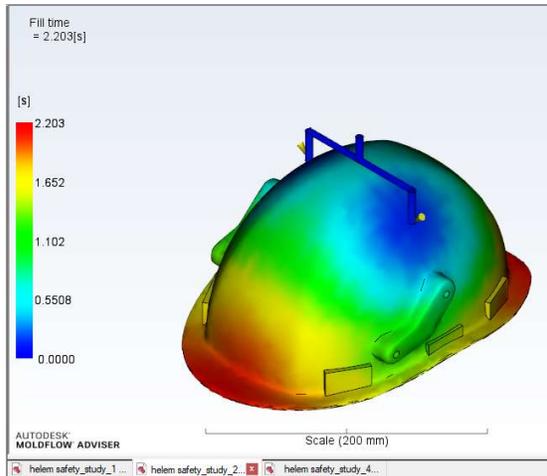
Gambar 9. Hasil analisis quality prediction menggunakan 1 gate.



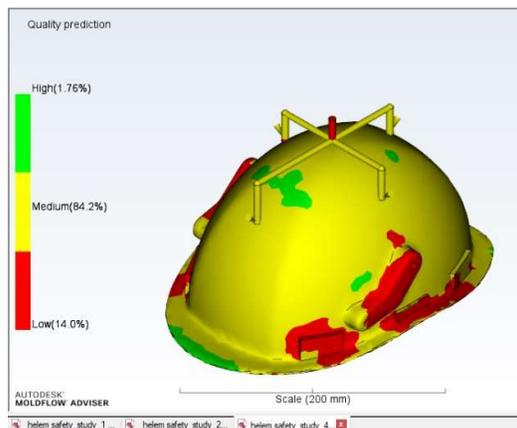
Gambar 10. Hasil analisis quality prediction menggunakan 1 gate.



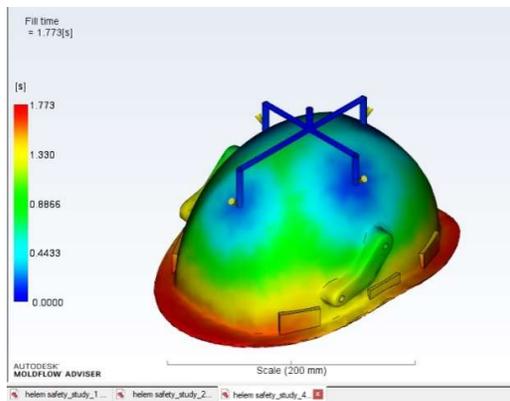
Gambar 11. Hasil analisis quality prediction menggunakan 2 gate.



Gambar 12. Hasil analisis quality prediction menggunakan 2 gate.



Gambar 13. Hasil analisis quality prediction menggunakan 4 gate.



Gambar 14. Hasil analisis quality prediction menggunakan 4 gate.

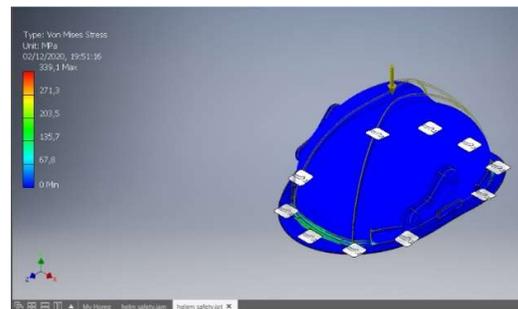
Beikut adalah tabel dan grafik perbandingan jumlah gate dengan *Fill time* dan *Quality Prediction* dengan diameter *runner* 6 mm.

Tabel 6. Pengaruh jumlah gate terhadap fill time dan quality prediction.

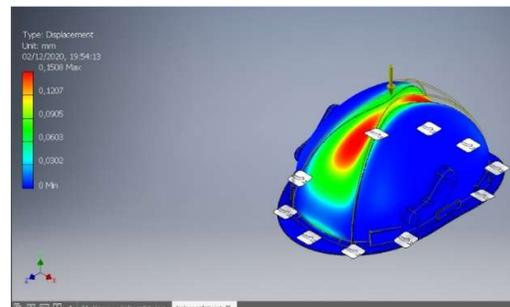
No	Jumlah Gate	Fill time (s)	Quality Prediction (%)		
			High	Medium	Low
1	1	2,4	1,63	85,5	12,9
2	2	2,2	3,39	83,6	13
3	4	1,7	1,76	84,2	14

Pengujian impact

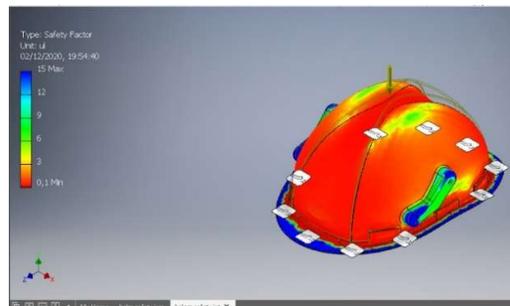
Pengujian impact dilakukan dengan memberi beban sebesar 3 kg sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) pada titik yang telah diberikan. Gambar di bawah merupakan hasil dari analisis uji impact pada permukaan helm industri menggunakan Autodesk Inventor Professional 2019.



Gambar 15. Hasil analisis tegangan maksimum pada helm.



Gambar 16. Hasil analisis displacement pada helm.



Gambar 17. Hasil analisis safety factor pada helm.

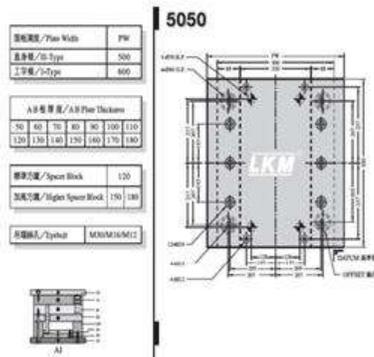
Perancangan Mold Base berdasarkan Produk

Perancangan *mold base* helm industri dilakukan berdasarkan hasil analisis *runner system*. Dari ketiga jenis *gate* masing-masing dianalisis menggunakan

diameter *runner* yang sama yaitu 6 mm. Desain *mold* yang dibuat adalah hasil analisis yang terbaik dari masing-masing jenis *gate*.

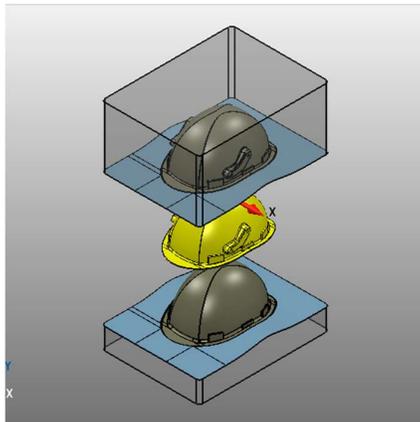
Mold Base

Dimensi *core* dan *cavity* yang ingin dibuat memiliki dimensi yaitu 300 mm x 400 mm. Dimensi ini menjadi acuan untuk membuat *mold base*. Pada perancangan *mold base*, standar yang digunakan pada produk helm industri ini adalah standar *mold base* LKM AI series 5050 ditunjukkan pada gambar 4-20. Material plat dan komponen *mold* yang digunakan pada *mold base* merujuk pada katalog *mold base* LKM sebagai produsen pembuat *mold*.



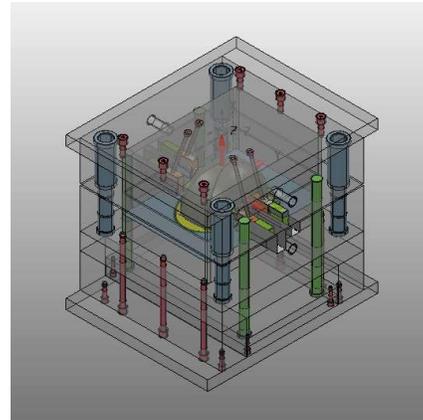
Gambar 18. Dimensi injection molding LKM 500 x 500.

Gambar di bawah merupakan *mold base* yang dibuat menggunakan Autodesk Power shape 2019



Gambar 19. Cavity dan core.

Hasil dari perancangan *mold base* ada pada Gambar 19 dan Gambar 20. Perancangan *mold base* tersebut menggunakan Autodesk Powershape 2019



Gambar 20. Desain injection molding menggunakan Software Autodesk Powershape 2019.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis proses *injection molding* pada produk helm *safety*, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa desain *mold* dengan metode *cold runner system* pada produk helm industri sesuai dengan katalog *Moldbase* LKM *two plate* dan model helm industri dengan metode *3d print*. *Runner system* dengan 1 *gate* mempunyai karakteristik yaitu memiliki *fill time* 2.4 detik dan *pressure* yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan sebesar 88.733 MPa. *Quality prediction* pada helm industri dengan 1 *gate* adalah 1,63% (*high*), 85,5% (*medium*), 12,9% (*low*).

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih diberikan kepada Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia yang telah mendukung seluruh proses dalam kajian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Carender, J. W. (2011). Scientific Molding Pocket Guide (Fourth Edition). CreateSpace Independent Publishing Platform.
- [2] Faria, N. (2019). Visualization of the Inventive Principle of TRIZ to Improve Problem-Solving Ability in Design Processes. 2019 International Conference on Engineering, Science, and Industrial Applications (ICESI), 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICESI.2019.8863011>
- [3] Hasrin (last). (2008). Desain dan Pabrikasi
- [4] Helmet Indutri Yang Ergonomik. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- [5] Shoemaker, J. (2006). Moldflow Design Guide (First Edition). Hanser.
- [6] Tanama, B. R. (2017). Manajemen Pemasaran. Universitas Udayana.
- [7] Titaley, J. C. (2017). Analisa Pengaruh Penggunaan APD (Alat Pelindung Diri) Terhadap Produktivitas Pekerja Konstruksi Gedung di Kota Medan” (Studi Kasus Pembangunan Apartemen Mansyur Residence). Universitas Sumatera Utara..