

BAB IV
HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Identifikasi Produk

Hasil identifikasi yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.1. dibawah ini

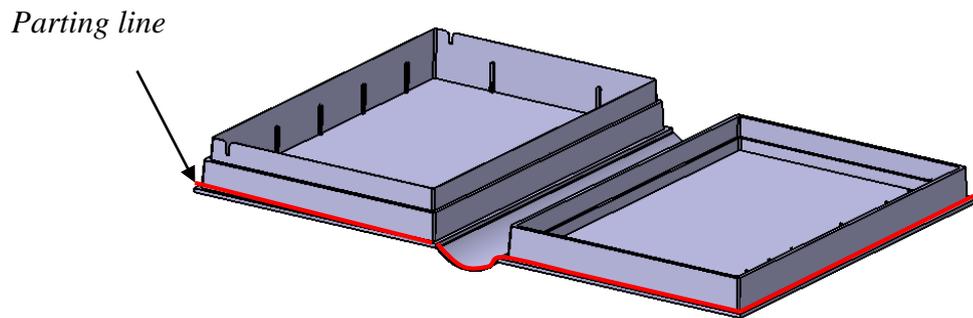
Tabel 4.1. Data produk *glove box*

Data Sampel Produk <i>Glove Box</i>	
Warna	Hitam
Dimensi Produk	310 mm x 210 mm x 37 mm
Ketebalan	2.5 mm
Material	PP (<i>polypropylene</i>)
<i>Shrinkage</i>	2%
Berat	22 gr
<i>Parting line</i>	Dapat dilihat pada produk <i>glove box</i> 3D
<i>Ejector</i>	Menggunakan jenis pin <i>ejector</i> jml 20
<i>Gate</i>	Menggunakan <i>pin point gate</i> jml 2
<i>Runner</i>	Menggunakan runner primer dan sekunder
<i>Type mold</i>	Menggunakan tipe <i>mold</i> dengan sistem <i>three-plate mold</i>

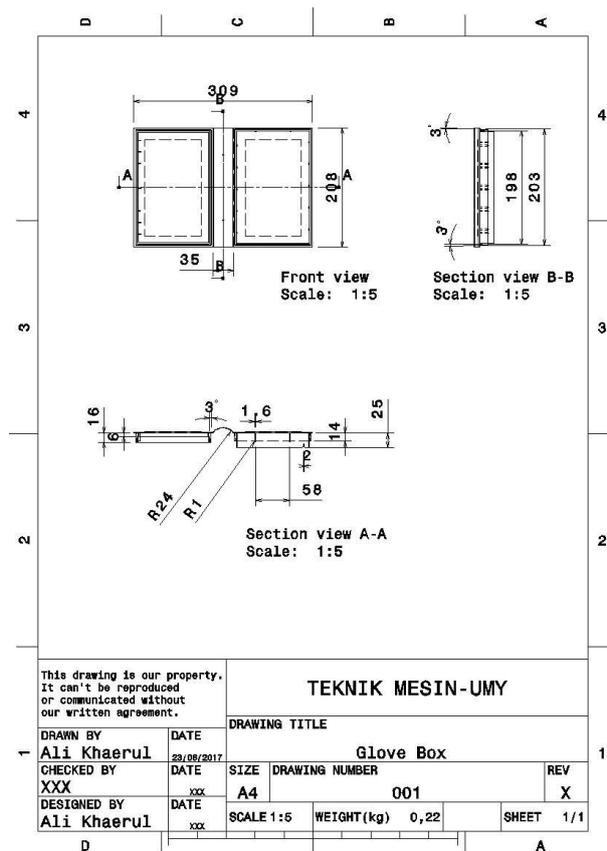
Dari data yang didapat dengan mengidentifikasi produk sampel, langkah selanjutnya dapat membuat produk *glove box* tetapi tidak mengikuti dimensi kemudian sedikit melakukan perubahan rancangan dari produk sampel.

4.2. Gambar produk *Glove box*

Gambar produk *glove box* yang sudah terjadi perubahan dimensi dan bentuk produk dapat dilihat pada gambar 4.1 dan gambar 4.2



Gambar 4.1. Bentuk model 3D produk *glove box*.



Gambar 4.2. Gambar 2D produk *glove box*.

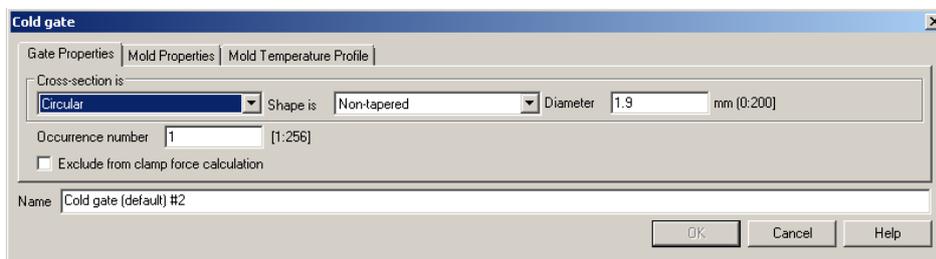
4.3. Input Data Hasil Perhitungan Gate Runner dan Cooling Kedalam Moldflow Insight.

Sebelum input hasil perhitungan kedalam moldflow insigh terlebih dahulu memasukan material PPRJ 700 ke dalam mold flow. Kemudian melanjutkan input hasil perhitungan di bawah ini

4.3.1. Input hasil perhitungan *gate*

Setelah melakukan perhitungan dengan asumsi awal diameter *gate* < tebal produk untuk mencari *sharerate maximal* yang mendekati *sharerate maximal* pada material dari hasil pembagian antara shot volume dan injection time, perhitungan dapat dilihat pada lampiran perhitungan no 1.

Kemudian didapatkan hasil dari diameter *gate* minimal yaitu 1.9 mm lebih kecil dari tebal produk sehingga dapat digunakan sebagai diameter *gate* karena *share rate maximum* dari diameter 1.9 mm mendekati nilai *sharerate* pada material PP. Input diameter *gate* dapat dilihat pada gambar 4.3. di bawah ini

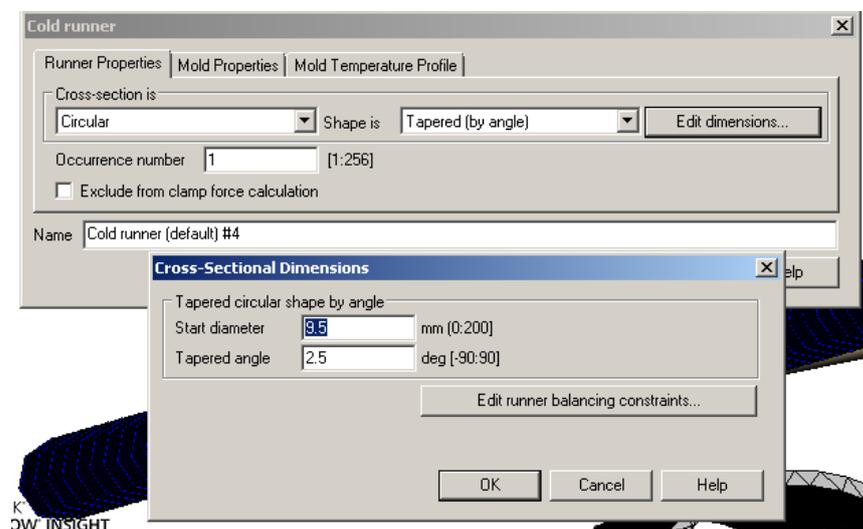


Gambar 4.3. Input Diameter Gate

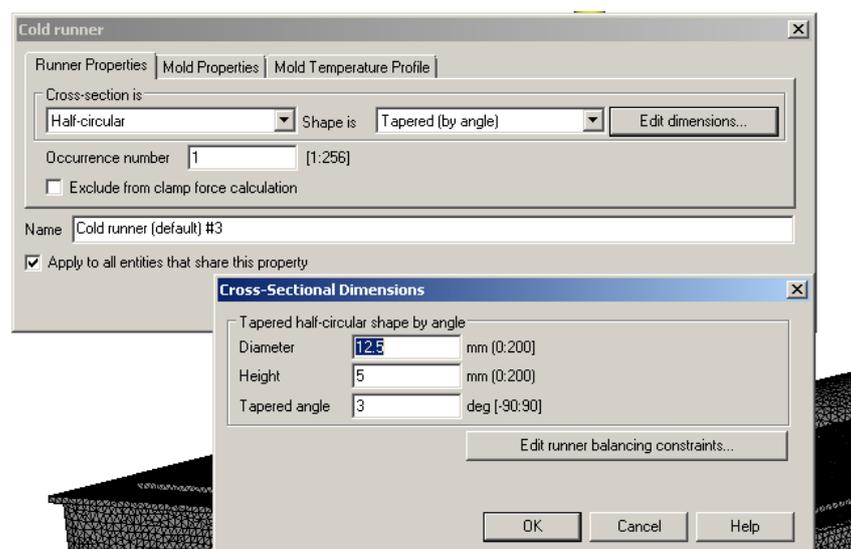
4.3.2. Input hasil perhitungan *runner*

Hasil perhitungan dari pembagian antara berat produk *glove box* dikalikan dengan panjang *runner* dan pembagiannya adalah ketetapan 3,7 perhitungan dapat dilihat pada lampiran perhitungan no 2. Pada perhitungan *runner* ada 2 jenis *runner* yang dihitung diameter minimalnya yaitu *runner* primer dan *runner* sekunder perbedaannya pada saat memasukan nilai panjang *runner*, pada *runner* primer memiliki panjang 37 mm dan panjang *runner* sekunder 114 mm didapatkan dari sample *runner glove box*.

Kemudian didapatkan hasil runner sekunder diameter minimal hasil perhitungan adalah 9.4 mm. Selanjutnya memasukan diameter 9.5 mm dengan sudut 2.5^0 untuk meningkatkan tekanan cairan plastik ke produk. Sedangkan untuk diameter *runner* primer harus lebih besar dari *runner* sekunder yaitu minimal 12.48 mm didapatkan dari hasil perhitungan kemudian selanjutnya memasukan diameter 12.5 mm agar tidak terlalu jauh dari diameter minimal yang telah diperhitungkan. Berikut gambar 4.4. dan gambar 4.5. input data runner sekunder dan runner primer



Gambar 4.4. Input diameter *runner* sekunder

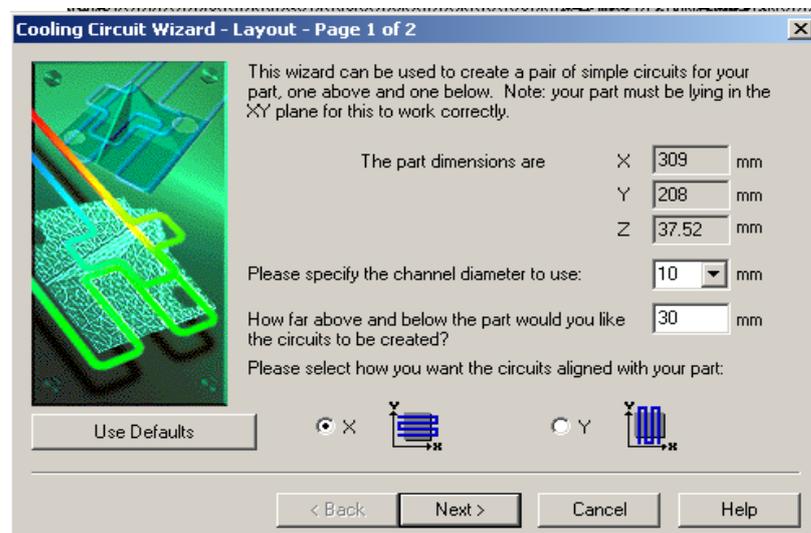
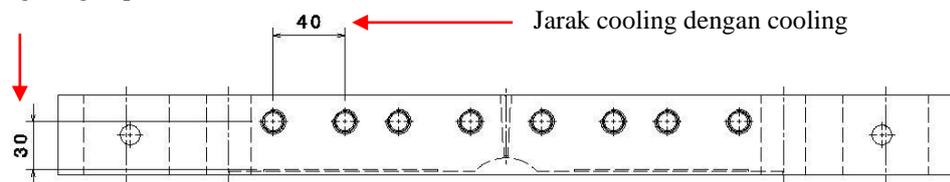


Gambar 4.5. Input diameter *runner* primer

4.3.3. Input hasil perhitungan diameter dan jarak antar cooling dan jarak cooling dengan produk

Perhitungan yang dilakukan pada *cooling* untuk menentukan jarak *cooling* antara produk diameter dikalikan 3 dan jarak antar *cooling* dikalikan 4. 3 dan 4 didapatkan dari rumus perhitungan *cooling*, perhitungan *cooling* dapat dilihat pada lampiran perhitungan no 3. Untuk input hasil perhitungan dari jarak *cooling* dilakukan ketika membuat sirkuit *cooling* gambar input diameter *cooling* dan hasil perhitungan jarak *cooling* dengan part. dapat dilihat gambar 4.6 di bawah ini.

Jarak cooling dengan produk



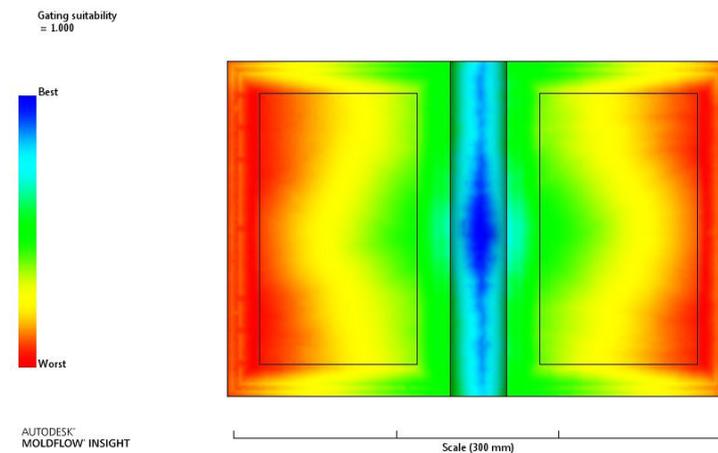
Gambar 4.6. Input diameter dan jarak *cooling* dengan part

4.4. Hasil Analisa Produk *Glove Box* dengan Moldflow Insight

Setelah memasukan data hasil perhitungan kemudian analisa dijalankan dan didapatkan hasil analisa *gate*, *runner* dan *cooling* yang dilakukan menggunakan moldflow insight mendapatkan hasil yang dapat di tunjukan di bawah ini

4.4.1. Hasil Analisa Gate

Dari hasil analisa *gate* yang didapat adalah lokasi penempatan *gate* yang baik, berikut gambar 4.7. lokasi *gate* di bawah ini



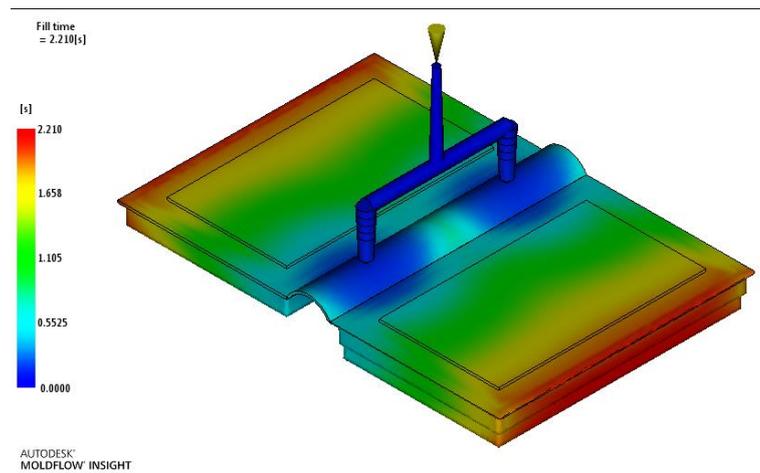
Gambar 4.7. Lokasi *Gate*

Pada gambar 4.7 menggambarkan letak lokasi *gate* yang disarankan oleh moldflow insight ditunjukkan pada warna biru sangat baik digunakan untuk menempatkan *gate* karena menghasilkan aliran yang radial terlihat letaknya yang simetris sehingga distribusi material, temperatur material dan tekanan material lebih seragam, sedangkan yang berwarna hijau adalah pilihan alternatif ketiga setelah warna biru muda, kemudian untuk warna kuning dan merah sangat tidak direkomendasikan karena didaerah tersebut menimbulkan aliran linier dilihat dari ratanya permukaan produk sehingga meningkatkan tegangan dan cacat *warping*.

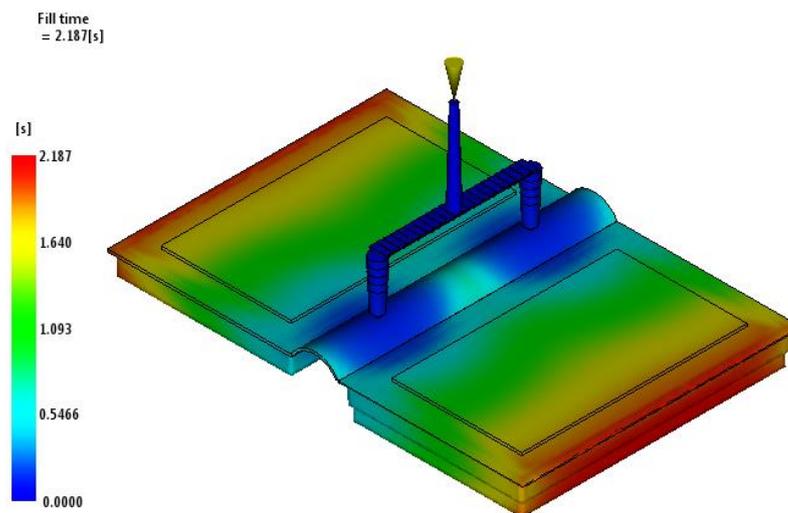
4.4.2. Hasil Analisa Runner

Hasil analisa *runner*, membandingkan 2 bentuk *runner* yang berbeda, kemudian memperhatikan pengaruh bentuk *runner* terhadap *fill time* atau waktu pengisian produk. Berikut ini hasil analisa runner dengan bentuk *circular* menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi produk *glove*

box adalah 2.209 s sedangkan *runner trapezoid* menunjukkan waktu lebih cepat yaitu 2.187 s. Semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi produk semakin direkomendasikan untuk digunakan, karena mempersingkat waktu proses pembuatan sebuah produk lihat gambar 4.8 dan 4.9 di bawah ini



Gambar 4.8. *Runner circular*



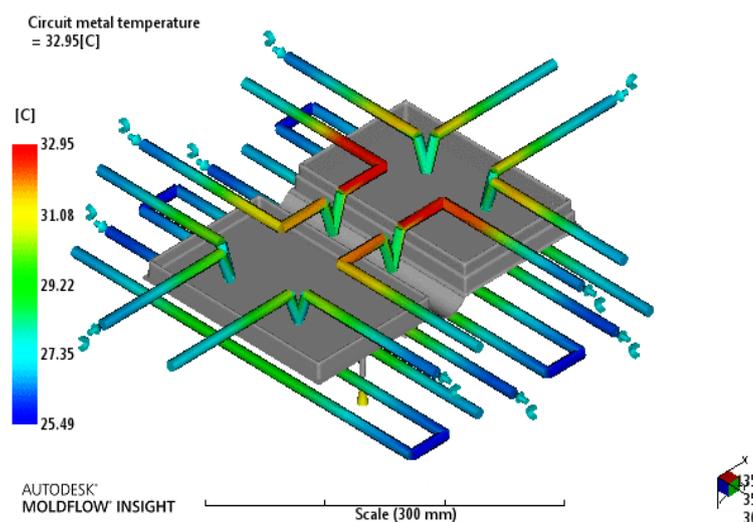
Gambar 4.9. *Runner trapezoid*

4.4.3. Hasil Analisa *Cooling*

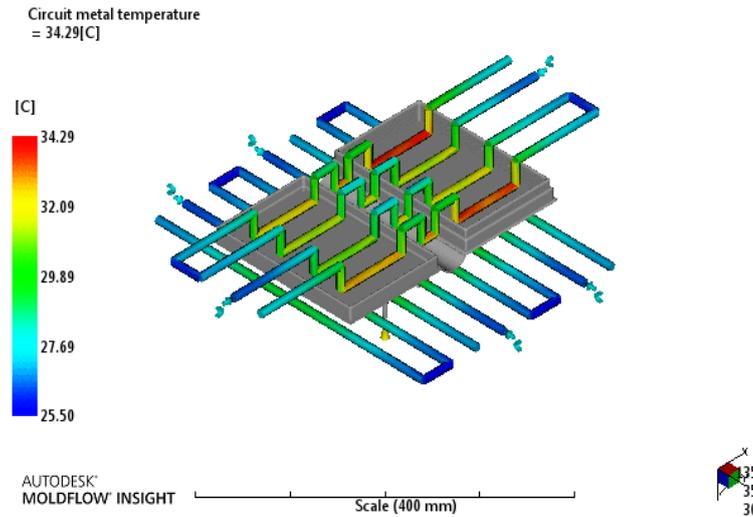
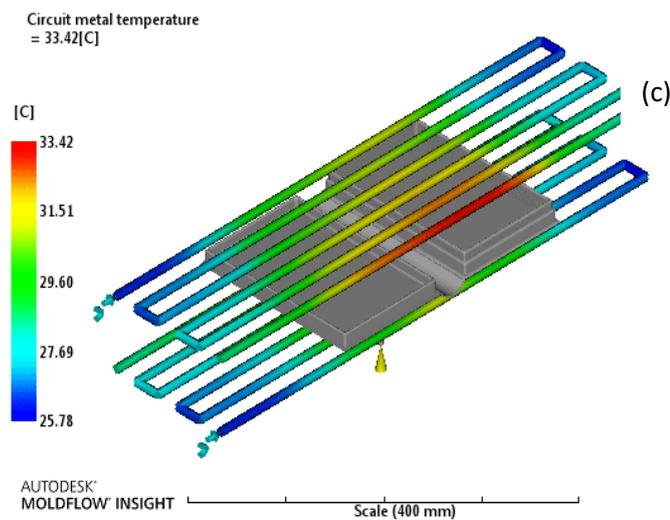
Ada beberapa hasil analisa untuk memilih jenis cooling yang baik digunakan dengan membandingkan dari 3 jenis *cooling* dan bentuk *layout cooling* yang berbeda. Berikut ini beberapa hasil analisa yang diambil

1. *Circuit metal temperature*

Analisa *Circuit metal temperature* menjelaskan temperatur tertinggi di dalam cooling ketika melakukan proses pendinginan, mengambil dari 3 jenis sampel sebagai perbandingan untuk mendapatkan cooling terbaik. Pada gambar 4.10 didapatkan temperatur tertinggi *cooling baffle* ditunjukkan pada channel berwarna merah adalah 32.95°C . Kemudian pada gambar 4.11 temperatur cooling seri conformal lebih tinggi dari gambar 4.10 yaitu 34.29°C , sedangkan pada gambar 4.12 temperatur cooling seri adalah 33.42°C lebih tinggi dari temperatur cooling jenis baffle - seri. Temperatur yang baik digunakan dalam analisa *Circuit metal temperature* adalah yang memiliki temperatur rendah untuk menjaga fluida pendingin tidak cepat mengalami kenaikan suhu.



Gambar 4.10. Cooling Seri dan Baffle

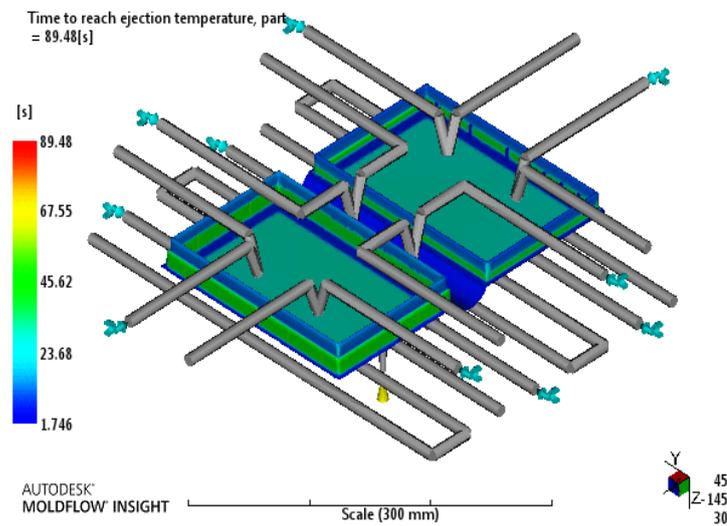
Gambar 4.11. Cooling Seri dan *conformal*

Gambar 4.12. Cooling Seri

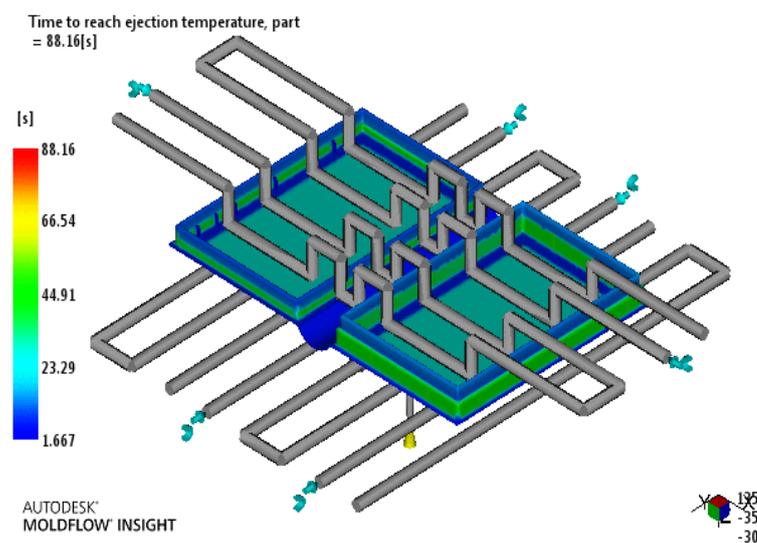
2. *Time to reach ejection temperature, part*

Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu ejsi pada *cooling* dari 3 sampel perbandingan, berikut ini hasil 3 sampel pendinginan yaitu *cooling* seri *baffle* yang ditunjukkan pada gambar 4.13 membutuhkan waktu 89.48s untuk mendinginkan produk sebelum proses ejsi, kemudian pada *cooling* seri *conformal* gambar 4.14 adalah 86.18s lebih cepat 2s dari *cooling* seri *baffle*, sedangkan pada *cooling* seri pada gambar 4.15 lebih

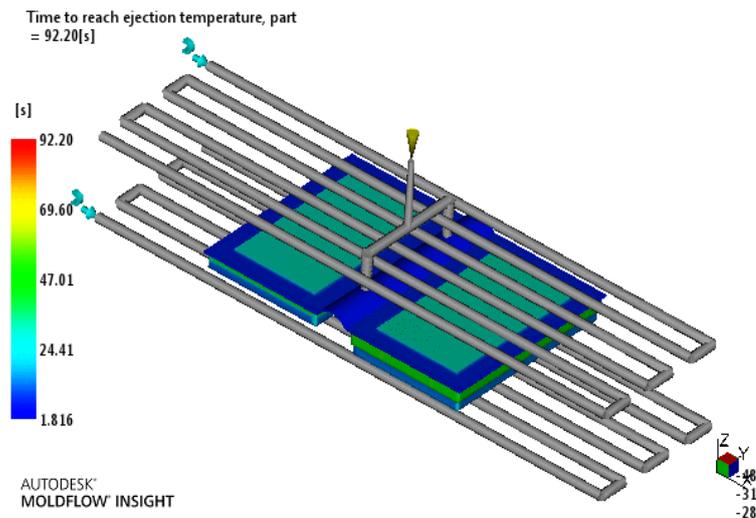
lama yaitu 92.20s. semakin cepat waktu pendinginan semakin memperpendek waktu produksi, jadi memberikan keuntungan lebih di dunia industri.



Gambar 4.13. Cooling Seri dan Baffle



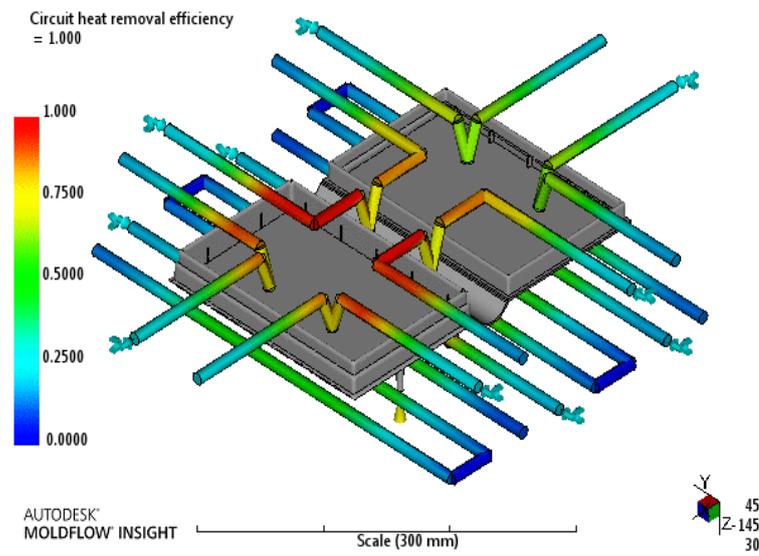
Gambar 4.14. Cooling Seri dan Conformal



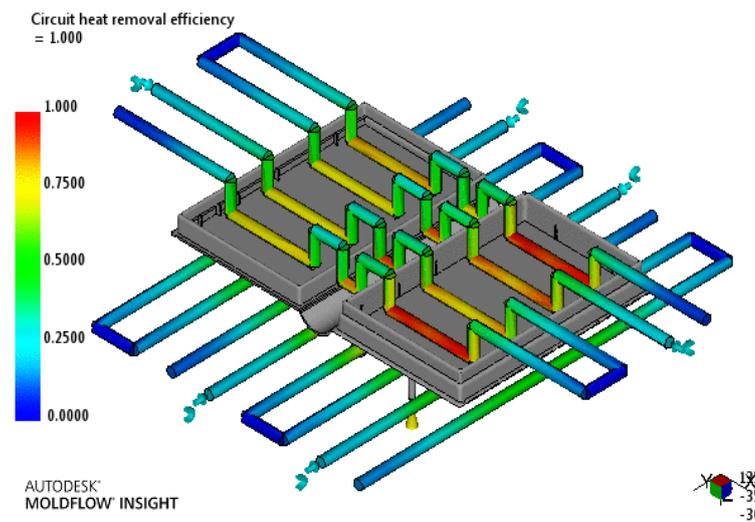
Gambar 4.15. Cooling Seri

3. *Circuit heat removal efficiency*

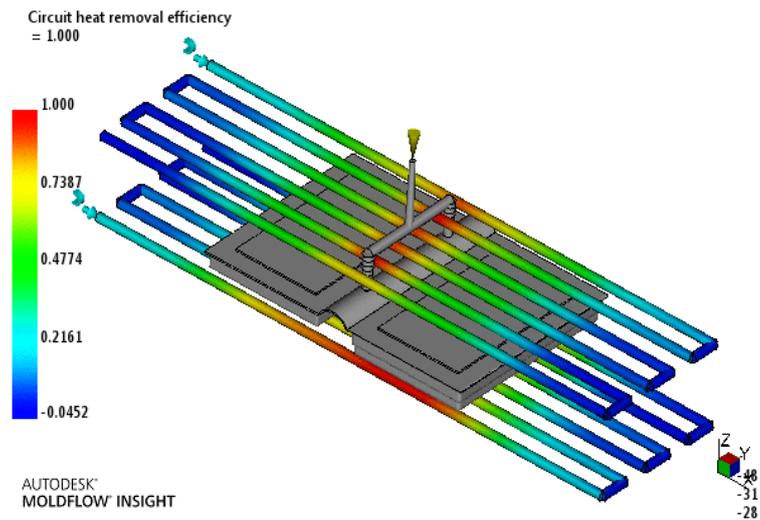
Circuit heat removal efficiency merupakan efisiensi penyerapan panas oleh *cooling* terhadap produk *glove box*. Penilaian yang dilakukan oleh moldflow menunjukkan bahwa warna merah efisiensi maximum, kuning, hijau dan biru muda efisiensi sedang dan biru menunjukkan efisiensi minimum. Pada gambar 4.16 dan 4.17 efisiensi penyerapan panas sama, tidak ada perbedaan yaitu dari 0.2500, 0.5000 dan 0.75000 berbeda dengan *cooling* pada gambar 4.18 penyerapan panas cenderung rendah yaitu - 0.0452, 0.2161, 0.4774, dan 0.7387. Pada proses penyerapan panas temperatur tinggi menunjukkan penyerapan panas yang maximal, sehingga *cooling* yang memiliki penyerapan panas yang tinggi sangat direkomendasikan untuk mempercepat pendinginan produk *glove box*.



Gambar 4.16. Cooling Seri dan Baffle



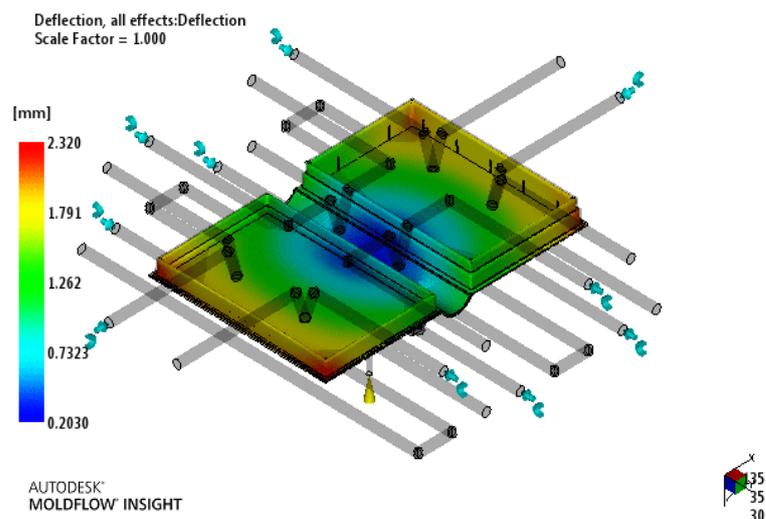
Gambar 4.17. Cooling Seri dan Conformal



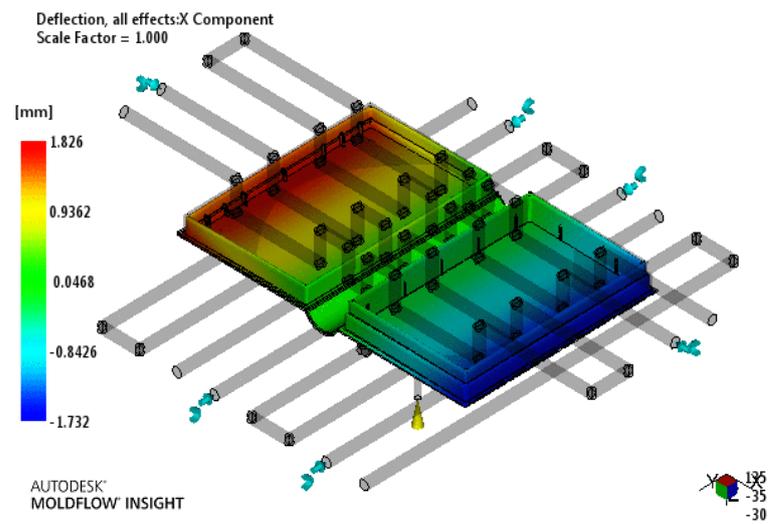
Gambar 4.18. Cooling Seri

4. Deflection, all effects: Deflection

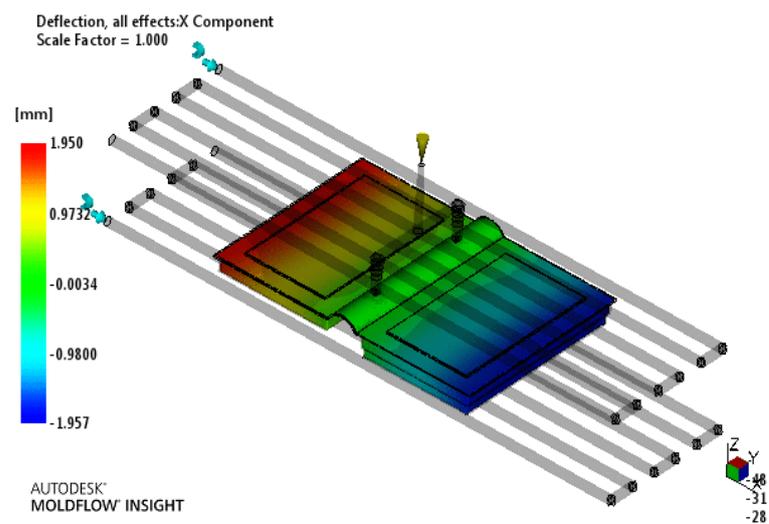
Efek defleksi yang muncul karena sirkulasi pendinginan dapat dilihat pada gambar 4.19 cenderung tinggi yaitu 2.320 mm, kemudian pada gambar 4.20 cenderung kecil yaitu 1.826 mm sedangkan pada gambar 4.21 terjadi defleksi sebesar 1.950 mm. Efek defleksi ini terjadi akibat penempatan sirkulasi *cooling* yang kurang maksimal, sebaiknya memilih jenis *cooling* yang meminimalkan efek defleksi dan mudah dalam proses *machining*.



Gambar 4.19. Cooling Seri dan Baffle



Gambar 4.20. Cooling Seri dan Conformal



Gambar 4.21. Cooling Seri

Dari hasil analisa dapat di bandingkan pada tabel 4.2. di bawah ini

Tabel 4.2. Data hasil analisa perbandingan 3 jenis *cooling*

No	Analisa	<i>Cooling Baffle</i>	<i>Cooling Conformal</i>	<i>Cooling Seri</i>
1	<i>Circuit metal temperature</i>	32.95 ⁰ C	34.29 ⁰ C	33.42 ⁰ C
2	<i>Time to reach ejection temperature, part</i>	89.48s	86.18s	92.20s
3	<i>Circuit heat removal efficiency</i>	0.7500	0.7500	0.7387
4	<i>Deflection, all effects:Deflection</i>	2.320 mm	1.826 mm	1.950 mm

Hasil perbandingan *cooling* dapat diketahui bahwa *cooling conformal* lebih kecil nilai *deflection* dan waktu temperatur *ejection* lebih cepat dari *cooling baffle* dan *cooling* seri tetapi dalam proses *machining*, sulit dan membutuhkan waktu yang lama, karena bentuk sirkuit *cooling* yang mengikuti lekukan bentuk produk *glove box*, sedangkan *cooling* seri penyerapan panas kurang efektif dibandingkan *cooling baffle* oleh karena itu dipilih *cooling baffle* dalam perancangan *mold glove box*.

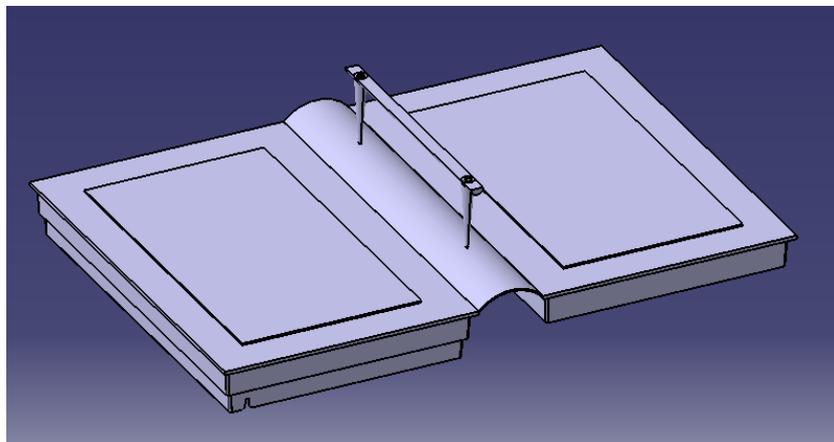
4.5. Hasil Perancangan Mold dari Analisis Moldflow

Data hasil analisa moldflow insight, mendapatkan *gate*, *runner* dan *cooling* yang optimal yaitu jenis *cooling* seri, *baffle* dan jenis *runner trapezoid*, selanjutnya data hasil analisa direkomendasikan sebagai landasan untuk

melakukan perancangan konstruksi *three-plate mold*. Berikut ini urutan dasar perancangan *three-plate mold*

4.5.1. Perancangan produk *glove box*, *runner* dan *gate*

Perancangan yang pertama kali dilakukan yaitu membuat produk. Produk *glove box* yang sebelumnya telah dibuat, kemudian lanjut membuat *runner* dan *gate*, *runner* dan *gate* didapatkan dari hasil perbandingan yang paling optimal, gambar 4.22. dapat dilihat di bawah ini.



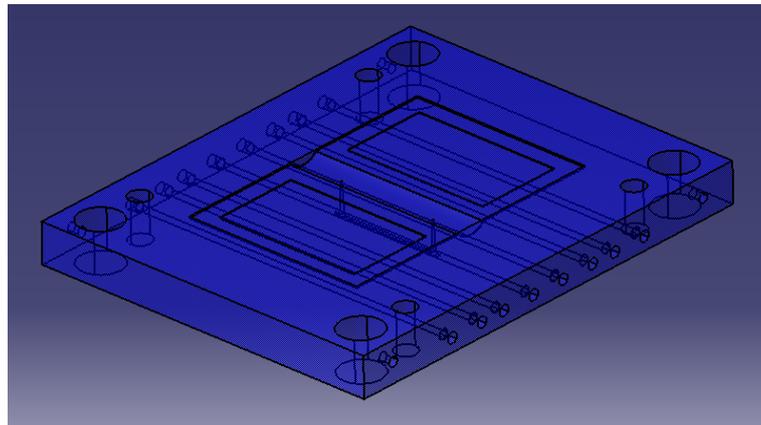
Gambar 4.22. *Glove box*, *runner* dan *gate*

4.5.2. Perancangan *cavity plate* dan *core plate*

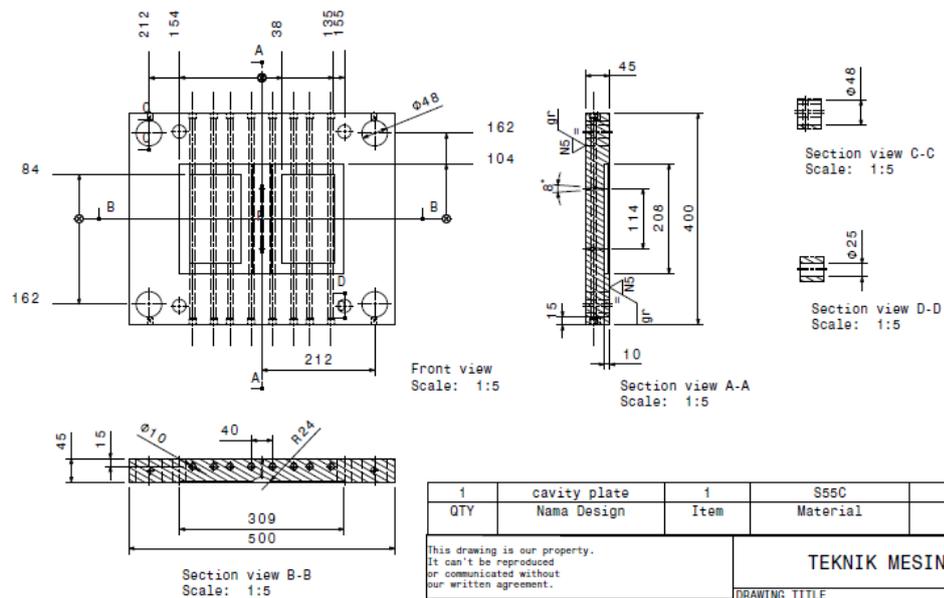
Setelah melakukan perancangan produk *glove box*, *runner* dan *gate* langkah selanjutnya adalah membuat *core plate* dan *cavity plate*. Pada bagian ini adalah bagian inti dari sebuah cetakan, dalam membuat *core plate* dan *cavity plate* pada Catia dengan cara membuat persegi panjang dengan ukuran 500mm x 400mm kemudian di *extrude* setebal *cavity* 45 mm dan *core* 50 mm, *surface* pada bagian *core* dan *cavity* untuk di *join* antar *surface* kemudian di lakukan perintah *split* agar membentuk *surface* produk *glove box* pada *plate core* dan *cavity*.

Matrial yang digunakan memerlukan kekerasan dan tahan terhadap aus, disarankan menggunakan matrial S55C hampir sama dengan matrial

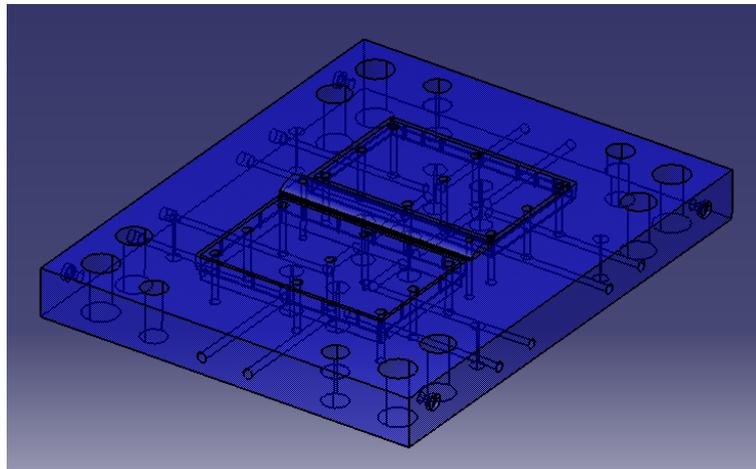
S45C yaitu (*medium carbon steel*) yang berbeda komposisi dan sifat mekanik. Matrial S55C memiliki kandungan karbon 0,52% - 0,58% sehingga memiliki kekerasan yang lebih keras yaitu BHN 229-285. Untuk meningkatkan ketahanan terhadap aus menambahkan *chrome*, *tungsten* pada *carbon* dan dilakukan *quenchin*. Sangat baik apabila digunakan untuk core dan cavity plate. gambar 4.23 dan 4.24



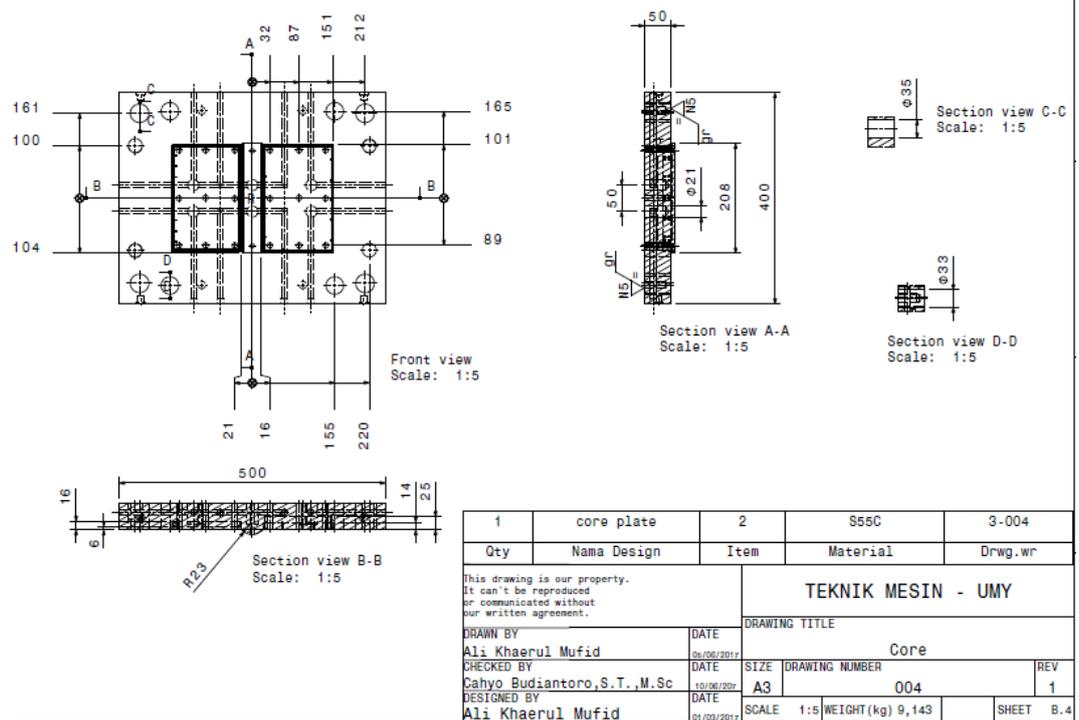
Gambar 4.23. Cavity plate



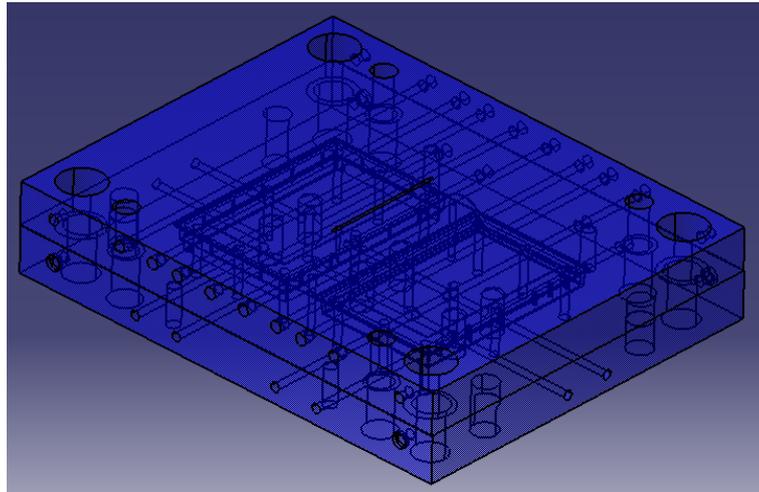
Gambar 4.24. Cavity plate 2D



Gambar 4.25. Core plate



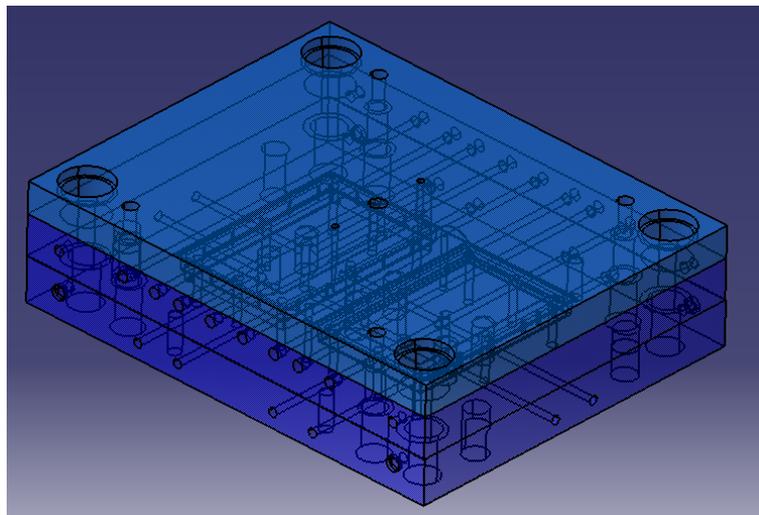
Gambar 4.26. Core plate 2D



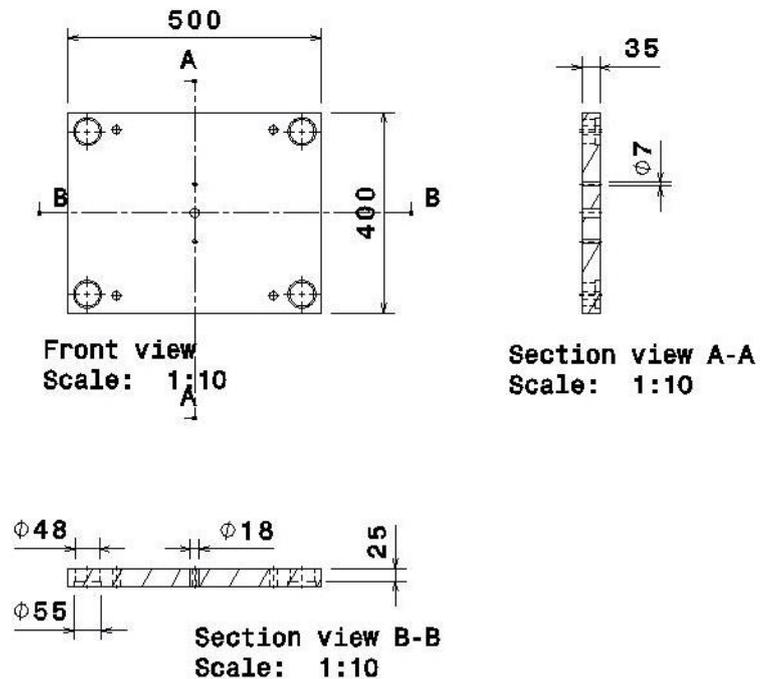
Gambar 4.27. Setelah *constraint*

4.5.3. Perancangan *runner plate*

Kemudian pada perancangan *runner plate* meneruskan hasil *constraint cavity plate* dan *core plate* dengan membuat *sketch* di *surface cavity plate* membuat persegi panjang dengan ukuran 500mm x 400mm kemudian di *extrude* setebal 35 mm, material yang digunakan S55C sama dengan *core* dan *cavity* dapat dilihat pada gambar 4.28 dan 4. 29 di bawah ini



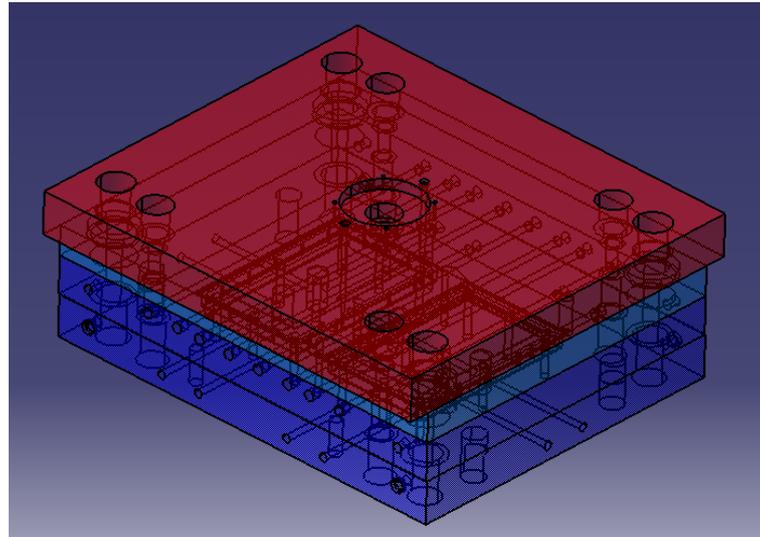
Gambar 4.28. *Runner plate*



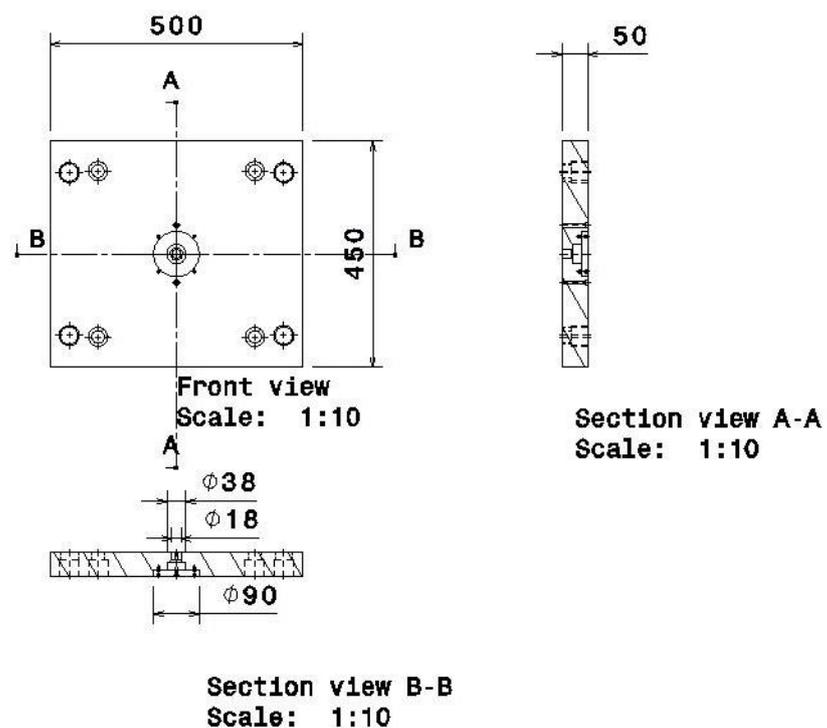
Gambar 4.29. *Runner plate 2D*

4.5.4. Perancangan *top clamping plate*

Kemudian pada perancangan *top clamping plate* meneruskan *runner plate*, perancangan dilakukan secara tersusun dengan membuat *sketch* di surface selanjutnya yaitu *runner plate* membuat persegi panjang dengan ukuran 500mm x 450mm lebih besar dari plat sebelumnya karena berfungsi sebagai tempat clamp untuk memasang mold pada mesin injeksi kemudian di *extrude* setebal 50 mm, material yang digunakan adalah S45C yang memiliki ketahanan panas yang baik sesuai letak *top clamping* yang berdekatan dengan *nozzle*, serta harganya yang murah, bentuk *top clamping* dapat dilihat pada gambar 4.30 dan 4.31 dibawah ini



Gambar 4.30. *Top clamping plate*



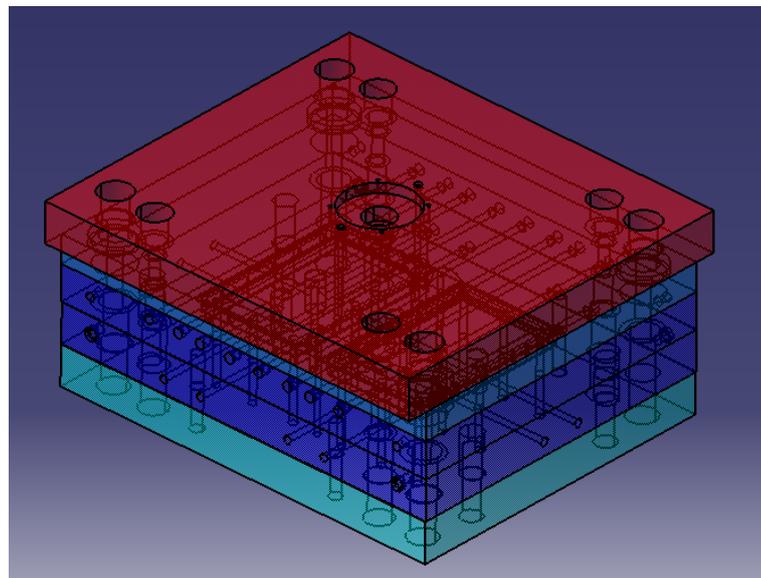
Gambar 4.31. *Top clamping plate 2D*

4.5.5. Perancangan *support plate*

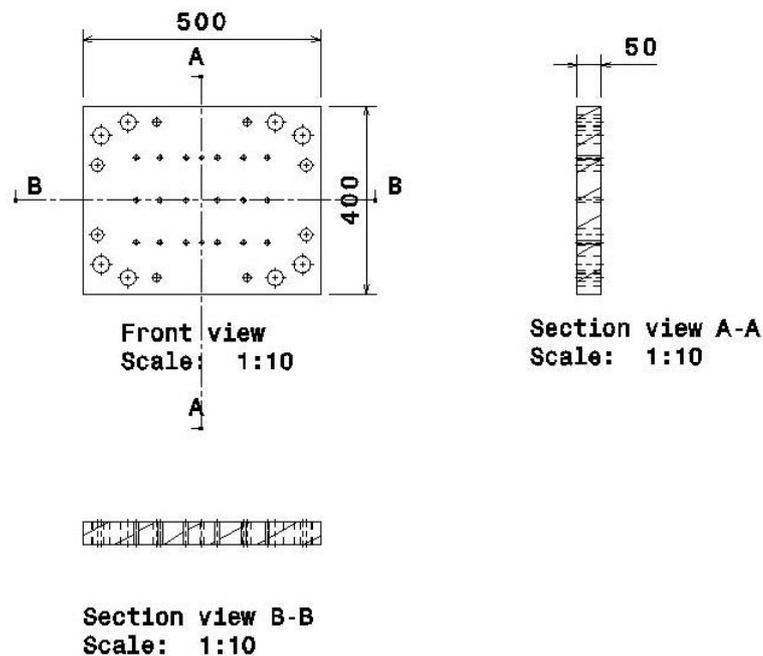
Sebelum melakukan perancangan terlebih dahulu melakukan perhitungan, dari hasil perhitungan *support plate* yaitu menghitung keamanan *support plate* dengan ketebalan 50 mm dan panjang 400 mm,

Perhitungan dapat dilihat pada lampiran perhitungan no 6. dapat diketahui kekuatan tegangan tarik yang terjadi pada *support plate* sebesar 731,74 N/mm². Kemudian membandingkan dengan kekuatan maksimal tegangan tarik pada material S45C yang memiliki tegangan tarik 550-800 N/mm². Tegangan yang terjadi harus lebih kecil dengan tegangan pada material ($\sigma_{\text{tarik support plate}} < \sigma_{\text{tarik material}}$) untuk dikatakan aman dan tidak memerlukan *support bolt*. $\sigma_{\text{tarik support plate}} = 731,74 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{\text{tarik material}} = 800 \text{ N/mm}^2$. Tebal *support plate* dinyatakan aman.

Kemudian setelah dinyatakan aman didalam perhitungan selanjutnya melakukan perancangan *support plate* yang letaknya dibawah *core plate* sama seperti pembuatan plate bagian atas yaitu secara tersusun dengan membuat *sketch* di surface selanjutnya pada surface *core plate* dengan ukuran yang sama dengan *core plate* dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 4.32. *Support plate*

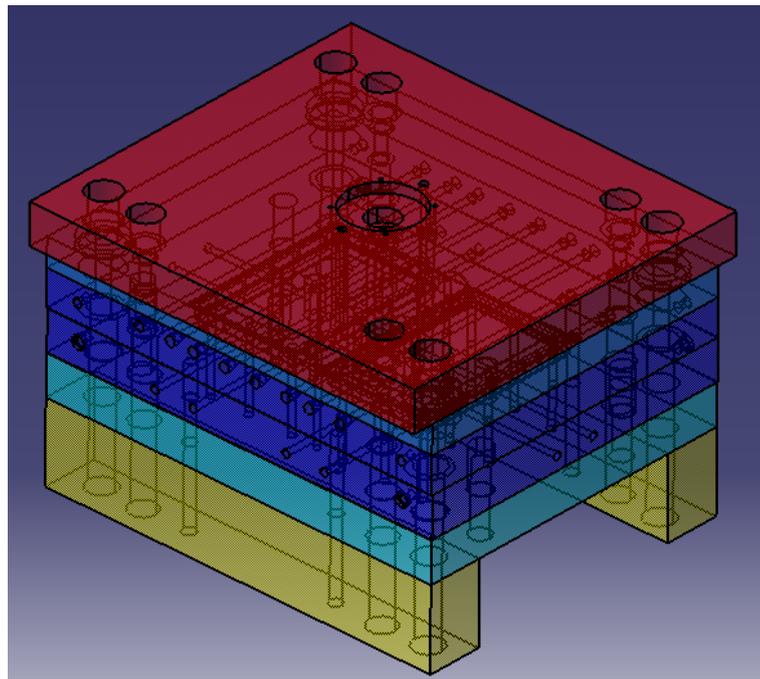


Gambar 4.33. *Support plate 2D*

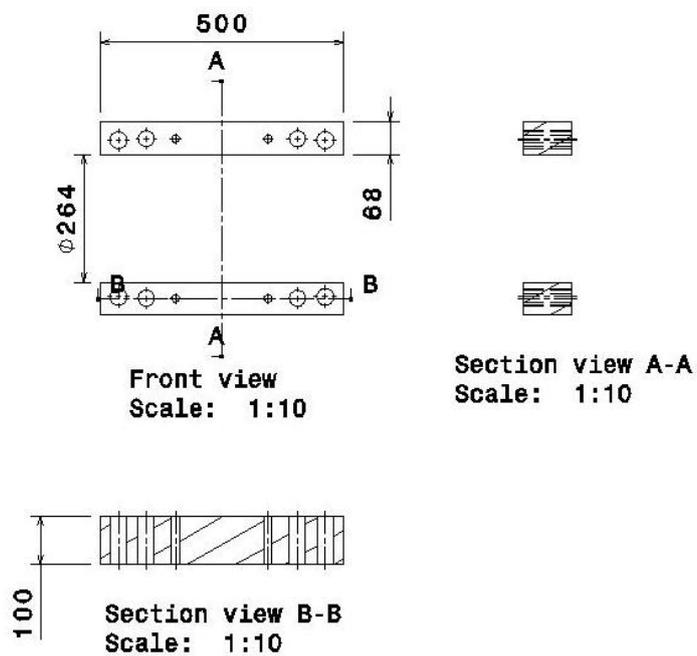
4.5.6. Perancangan *distance block*

Kemudian pada perancangan *distance block* yang letaknya dibawah *support plate* sama seperti pembuatan plate bagian atas yaitu secara tersusun dengan membuat *sketch* di surface selanjutnya pada surface *support plate* tetapi dengan ukuran yang berbeda yaitu 500 mm x 68 mm dengan tebal 100 mm dibuat 2 *block* yang terletak di kedua sisi,

Plate Distance Block tidak memerlukan kekuatan dan kekerasan sehingga disarankan menggunakan material SS400, material SS400 adalah baja umum atau *mild steel*, baja dengan kadar karbon rendah (max 0.17% C) atau *Low C Steel*, material ini tidak dapat di keraskan (*hardening*) atau perlakuan panas (*heat treatment*) melalui proses *quench and temper*. Material ini hanya bisa dikeraskan melalui pengerasan permukaan (*surface hardening*) seperti karburisasi (*carburizing*), nitriding atau carbonitriding, dimana kekerasan permukaan bisa mencapai 500 Brinell. Gambar *distance block* dapat dilihat pada gambar 4.34 dan 4.35 dibawah ini



Gambar 4.34. *Distance block*



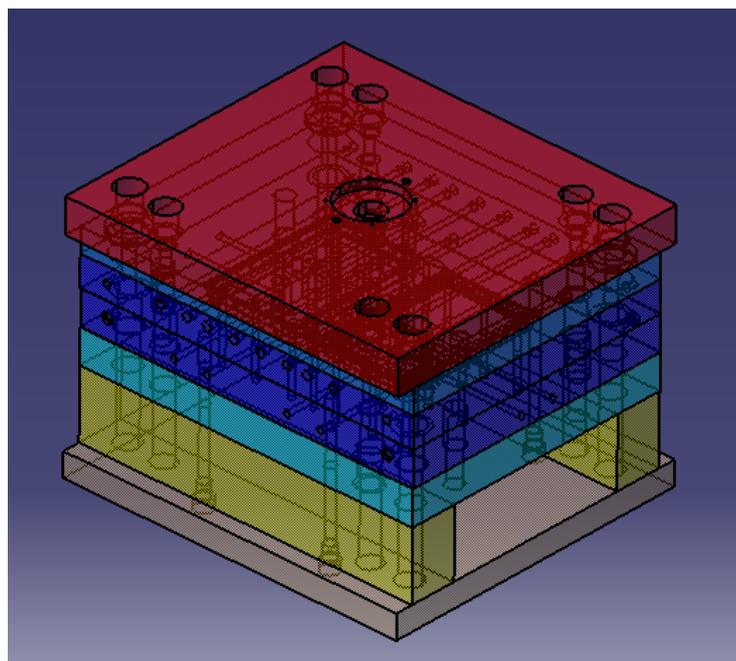
Gambar 4.35. *Distance block 2D*

4.5.7. Perancangan *bottom clamping plate*

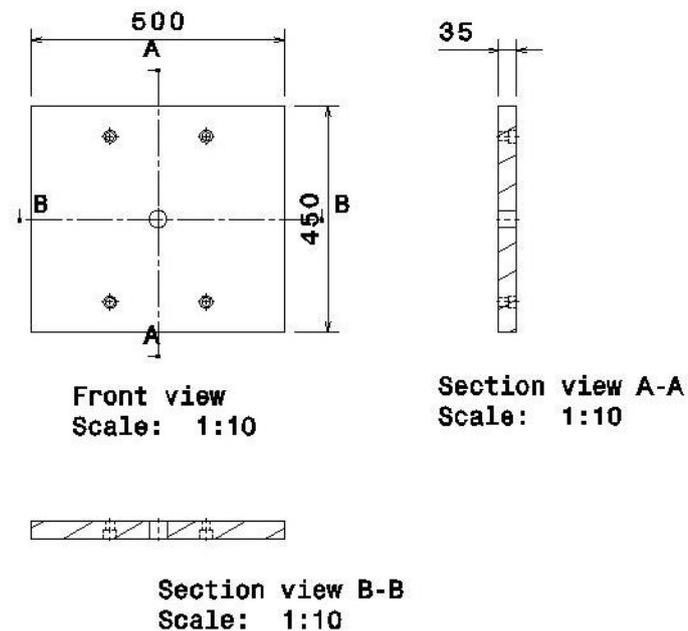
Kemudian pada perancangan *bottom clamping plate* yang letaknya dibawah *distance block* sama seperti pembuatan plate bagian atas yaitu secara

tersusun dengan membuat *sketch* di surface selanjutnya pada surface *distance block* membuat persegi panjang dengan ukuran 500mm x 450mm lebih besar dari plat sebelumnya, *bottom clamping plate* adalah bagian bawah plat yang fungsinya sama dengan *top clamping plate* yaitu berfungsi sebagai tempat clamp untuk memasang mold pada mesin injeksi,

Material yang digunakan adalah baja S45C (*Medium Carbon Steel*) dengan setandar JIS (baja dengan kandungan unsur karbon medium, 0,3-0,5% C) . Dengan kandungan karbon medium ini, memungkinkan baja ini untuk dikeraskan dengan perlakuan panas (*heat treatment*) untuk membentuk struktur mikro martensit yang keras. Baja ini saat di *supply* di pasaran memiliki kekerasan BHN 160-220 (BHN : Brinell Hardness) dan dapat dikeraskan lagi dengan perlakuan panas seperti: *quenching*, *tempering*, *normalizing* dan *annealing*. Dengan proses perlakuan terhadap baja S45C dapat menghasilkan nilai kekerasan antara 156 – 217 BHN dan kuat tarik dapat mencapai antara 550 – 800 MPa. Material S45C sangat sering digunakan karena harganya yang lebih murah dan baik digunakan untuk *bottom clamping*. (sumber: Steelindo persada) dapat dilihat pada gambar 4.36 dan 4.37 di bawah ini



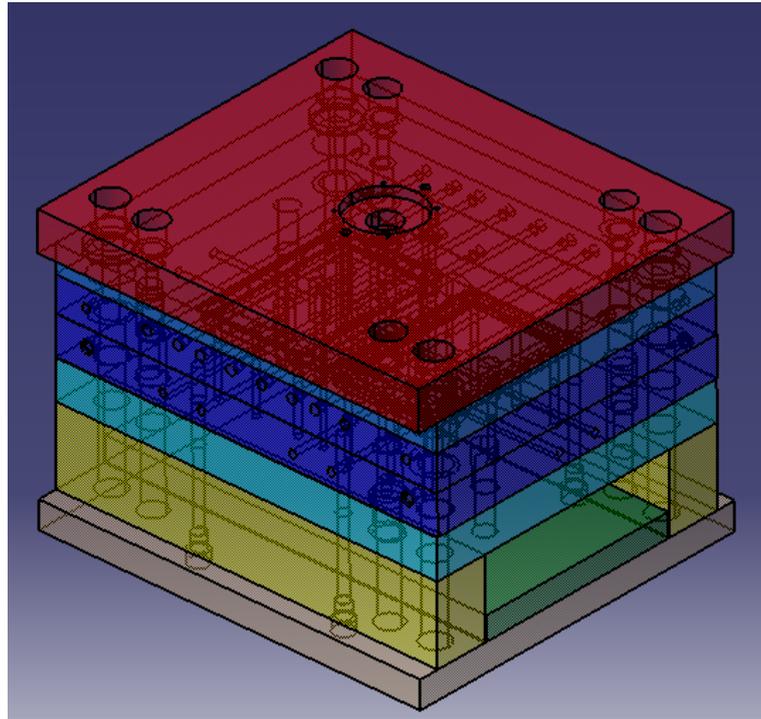
Gambar 4.36. *Bottom clamping plate*



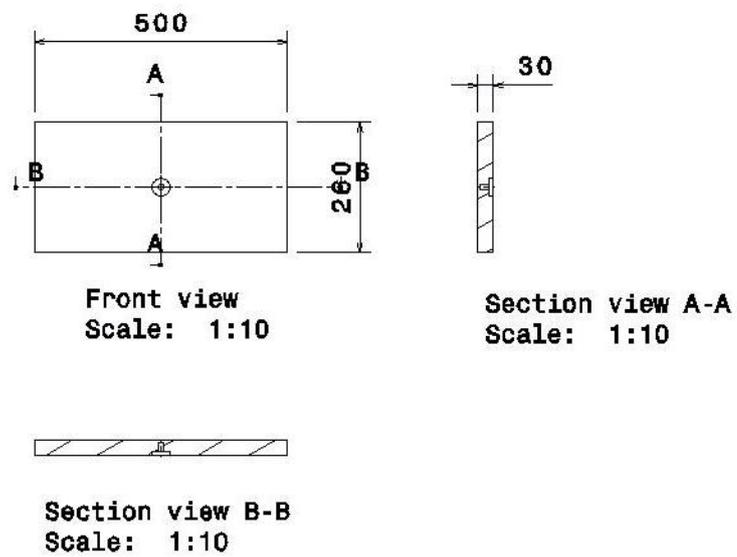
Gambar 4.37. *Bottom clamping plate 2D*

4.5.8. Perancangan *ejector back plate* dan *ejector plate*

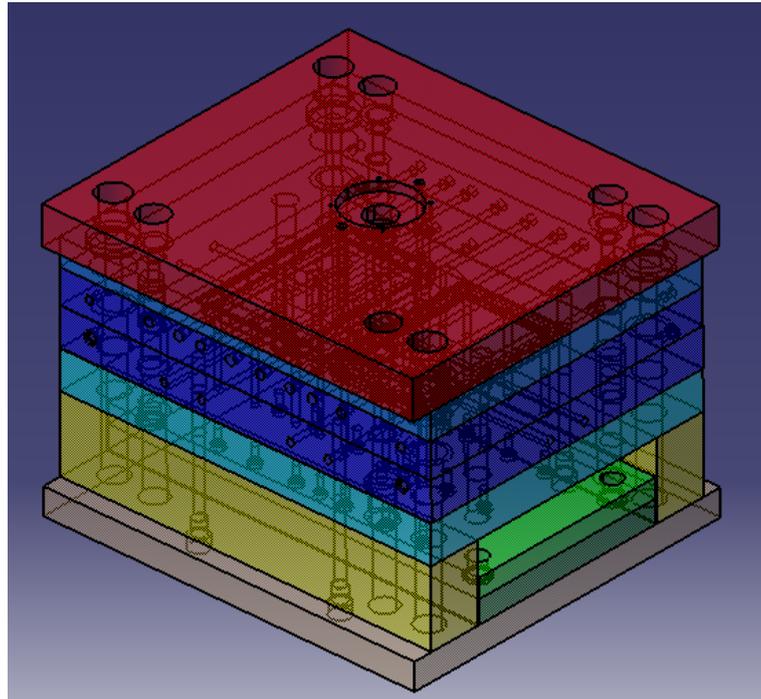
Setelah membuat *bottom clamping* selanjutnya membuat *ejector back plate* dengan ukuran 500 mm x 260 mm dan ada space antara *distance block* 2 mm agar plate terbebas ketika bergerak mendorong *pin ejector*, diatas *ejector back plate* terdapat *ejector plate* yang memiliki ukuran sama. Gambar dapat di lihat pada gambar 4.38., 4.39., 4.40., 4.41., di bawah ini



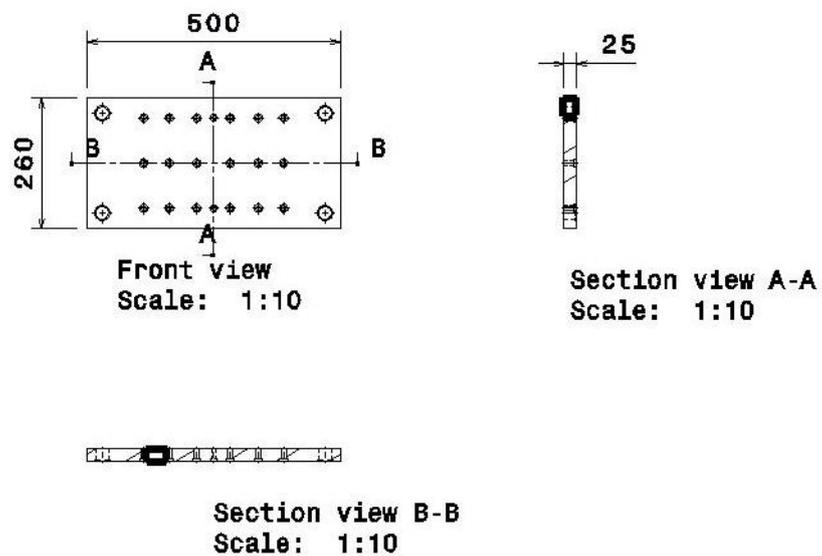
Gambar 4.38. *Ejector back plate*



Gambar 4.39. *Ejector back plate 2D*

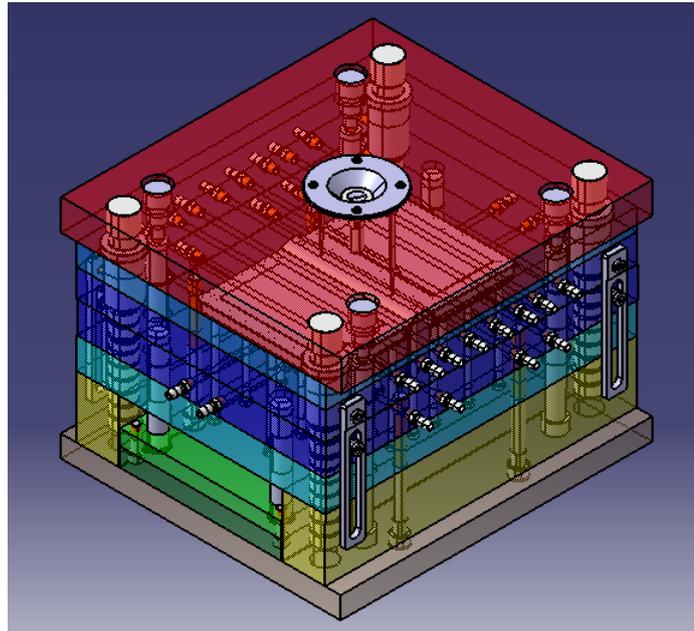


Gambar 4.40. *Ejector plate*



Gambar 4.41. *Ejector plate 2D*

maka jadilah satu unit cetakan *glove box* dengan sistem *three plate mold* gambar 4.43. dapat dilihat di bawah ini



Gambar 4.43. Kontruksi *three-plate mold*

Mold base yang digunakan pada perancangan sistem *three-plate mold* menggunakan standar futaba D.S 4050 dengan ukuran 500mm x 450mm dapat dilihat pada lampiran c, melihat dari jumlah produk yang akan dicetak dan ukuran produk yang cukup besar sehingga menggunakan ukuran standar futaba. Mengenai komponen atau part menggunakan standar misumi yang terdapat pada *mold tooling* Catia V5R21

4.6. Penentuan Mold Material

Mold base menggunakan beberapa material dengan mengacu kepada Indonesia Mold & Dies Industry Association (IMDIA). Penentuan material penting dilakukan untuk menghitung kekuatan material di beberapa konstruksi yang menerima perlakuan yang berbeda sesuai sistem kerja tiap kontruksi pada mold. Berikut tabel 4.2 mold material dibawah ini.

Tabel 4.2. Material *plate mold* dan *part mold*

No	Nama	Jumlah	Material
1	Cavity plate	1	S55C
2	Core plate	1	S55C
3	Top clamping	1	S45C
4	Runner plate	1	S55C
5	Support plate	1	S45C
6	Distance block	1	SS400
7	Ejector plate	1	S45C
8	Ejector back plate	1	S45C
9	Buttom clamping plate	1	S45C
10	Bushing	4	S45C
11	Capscrew M6	4	SCM435
12	Pin ejector	20	SKH51
13	Runner lock pin	2	SKH51
14	Puller bolts	4	SCM435
15	Stop bolts	4	SCM435
16	Locating ring	1	S45C
17	Sprue bushing	1	SKD61
18	Link retainers	4	SCM435
19	Tension link	4	SCM435
20	Link retainers screw core	4	SCM435
21	Link retainers screw	4	SCM435
22	Return pin	4	SUJ2
23	Leader pin	4	SUJ2
24	Capscrew M 1.6	4	SCM435
25	Knock out	1	S45C
26	Capscrew Z 30	4	SCM435
27	Cooling plug	4	SKD61
28	Baffle	6	SUS304
29	Connector plug	22	Brass (C36000)

4.7. Hasil Perhitungan Kontruksi

4.7.1. Perhitungan clamping force

Bertujuan untuk menentukan mesin injeksi yang akan digunakan. Hasil perhitungan *clmping force* dengan pembagian dari variabel luas area proyeksi dengan tekanan *cavity* material PP, perhitungan dapat dilihat pada lampiran perhitungan no 4 didapatkan *clamping force* sebesar 60,373 ton tidak jauh berbeda dengan *clamping force* yang didapatkan oleh analisa moldflow yaitu 60 ton, sehingga dipilih mesin yang memiliki kapasitas tonase 20% diatas *clamping force* molding *glove box*. Sehingga memilih mesin injeksi yang memiliki 80 ton gaya *clamping* untuk menahan gaya saat proses pengisian dan pendinginan. Berikut gambar 4.44. hasil nilai *clamping force* dari hasil analisa moldflow insight



Gambar 4.44. *Clamping force*

4.7.2. Hasil perhitungan kekuatan pin *ejector*

Dari hasil perhitungan kekuatan pin *ejector* diameter 8 mm dengan membandingkan *ejection load* < beban kritis *ejector* dan gaya *cavity* terhadap permukaan *ejector* < beban kritis. Perhitungan dapat dilihat pada lampiran perhitungan no 5 didapatkan hasil bahwa beban kritis *ejector* dengan material SKH51 yaitu 31925,05 N aman digunakan karena beban *ejector* untuk mengeluarkan produk adalah 11674,10 N dan gaya *cavity*

terhadap permukaan *ejector* adalah 2010,61 N cenderung lebih kecil dibanding beban kritis *ejector*.

4.7.3. Hasil perhitungan keamanan *screw stopper*

Dari hasil perhitungan keamanan *screw stopper* dengan gaya open 425000 N/mm dan τ material SCM435 = 200000 N/mm², perhitungan dapat dilihat pada lampiran perhitungan no 7. Diameter yang didapatkan dari perhitungan adalah 8,22 mm, diameter tersebut merupakan diameter minimal yang diijinkan untuk menahan gaya membuka cetakan, kemudian untuk faktor keamanan dan umur yang panjang memilih *screw* jenis M 12 yang lebih aman digunakan untuk menahan gaya membuka pada cetakan.

4.8. Gambar Rakitan dan Gambar Detail

Gambar rakitan menerangkan tentang gambar 2D yang menjelaskan nama letak semua komponen baik *plate mold* maupun *part mold* dari konstruksi *three-plate mold* produk *glove box*. Gambar dapat di lihat pada lampiran gambar B.2

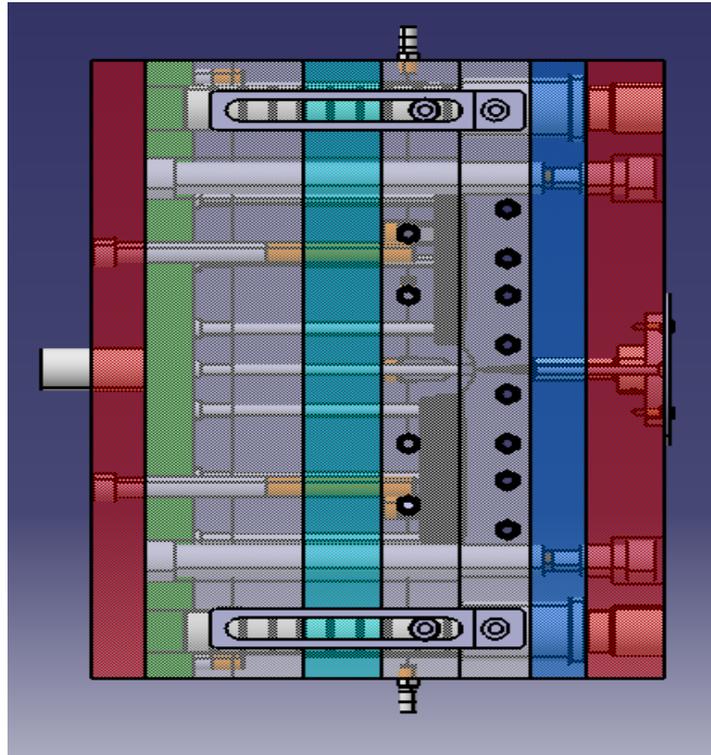
Gambar detail menerangkan tentang gambar 2D yang menjelaskan secara detail ukuran pada produk *glove box*, *core plate* dan *cavity plate*. Gambar dapat di lihat pada lampiran gambar B.1, B.3 dan B.4

4.9. Proses Kerja *Three-Plate Mold*

Pada proses kerja sistem *three-plate mold* ketika awal injeksi sampai menjadi produk *glove box* mempunyai 3 tahapan proses open yang berbeda dari sistem *two-plate mold* berikut ini sistem kerja dari *three-plate mold*.

4.9.1. Molding close

Ketika cetakan tertutup disinilah proses pengisian dan pendinginan material plastik yang telah membentuk produk *glove box* terjadi, sehingga tidak ada plate yang terbuka. Gambar di bawah menunjukkan cetakan dalam keadaan tertutup atau *molding close*. Gambar dapat di lihat pada gambar 4.45

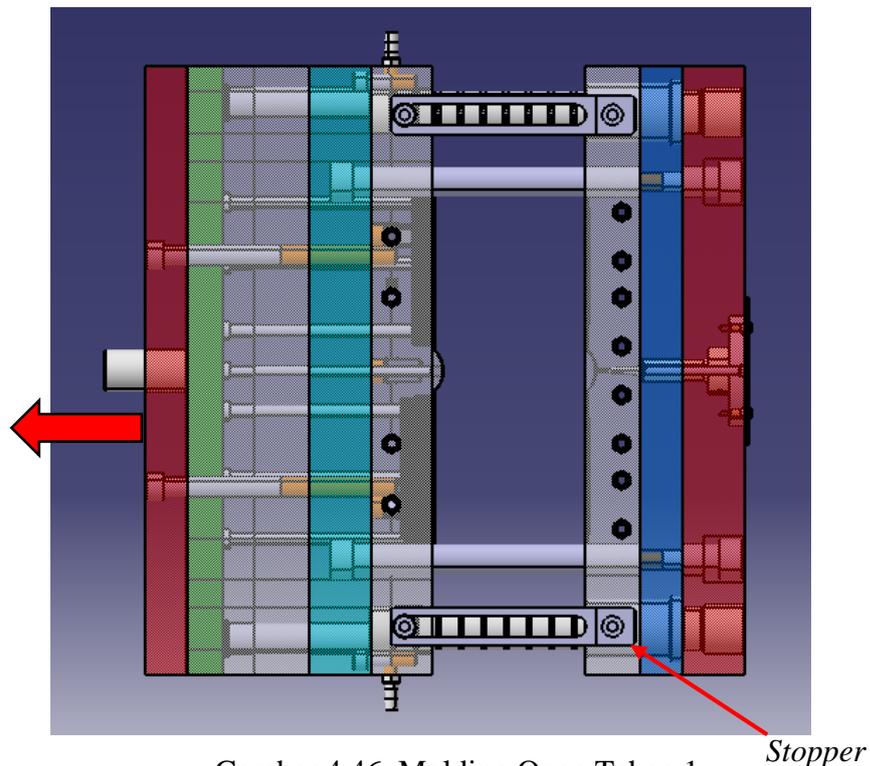


Gambar 4.45. Molding Close

4.9.2. Molding open tahap 1

Pada proses kerja molding dengan sistem *three-plate mold* ini memiliki 3 tahapan proses membuka, pada tahap pertama posisi clamping unit menarik *bottom clamping plate* ke arah kiri dapat dilihat pada gambar dibawah ini yang menunjukkan kearah kiri sampai antara *core* dan *cavity* terpisah atau terbuka dengan jarak 125 mm.

Kedua plat tersebut tertahan oleh *Stopper*, pada tahap ini posisi produk *glove box* yang berwarna hitam masih menempel pada *core plate* tetapi sudah terpisah secara otomatis dengan *runner* yang masih menempel pada *cavity plate*. gambar dapat dilihat pada gambar 4.46. di bawah ini

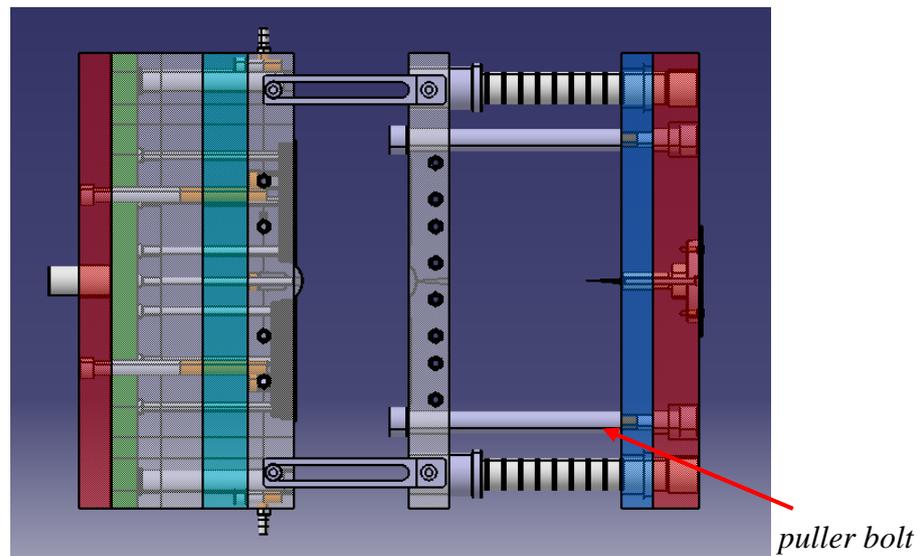


Gambar 4.46. Molding Open Tahap 1

4.9.3. Molding Open Tahap 2

Pada bukaan tahap 2 unit clamping masih menarik *bottom clamping plate* kearah kiri yang mengakibatkan *plate core* dan *cavity* terbuka kemudian terhenti akibat tertahan oleh *screw stopper*.

Proses buka berlanjut sehingga membuka *cavity plate* dan *runner plate*, kedua *plate* ini terpisah oleh *puller bolt* dengan jarak antar kedua *plate* adalah 190 mm, pada tahap 2 cetakan membuka bertujuan untuk memisahkan *runner* dari dalam *cavity plate* sehingga posisi *runner* pada tahap 2 masih terkunci oleh *runner lock pin* sehingga posisi *runner* menempel pada *runner plate* dapat dilihat pada gambar dapat dilihat pada gambar 4.47. di bawah ini

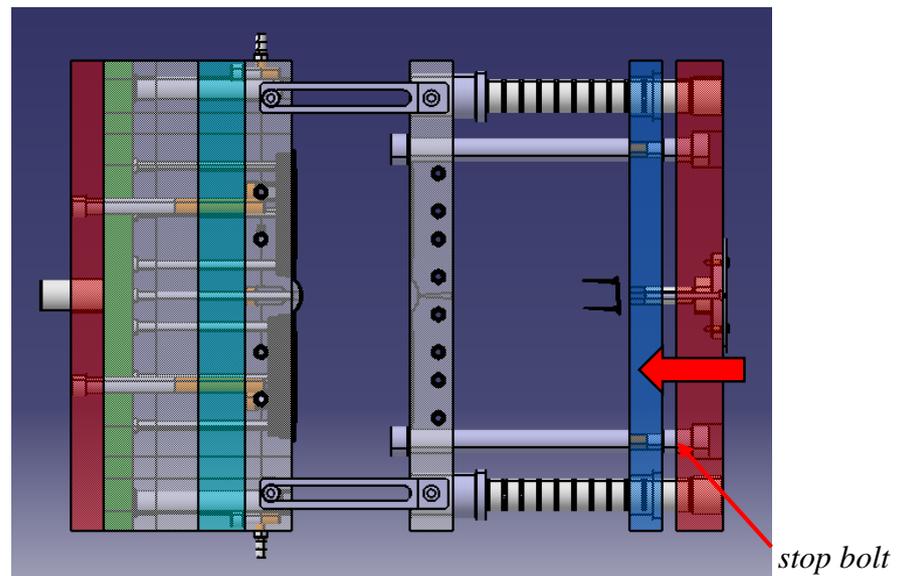


Gambar 4.47. Molding Open Tahap 2

4.9.4. Molding Open Tahap 3

Pada tahap ke 3 *puller bolt* yang tertahan oleh *cavity plate* menarik *stop bolt* yang kemudian mendorong *runner plate* secara otomatis, *runner* yang telah terdorong *runner plate* yang kemudian terjatuh.

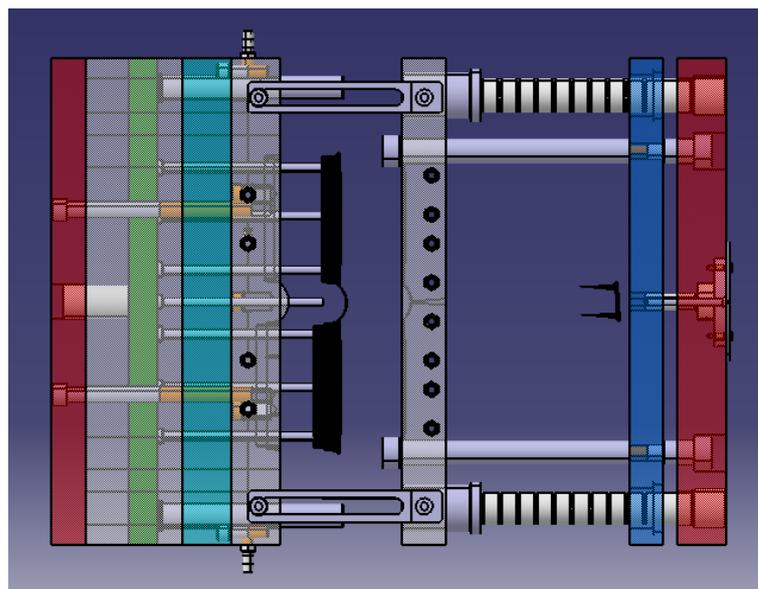
Pada tahapan ini juga dikatakan tahap ejsksi *runner* atau melepaskan *runner* dalam cetakan. Jarak antar *runner plate* dan *top clamping plate* adalah 25 mm. Gambar dapat dilihat gambar 4.48. di bawah ini



Gambar 4.48. Molding Open Tahap 3

4.9.5. Ejection system

Pada tahap *Ejection system* atau pengeluaran produk dengan satu unit pin ejector yang berjumlah 20 pin, mendorong produk *glove box* akibat gaya dorong dari *knockout* yang mendorong *ejector back plate* dan *ejector plate* yang berisi 20 pin *ejector* secara otomatis mendorong produk *glove box* keluar dari cetakan. gambar *ejection system* 4.49 dapat dilihat di bawah ini



Gambar 4.49. Ejection system

4.10. Kebutuhan mesin

Tabel 4.3. Menunjukkan kebutuhan mesin cetakan injeksi yang akan digunakan saat proses pembuatan produk *glove box*.

Tabel 4.3. Data kebutuhan mesin injeksi

Data Kebutuhan Mesin	
<i>Clamping force</i>	60 Ton
<i>Opening stroke</i>	315 mm
<i>Daylight</i>	680 mm
<i>Mould height, fixed</i>	365 mm
<i>Distance between tie bars</i>	450 x 500
<i>Weight of movable mould half</i>	100 kg
<i>Ejector stroke</i>	45 mm

Dari kebutuhan mesin diatas, maka ditentukan mesin Arburg AllRounder 470S dengan maximum *clamping force* 80 Ton. Adapun spesifikasi sudah terlampir pada lampiran D.