

BAB IV HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Identifikasi Produk

Hasil identifikasi yang dilakukan pada *sample* produk dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data produk *hardcase*

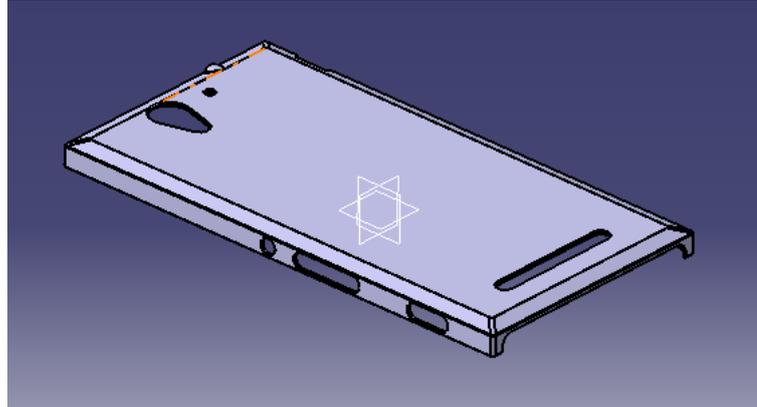
<i>Data Produk Hardcase</i>	
<i>Warna</i>	Hitam
<i>Shrinkage</i>	0,4 %
<i>Dimensi Produk</i>	82 mm x 157,86 mm x 8,6 mm
<i>Tebal</i>	1 mm
<i>Material</i>	<i>Polycarbonate</i>
<i>Berat</i>	18,3 gram

Dari data yang didapat, dimensi produk diperoleh dari asumsi dimensi yang digambar sama dengan *sample* produk, kemudian berat produk diperoleh dari hasil perhitungan massa jenis material dengan volume produk, seperti ditunjukkan pada Lampiran 1.1.

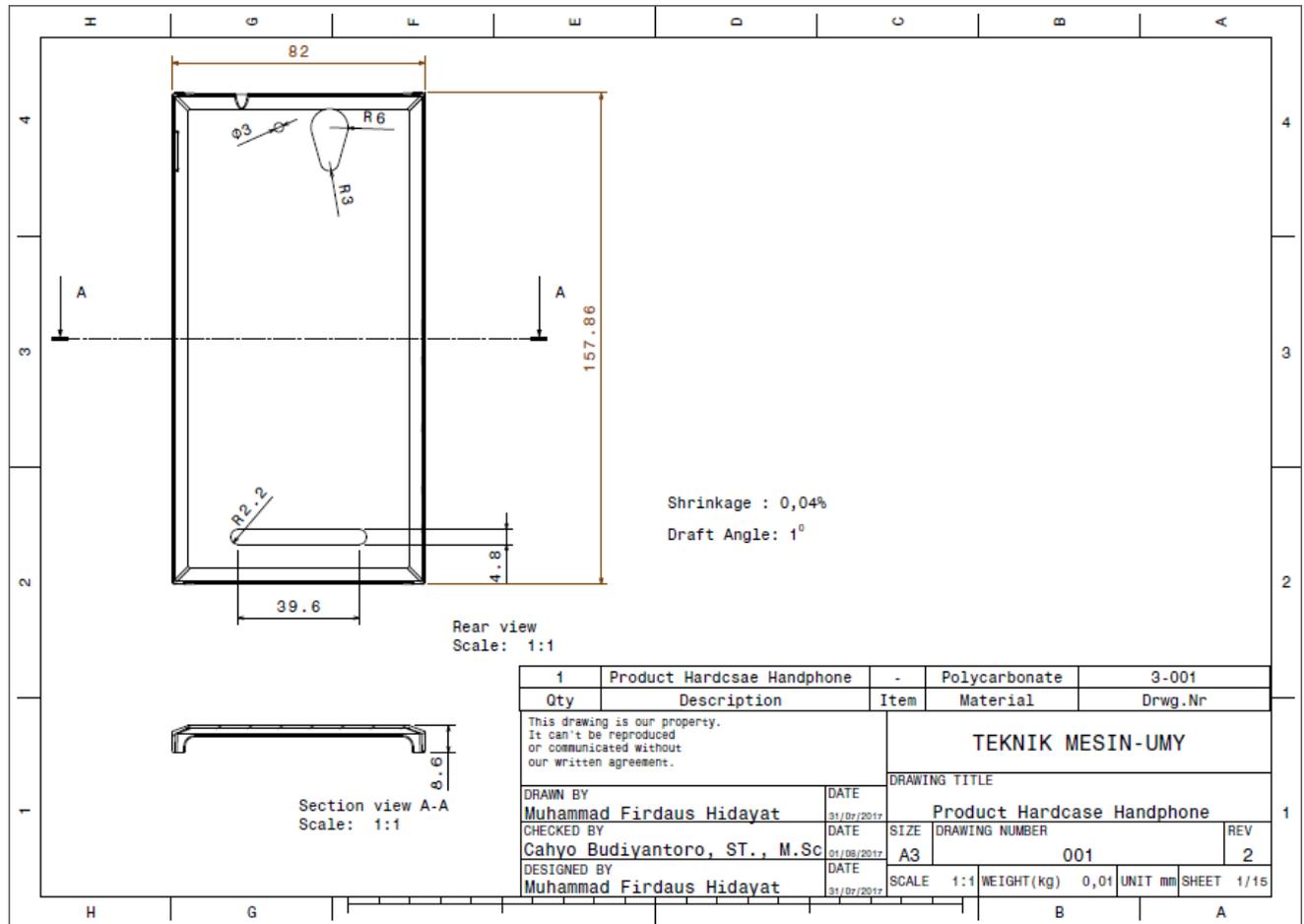
Pada pemilihan bahan produk *hardcase handphome*, dipilih material *plastic polycarbonate*. Pemilihan tersebut, berdasarkan hasil identifikasi produk *sample* berupa tempat produk *sample*, kemudian faktor pendukung lain dalam pemilihan material *hardcase handphome* yaitu dilihat dari aplikasi penggunaan produk sebagai pelindung *handphone* yang membutuhkan material yang kuat, ulet dan tahan terhadap goresan.

Gambar produk *hardcase handphome* yang digunakan pada perancangan ini mengalami perubahan bentuk, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1. Hal ini dikarenakan pengambilan produk yang sudah ada dipasaran dan tidak mengambil studi kasus di industri, maka diperlukan perubahan bentuk.

Dimensi produk *hardcase handphone*, diasumsikan sama dengan sample, yaitu 82 mm x 157,86 mm x 8,6 mm.



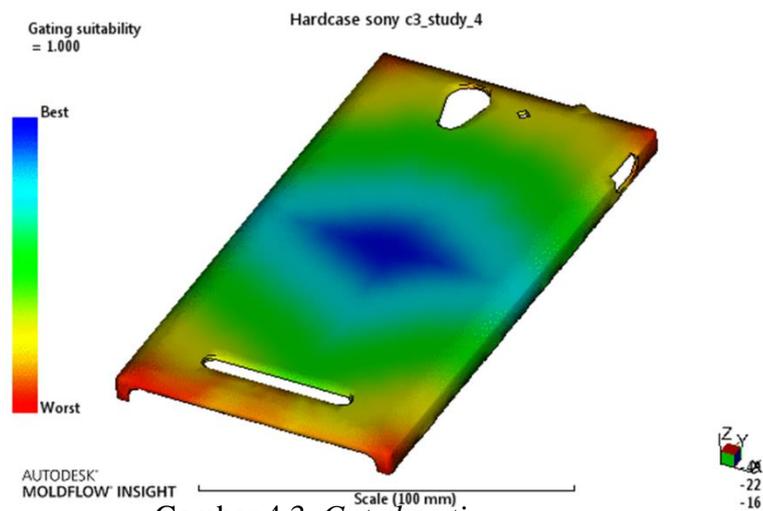
Gambar 4.1. Produk *hardcase handphone*.



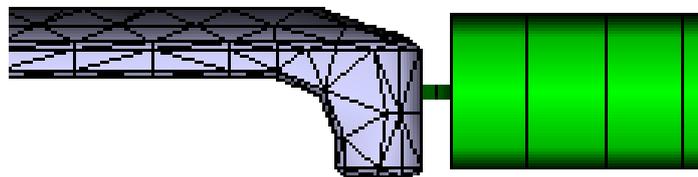
Gambar 4.2. Gambar 2d pada produk.

4.1.1. Gate Location

Pemilihan *gate location* pada perancangan *hardcase handphone*, ditentukan dengan menggunakan *moldflow insight*. Berdasarkan hasil dari *moldflow insight*, rekomendasi *gate location* berada di tengah-tengah permukaan produk (seperti pada Gambar 4.3), dari hasil tersebut dengan pertimbangan bekas yang akan ditimbulkan oleh *gate* ketika posisi ditengah bagian atas produk, maka *gate* diletakkan di samping produk (seperti di tunjukkan pada Gambar 4.4). Hal tersebut bertujuan untuk meminimalisir bekas *gate* yang terlihat, dikarenakan aplikasi *hardcase handphone* sebagai pelindung *handphone* yang perlu mempertimbangkan unsur penampilan produk.



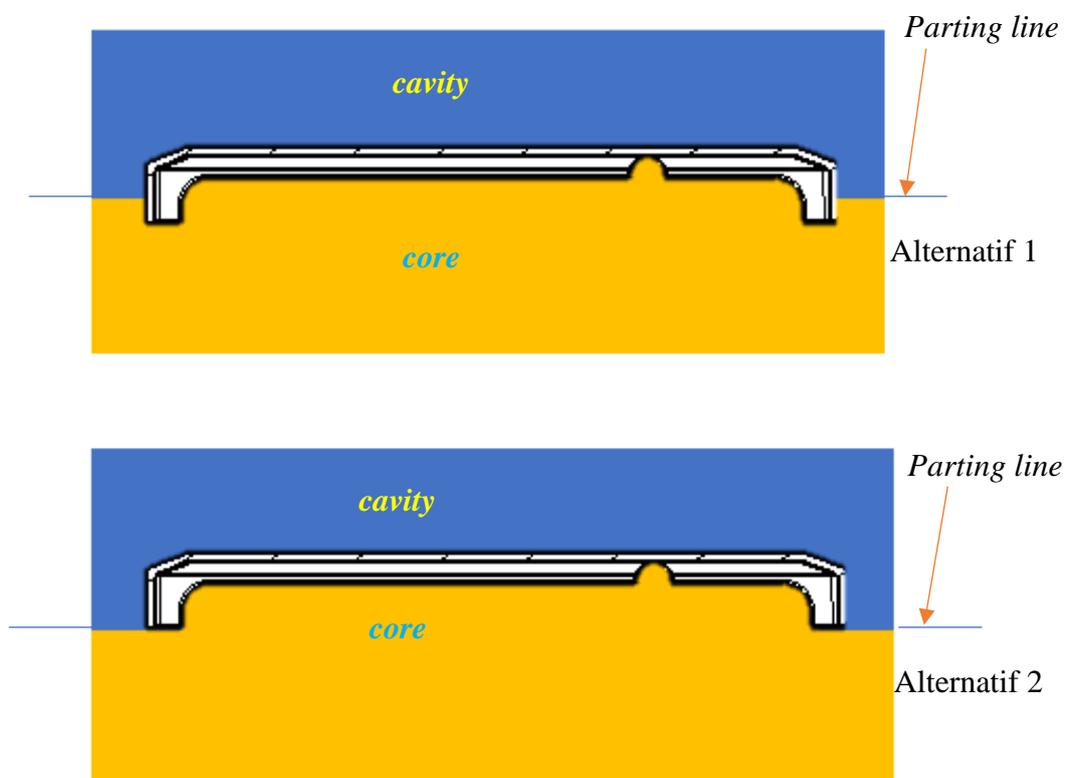
Gambar 4.3. *Gate location*.



Gambar 4.4. *Gate location* disamping produk.

4.1.2. Parting Line

Pada perancangan cetakan *hardcase handphone*, tahap penentuan *parting line* berdasarkan kemudahan dalam membuka cetakan dan memperhatikan letak *gate* serta tipe *gate* yang di rencanakan sesuai dengan bentuk produk serta kemudahan sistem *slider* bekerja. Hal tersebut perlu dilakukan perbandingan konsep *parting line*, agar didapatkan posisi *parting line* yang baik pada cetakan *hardcase handphone*, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. *Parting line* alternatif 1 dan *parting line* alternatif 2.

Pada *parting line* alternatif 1, posisi pertemuan antara *core* dan *cavity* berada pada $\frac{1}{2}$ dari total tinggi produk. Letak *parting line* tersebut, memungkinkan untuk meletakkan *gate* pada bagian samping produk dan bisa ditempatkan sistem *slider* untuk membentuk lubang bagian samping. Dalam meletakkan *gate* pada bagian samping mempunyai keuntungan, untuk meminimalisir bekas *gate* yang ada pada produk.

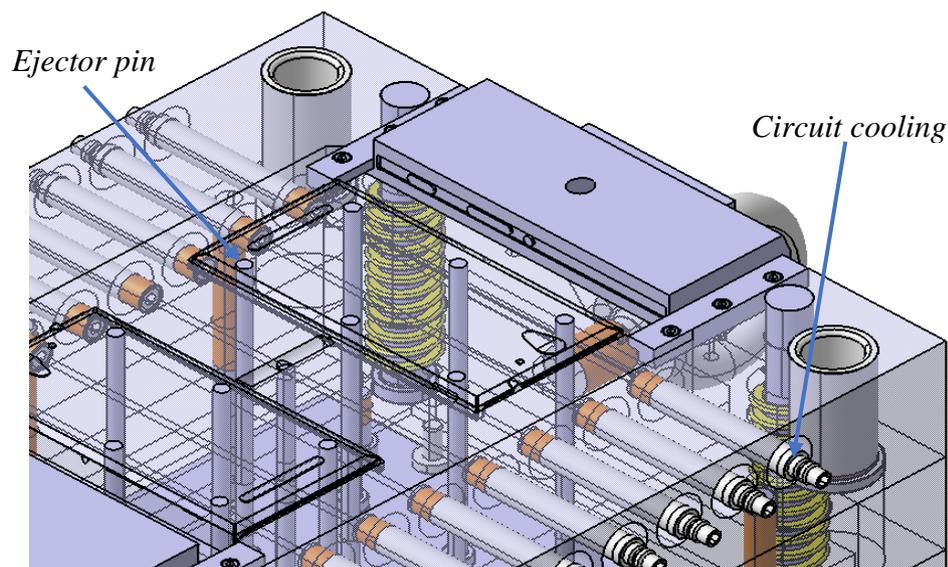
Kemudian untuk *parting line* alternatif 2, posisi pertemuan antara *core* dan *cavity* dibawah permukaan produk. Posisi *parting line* tersebut

tidak memungkinkan penggunaan sistem *slider* untuk membentuk *undercut* pada bagian samping produk dan untuk posisi *gate* lebih dominan diletakkan pada bagian atas permukaan produk, namun peletakkan *gate* dibagian atas permukaan produk, dapat menimbulkan bekas yang besar sehingga tidak memungkinkan diterapkan pada perancangan *mold hardcase handphone*, karena aplikasi yang digunakan pada *hardcase handphone* membutuhkan penampilan yang baik.

Berdasarkan perbandingan yang telah dilakukan, *parting line* alternatif 1 dipilih untuk digunakan pada cetakan *hardcase handphone*.

4.1.3. Sistem Ejection

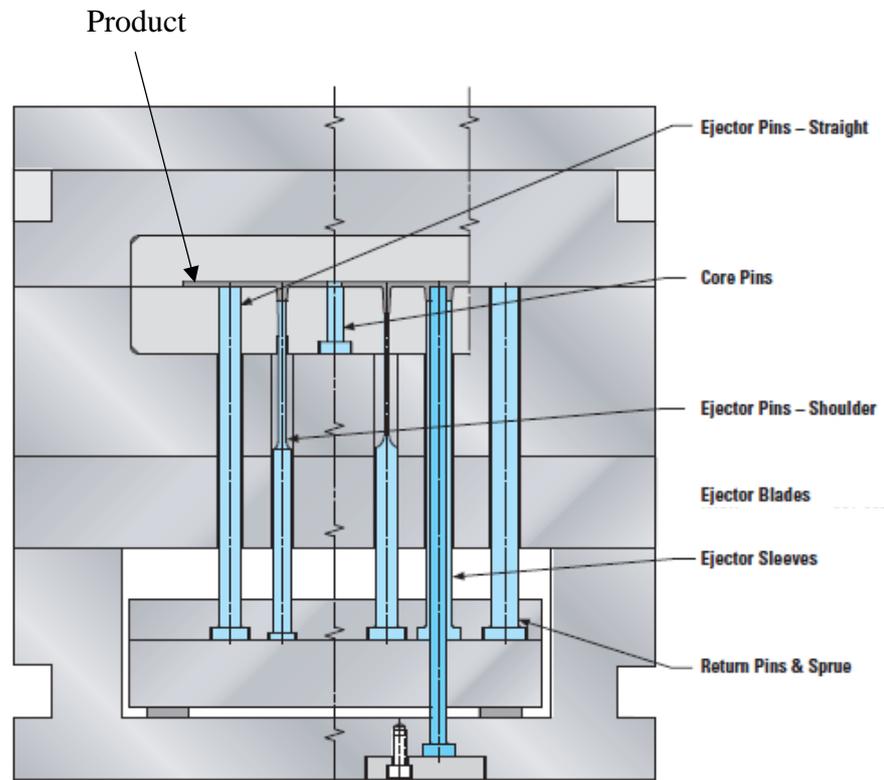
Pemilihan letak *ejector* pada *mold*, berdasarkan pada bentuk produk dan letak *circuit cooling* yang ditempatkan pada *insert core*, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Sistem ejection .

Pada perancangan *mold hardcase handphone* *ejector pin* yang digunakan berjenis “*straight*”.

Parameter yang digunakan dalam pemilihan jenis *ejector pin* yaitu, dilihat dari bentuk permukaan produk yang bersentuhan pada permukaan *ejector pin*, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Jenis *ejector pin* (DME).

4.2. Dimensi *Cavity*

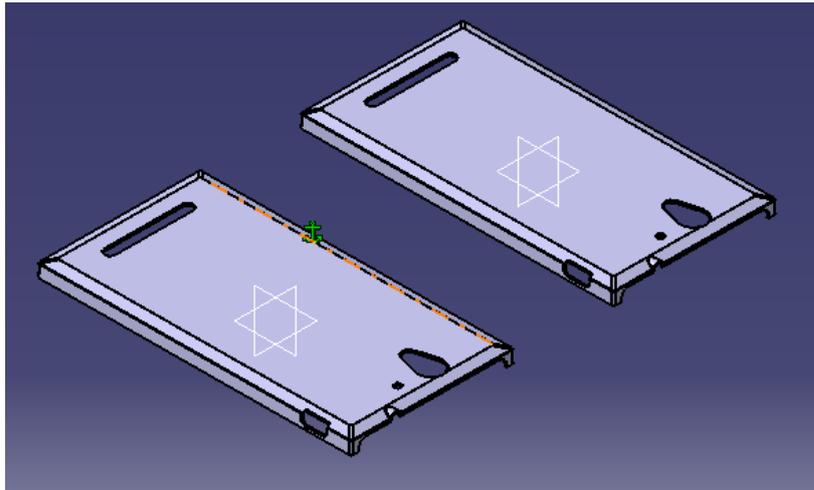
Pada desain *cavity* (rongga), parameter yang digunakan dalam menentukan dimensi *cavity* (rongga), dengan membagi nilai asumsi dimensi produk (seperti ditunjukkan pada tabel 4.1) dengan nilai *shrinkage*, yaitu 0.4% (seperti ditunjukkan pada Tabel 2.2), perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 1.2.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka dimensi *cavity* didapatkan dengan lebar 158,49 mm, panjang 82,39 mm dan tinggi 8,6 mm, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.28 dan Gambar 4.29.

4.3. Layout

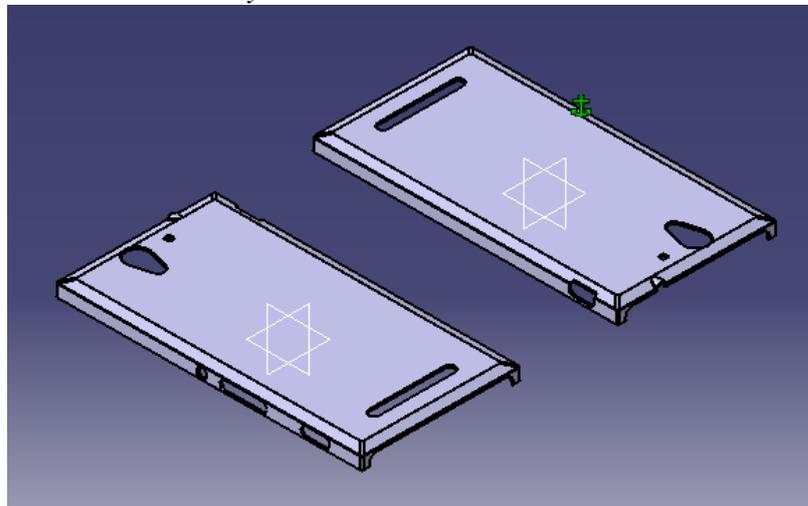
Penentuan *layout* pada perancangan ini, menggunakan perbandingan alternatif 1 dan alternatif 2, dengan tujuan mencari hasil yang bisa digunakan dalam proses injeksi, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9.

Layout 1



Gambar 4.8. Alternatif *layout 1 cavity*.

Layout 2



Gambar 4.9. Alternatif *layout cavity 2*.

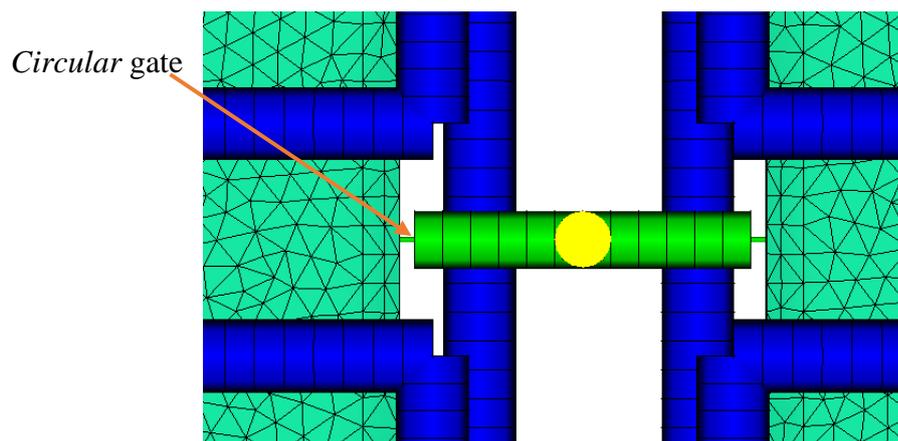
Berdasarkan perbandingan yang dilakukan, alternatif *layout 2* dipilih untuk *layout* proses desain *mold hardcase handphone*. Parameter yang digunakan dalam pemilihan *layout* adalah tersedianya ruang untuk ditempatkan sistem slider pada *layout 2* dibanding *layout 1*.

4.4. Analisa *Fill Time*

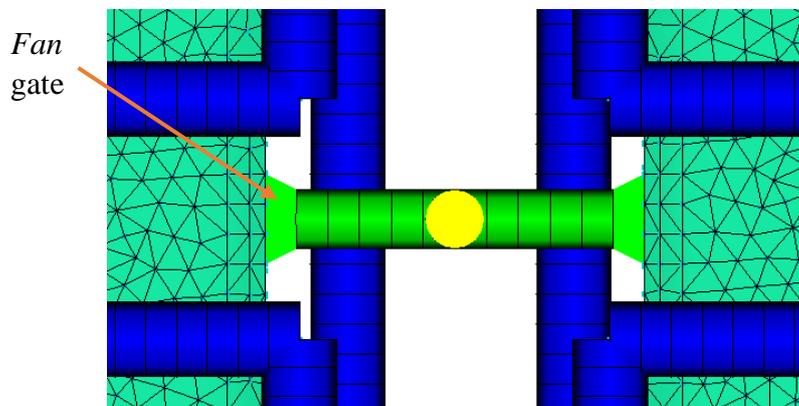
Pada perancangan *hardcase handphone*, untuk mengetahui material plastik mengisi seluruh *cavity* (rongga), maka perlu perhitungan desain *sistem runner* dan rancangan *sistem cooling* pada *mold*, kemudian hasil rancangan tersebut disimulasikan pada *moldflow insight* dengan simulasi *fill time*. Pada simulasi *fill time*, input yang dilakukan berdasarkan hasil perhitungan minimal tinggi *gate* dan minimal diameter *runner* yang telah dilakukan (perhitungan dapat dilihat di Lampiran). Kemudian dari hasil perhitungan, dilakukan perbandingan berupa bentuk *gate* yaitu *circular gate* dan *fan gate* serta perbandingan diameter *runner*. Tujuan dari perbandingan tersebut untuk mencari hasil optimal pada perancangan *hardcase handphone*. Berikut perbandingan yang dilakukan, berupa *gate* dan *runner*.

4.4.1. *Gate*

Pada perancangan ini dilakukan perbandingan bentuk *gate* yaitu *fan gate* dan *circular gate*, seperti pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11. Perbandingan yang dilakukan pada masing-masing bentuk *gate* memiliki tinggi < 1 mm dari tebal produk, dikarenakan minimal perhitungan *gate* yaitu 0.8 mm pada Lampiran.



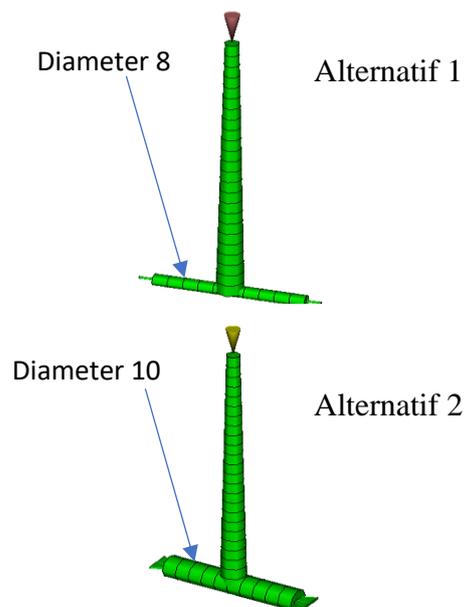
Gambar 4.10. *Circular gate*.



Gambar 4.11. *Fan gate*.

4.4.2. *Runner*

Pada perancangan ini *runner* dilakukan perbandingan diameter *runner* dengan jenis *circular*, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.12. Perbandingan yang dilakukan berdasarkan pada hasil minimal perhitungan *runner* yaitu 3 mm, seperti ditunjukkan pada Lampiran 1.3. Tujuan dari perbandingan diameter *runner*, untuk mendapatkan hasil yang optimal pada pengisian material plastik ke produk. Kemudian *runner* alternatif 1 dan *runner* alternatif 2, akan digunakan pada tiap bentuk *gate* yaitu *circular gate* dan *fan gate*.



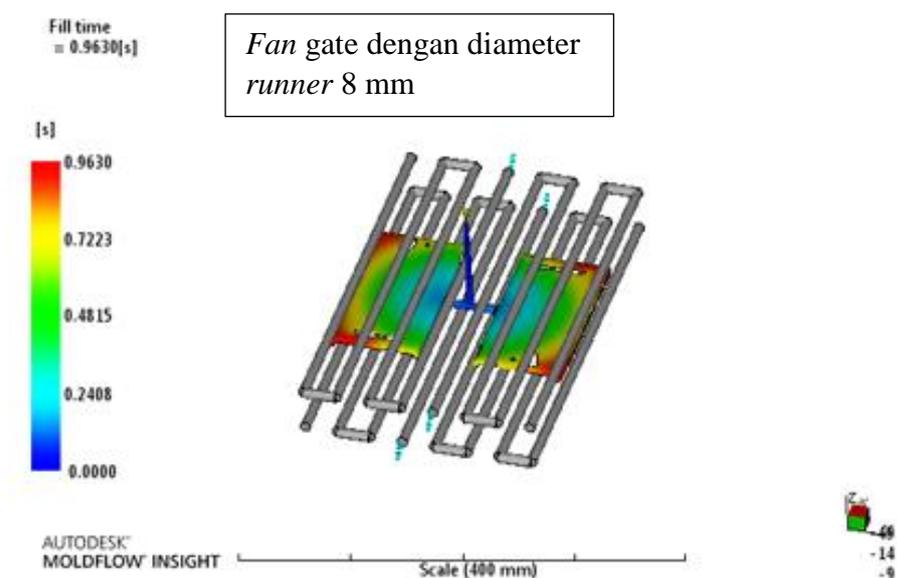
Gambar 4.12. Perbandingan *runner* alternatif 1 dan *runner* alternatif 2.

4.4.3. Simulasi *Fill Time*

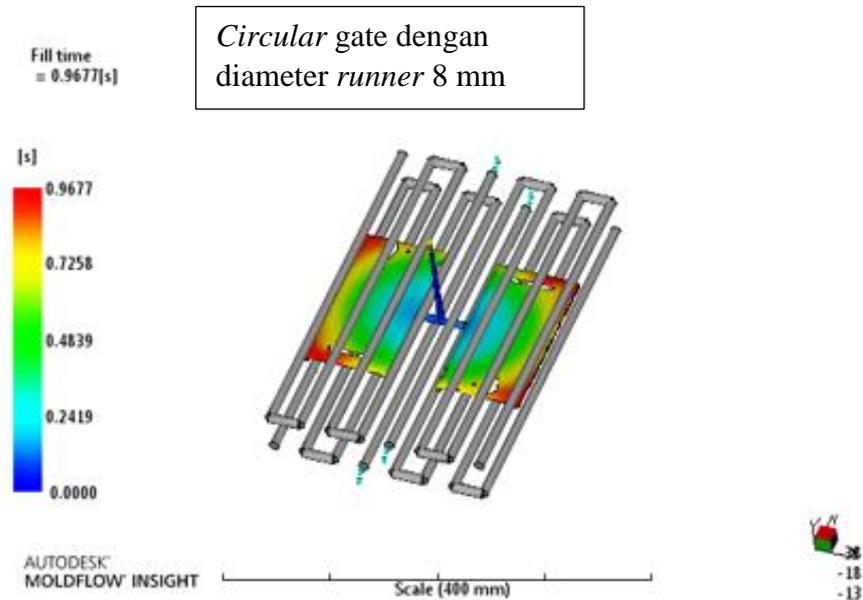
Berdasarkan perbandingan pada *gate* dan *runner* yang dilakukan di atas, maka hasil perbandingan tersebut di input ke dalam software moldflow insight dengan simulasi *fill time*. Pada simulasi *fill time* pertama, yaitu dilakukan perbandingan antara *fan gate* dan *circular gate* dengan masing-masing menggunakan diameter *runner* 8, berdasarkan simulasi *fan gate* dengan diameter 8 mm didapat hasil 0,9630 s, kemudian pada *circular gate* dengan diameter 8 mm didapat hasil 0,9677 s, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.14.

Dilihat dari hasil yang didapat pada perbandingan yang dilakukan pada simulasi *fill time* pertama, hasil yang didapat pada *fan gate* dengan diameter 8 mm lebih baik dari hasil yang didapat pada *circular gate* dengan diameter 8 mm, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.13.

Simulasi *fill time* pertama



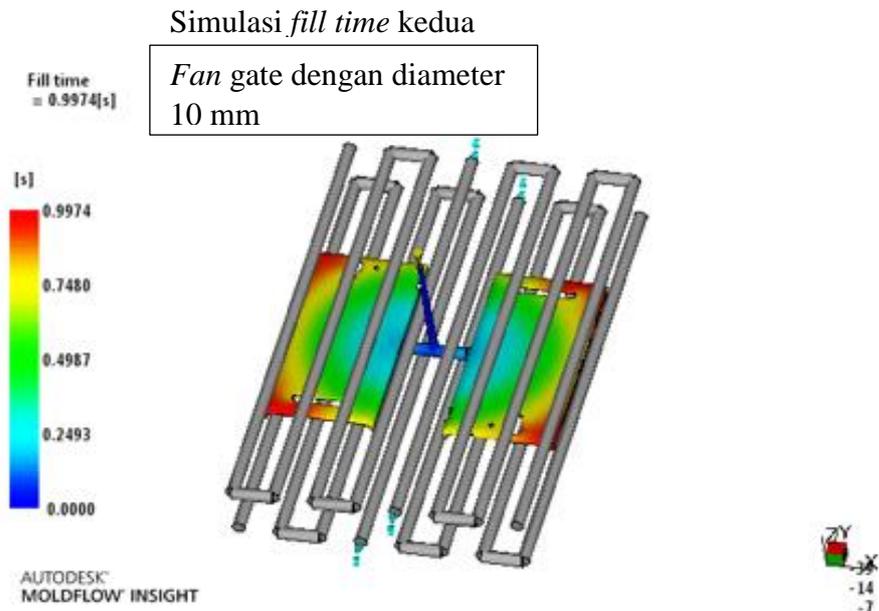
Gambar 4.13. *Fan gate* dengan diameter *runner* 8 mm.



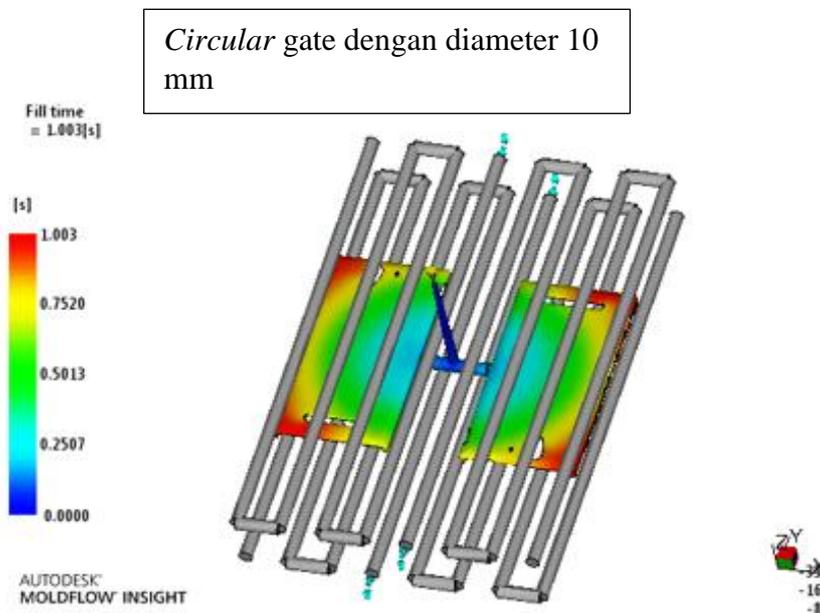
Gambar 4.14. *Circular gate* dengan diameter *runner* 8 mm.

Kemudian simulasi *fill time* kedua, dilakukan perbandingan antara *fan gate* dan *circular gate* dengan masing-masing menggunakan diameter *runner* 10, berdasarkan simulasi *fan gate* dengan diameter 10 mm didapat hasil 0,9974 s, kemudian pada *circular gate* dengan diameter 10 mm didapat hasil 1,003 s, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.15 dan Gambar 4.16.

Dilihat dari hasil yang didapat pada perbandingan yang dilakukan pada simulasi *fill time* kedua, hasil yang didapat pada *fan gate* dengan diameter 10 mm lebih baik dari hasil yang didapat pada *circular gate* dengan diameter 10 mm, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.16.



Gambar 4.15. *Fan gate* dengan diameter 10 mm.



Gambar 4.16. *Circular gate* dengan diameter 10 mm.

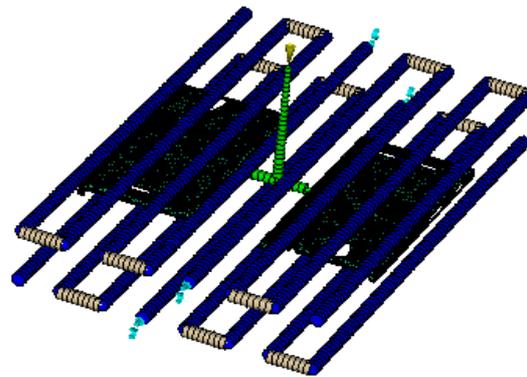
Berdasarkan hasil perbandingan yang telah dilakukan diatas, maka *fan gate* dengan diameter *runner* 8 mm dipilih untuk perancangan *mold*

hardcase handphone. Pemilihan tersebut, berdasarkan tingkat efisiensi penggunaan material yang terpakai dan *fill time* pada produk yang baik dari desain *sistem runner* lainnya.

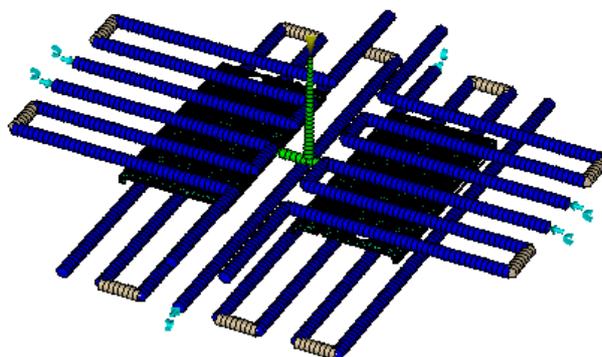
4.5. Sistem Cooling

Pada penentuan *sistem cooling*, dilakukan perbandingan untuk mendapatkan hasil yang optimal untuk pendinginan *mold hardcase* tersebut, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.17.

Circuit cooling seri

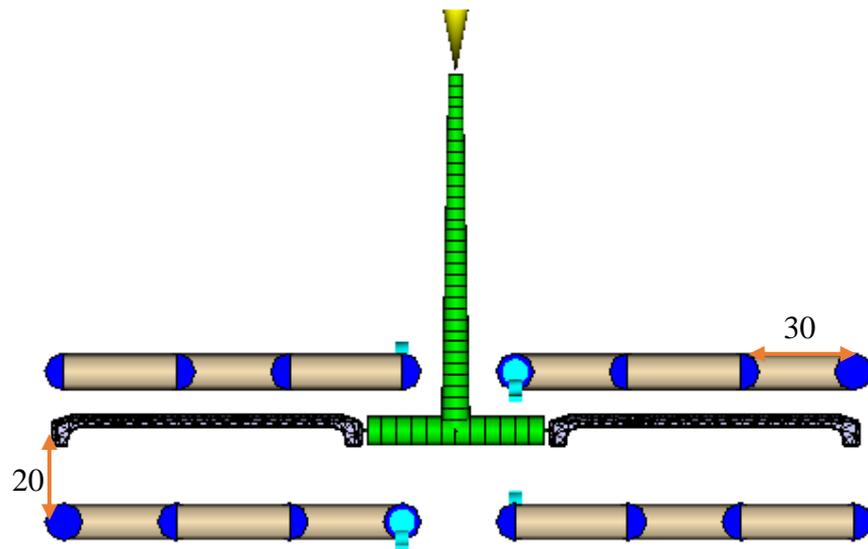


Circuit cooling conformal



Gambar 4.17. *Circuit cooling channel seri dan conformal*.

Jarak *cooling chanel* yang digunakan dalam simulasi sistem *cooling* (Jones, 2008), seperti ditunjukkan pada Gambar 2.37. Kemudian penerepan jarak *cooling* pada moldflow, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.18.

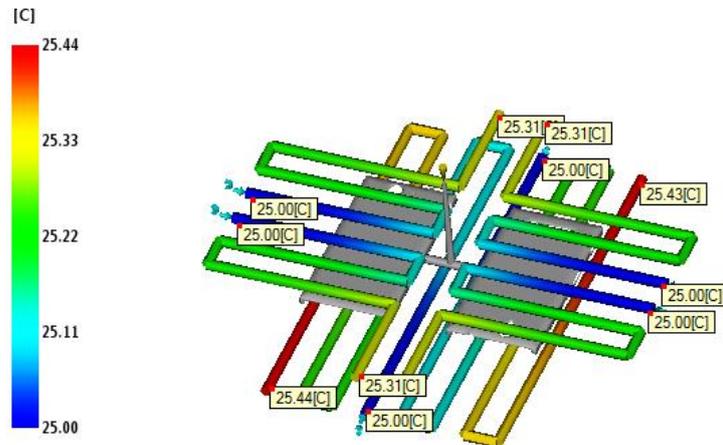


Gambar 4.18. Jarak *cooling channel* pada produk.

4.5.1. *Circuit Coolant Temperature*

Simulasi *circuit coolant temperature*, bertujuan untuk mengetahui temperatur yang terjadi pada *cooling channel* ketika proses pengisian material plastik terjadi di dalam *cavity*. Pada *circuit coolant* alternatif 1, dapat dilihat bahwa pada *temperature cooling* saat memasuki inlet sebesar 25°C dan ketika keluar melewati outlet meningkat hingga pada waktu proses injeksi memiliki hasil terendah 25.44°C. Selisih temperatur hanya 0.44°C, ini berarti jumlah saluran pendinginan sudah mencukupi. Apabila selisih *temperature* lebih dari 3°C, lintasan *cooling* perlu di re-desain lagi untuk mencari yang optimal (Riyanto, 2017). Normalnya *temperature cooling* maksimal adalah 30°C dan desain lintasan *cooling* pada alternatif 1 ini sudah memadai, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.19.

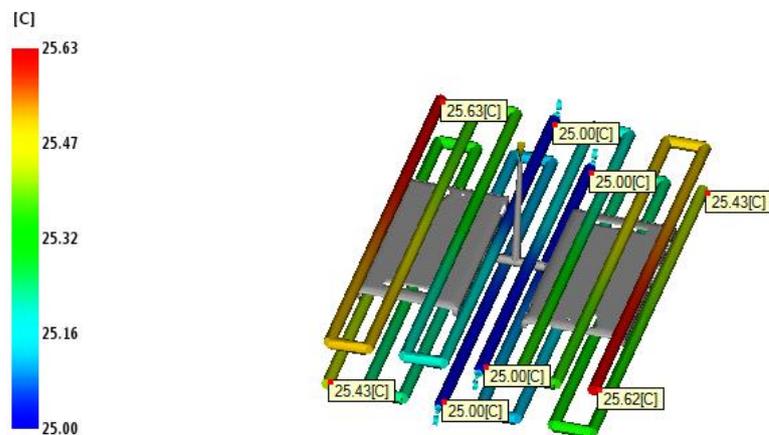
Circuit coolant temperature
= 25.44[C]



Gambar 4.19. Simulasi *circuit coolant temperature* pada alternatif 1.

Kemudian pada alternatif 2, simulasi *sistem cooling* dari analisis *circuit coolant temperature*, dapat dilihat bahwa pada *temperature cooling* saat memasuki inlet sebesar 25°C dan ketika melewati outlet meningkat hingga pada waktu proses injeksi memiliki hasil terendah 25.63°C. Hasil yang didapat pada *cooling* channel alternatif 2 tidak berbanding jauh dengan hasil dari alternatif 1, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.20.

Circuit coolant temperature
= 25.63[C]

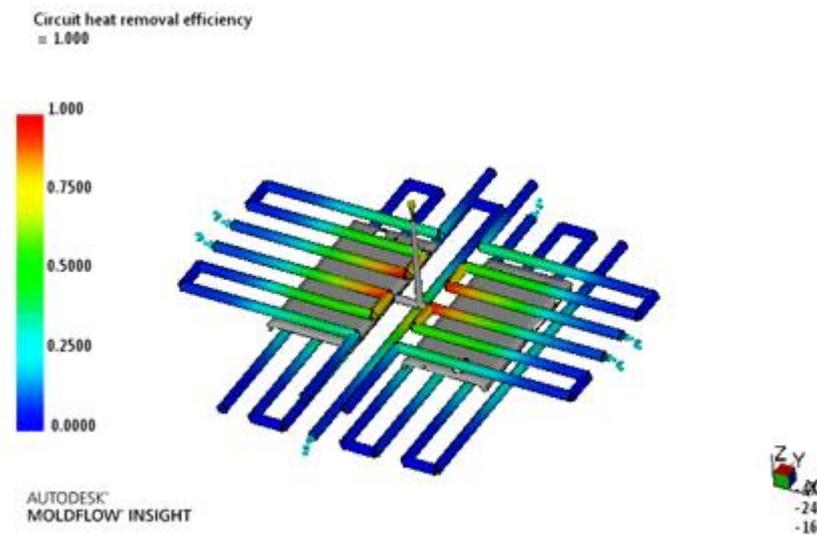


Gambar 4.20. Simulasi *circuit coolant temperature* pada alternatif 2.

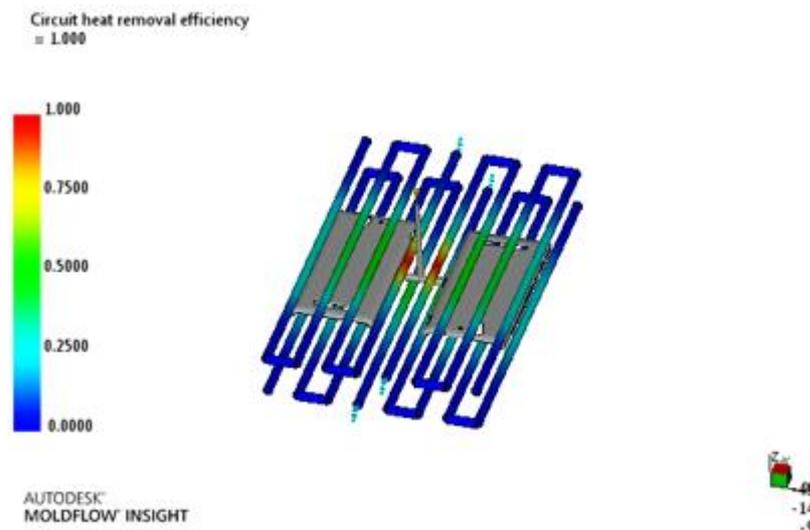
4.5.2. *Circuit Heat Removal Efficiency*

Pada proses pemilihan *circuit cooling* pada *mold hardcase handphone*, dilakukan simulasi *Circuit heat removal efficiency* dengan tujuan untuk mengetahui efisiensi penyerapan panas oleh *cooling* terhadap produk *hardcase handphone*.

Pada simulasi *Circuit heat removal efficiency* pada produk, dilakukan perbandingan untuk mendapatkan *circuit cooling* yang optimal, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.21 dan Gambar 4.22.



Gambar 4.21. *Circuit heat removal efficiency* pada *circuit cooling conformal*.



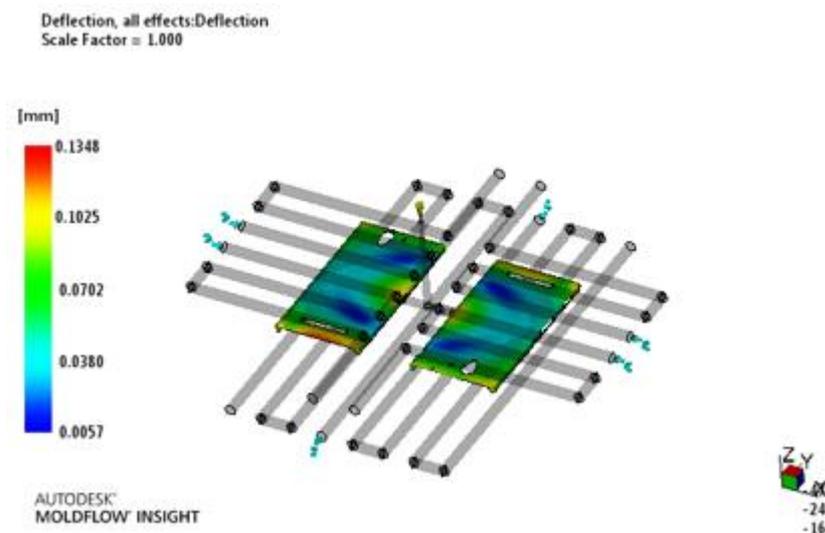
Gambar 4.22. *Circuit heat removal efficiency* pada *circuit cooling seri*.

Berdasarkan hasil yang didapat pada moldflow, *channel cooling conformal* dan *channel cooling seri* memiliki tingkat efisiensi penyerapan panas yang sama.

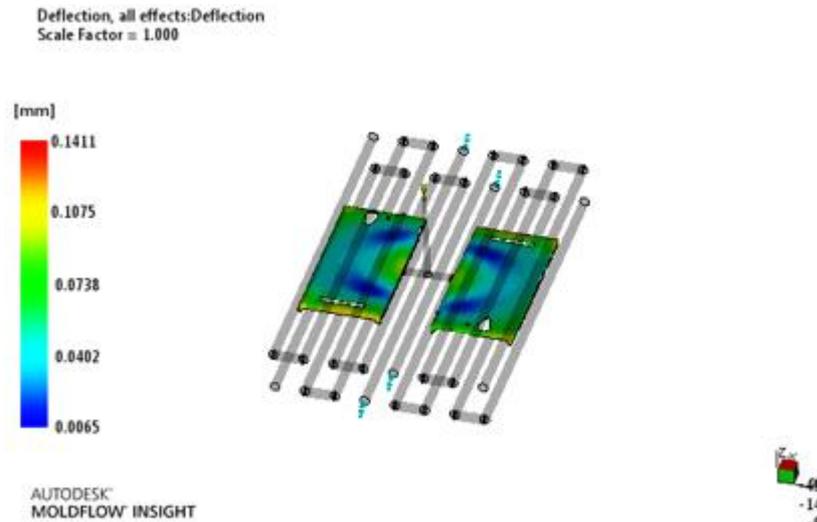
4.5.3. Deflection, all effects: deflection

Pada proses pemilihan *circuit cooling* pada *mold hardcase handphone*, dilakukan simulasi *deflection* dengan tujuan untuk mengetahui atau mengamati perubahan permukaan produk yang terjadi ketika pada proses injeksi *molding*. Perubahan bentuk permukaan terjadi karena adanya perbedaan suhu antara proses pengisian yang berlangsung pada *cavity* dengan proses *cooling* yang bekerja setelah proses *fill time*.

Pada simulasi *deflection*, dilakukan perbandingan untuk mendapatkan *circuit cooling* yang optimal, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.23 dan Gambar 4.24.



Gambar 4.23. Simulasi *deflection* pada *circuit cooling conformal*.



Gambar 4.24. Simulasi *deflection* pada *circuit cooling seri*.

Berdasarkan hasil yang didapat, perancangan *mold* dengan *circuit cooling conformal* memiliki nilai *deflection* yang terjadi pada produk sebesar 0,1438 mm. Kemudian perancangan *mold* dengan *circuit cooling seri* memiliki nilai *deflection* yang terjadi pada produk sebesar 0,1411 mm.

Dilihat dari beberapa simulasi yang telah dilakukan untuk mendapatkan *circuit cooling* yang optimal pada *mold hardcase handphone* , *circuit cooling conformal* lebih baik dari *circuit cooling seri* . Namun dilihat dari proses pembuatan , penambahan komponen yang rumit dan perbedaan hasil beberapa simulasi tidak tinggi, maka *circuit cooling seri* dipilih untuk diterapkan pada perancangan *mold hardcase handphone* . Berikut tabel hasil simulasi, ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil simulasi perbandingan 2 *circuit cooling*.

No	Analisa	Cooling Conformal	Cooling Seri
1	Circuit coolant temperture	25,44 °C	25,63 °C
2	Circuit heat removal efficiency	1	1
3	Deflection, all effects: deflection	0,1348 mm	0,1411 mm

4.6. Perancangan *Mold*

Berdasarkan hasil simulasi moldflow insight yang dilakukan, langkah selanjutnya yaitu merancang hasil dari simulasi yang dipilih, sebagai landasan dalam perancangan *hardcase handphone*. Berikut urutan perancangan yang dilakukan pada perancangan *mold hardcase handphone*.

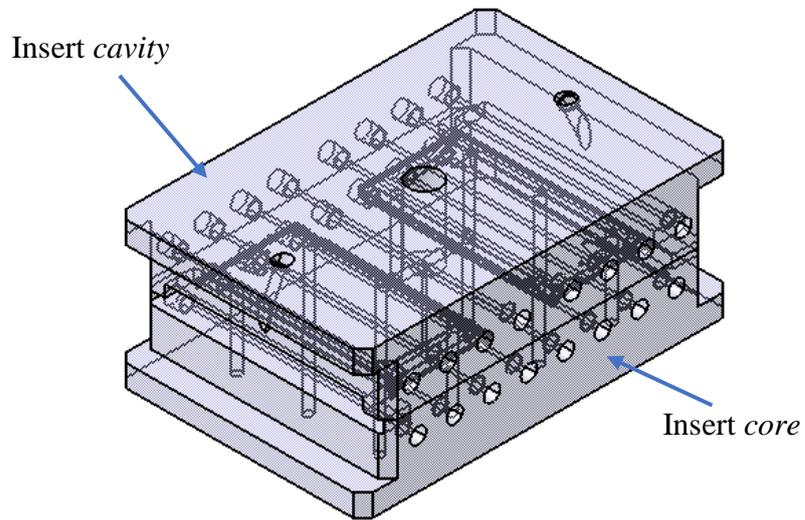
4.6.1. *Moldbase*

Pada perancangan *mold hardcase handphone*, langkah pertama yaitu menentukan *moldbase* yang akan digunakan dalam perancangan *mold*. Dalam pemilihan *moldbase*, parameter yang digunakan adalah mengetahui terlebih dahulu dimensi *layout cavity* yang dirancang sebelumnya. Dari dimensi *layout cavity*, akan didapat gambaran sekilas berupa penggabungan dimensi *layout cavity* dengan dimensi *slider*. Pada perancangan ini, penempatan komponen *mold* serta dimensi plat diasumsikan sama dengan *moldbase* DME 1315a. Spesifikasi *moldbase* DME 1315a, dapat dilihat pada Lampiran.

4.6.2. *Insert Cavity Dan Insert Core*

Langkah awal yang dilakukan dalam perancangan *mold* setelah desain *cavity* dan simulasi fill adalah perancangan *insert core* dan *insert cavity*. Penentuan ukuran *insert* dilakukan dengan melihat dimensi *cavity* (rongga), agar tidak terjadi kesalahan dalam proses perancangan *insert cavity* dan *insert core*, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.25.

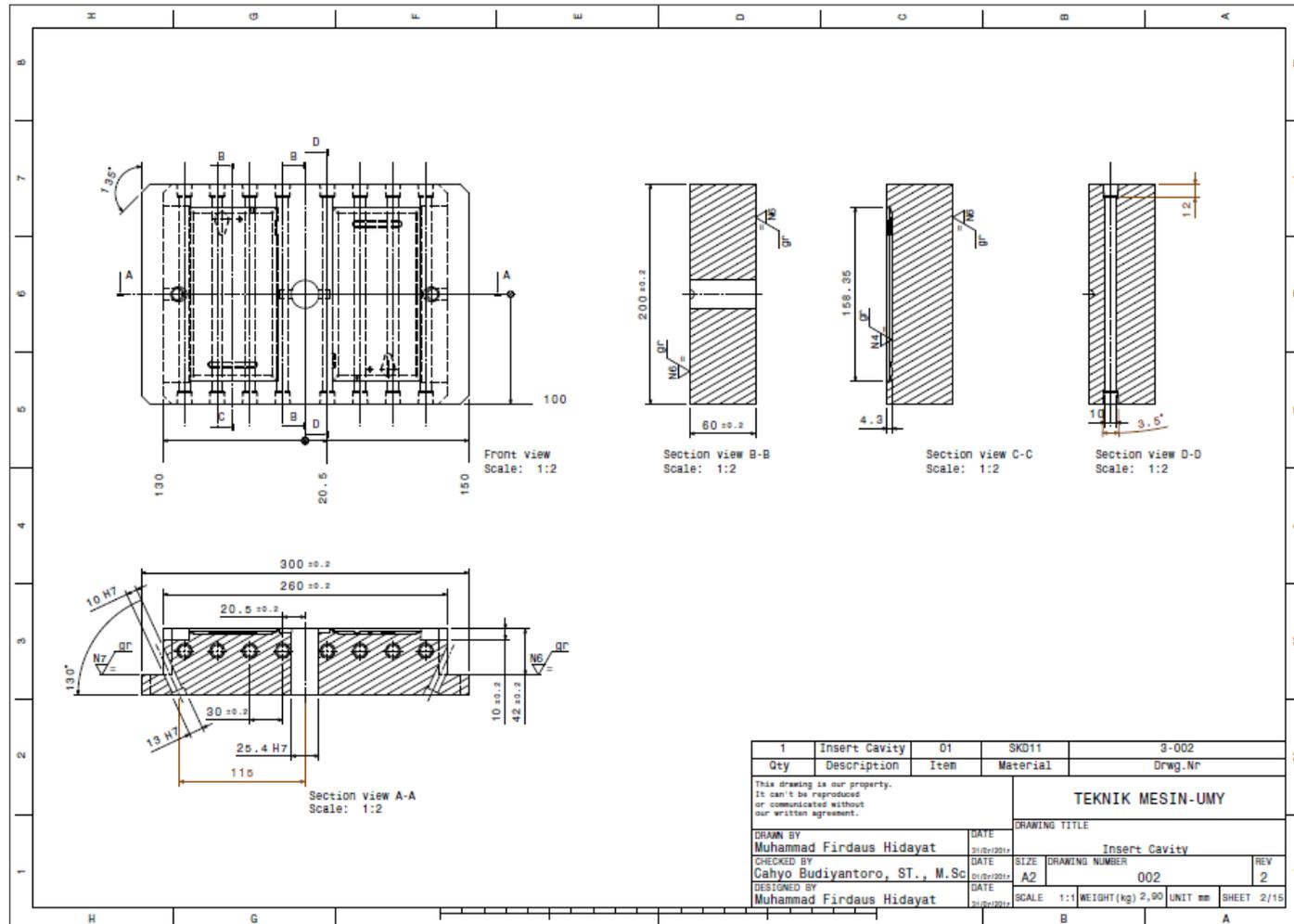
Spesifikasi *insert cavity* dan *insert core*, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.3.



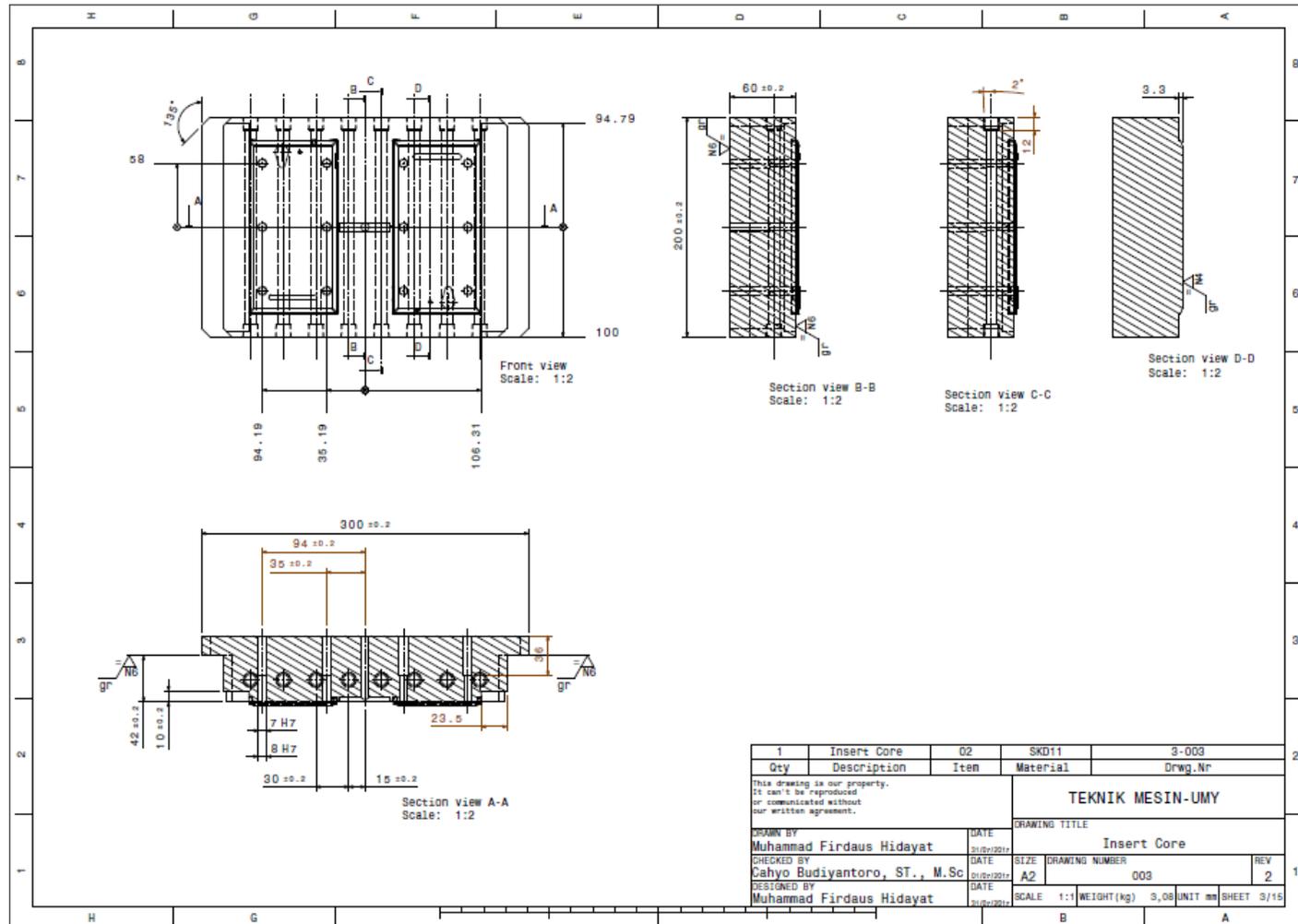
Gambar 4.25. *Insert core & insert cavity*.

Tabel 4.3. Spesifikasi *insert core & insert cavity*.

<i>Insert Core & Cavity</i>		
Nama	<i>Insert core</i>	<i>Insert cavity</i>
Volume	3072669 mm ³	290062 mm ³
Dimensi	300×200×60 mm	300×200×60 mm
Material	SKS11	SKS11



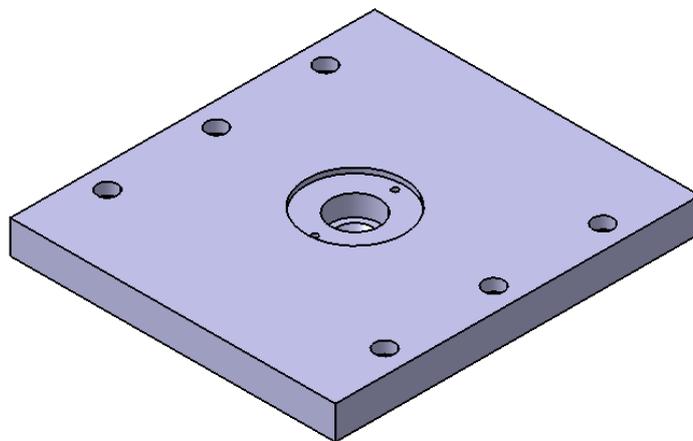
Gambar 4.26. Gambar 2d insert cavity.



Gambar 4.27. Gambar 2d insert core.

4.6.3. Top Clamping Plate

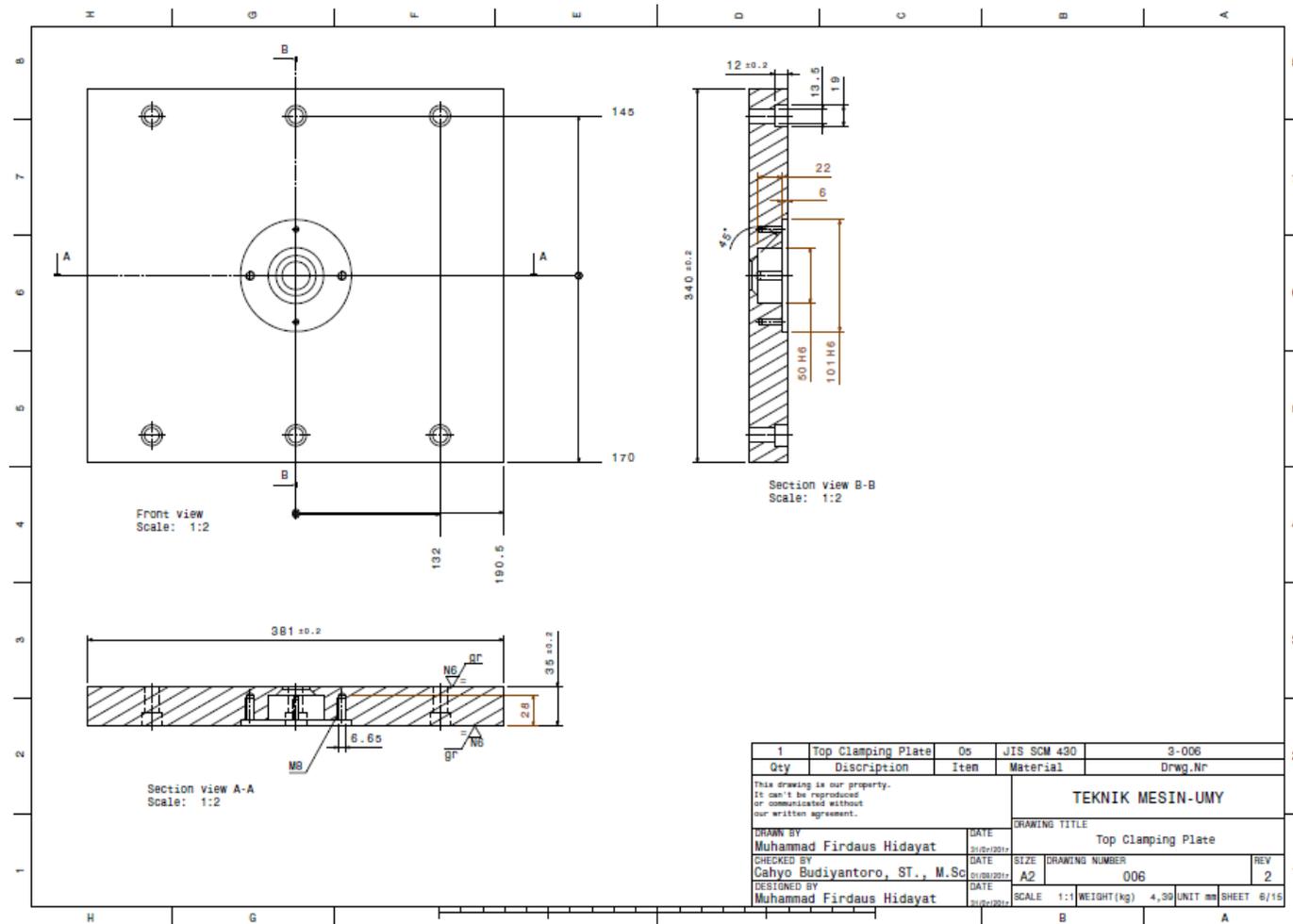
Desain *top clamping plate* dilakukan setelah penentuan *molddbase* dan desain *cavity plate* serta *core plate*. Dimensi berupa, panjang, lebar dan tebal *top clamping plate* diasumsikan sama dengan dimensi DME 1315A, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.28. spesifikasi *top clamping plate*, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.4.



Gambar 4.28. *Top clamping plate*.

Tabel 4.4. Spesifikasi *top clamping plate*.

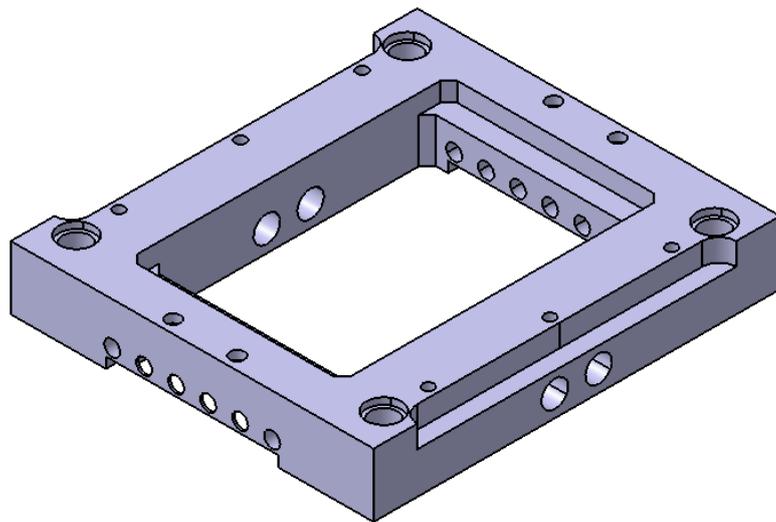
<i>Top clamping plate</i>	
Nama	Unit
Volume	4396813 mm ³
Dimensi	381×340×35 mm
Material	JIS SCM 430



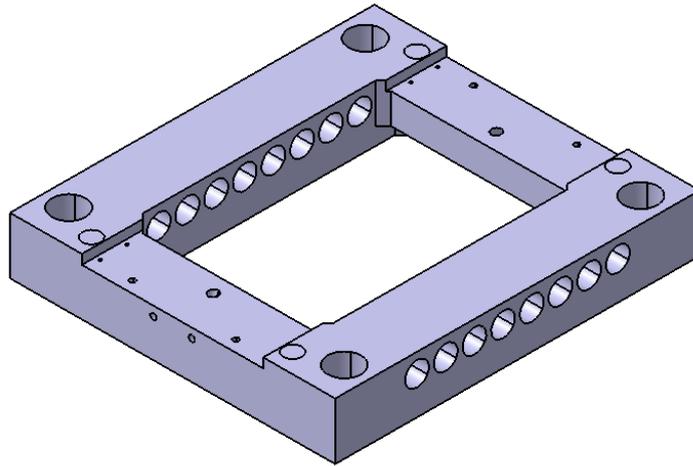
Gambar 4.29. Gambar 2d top clamping plate.

4.6.4. *Cavity Plate & Core Plate*

Desain *cavity plate* dan *core plate* dilakukan setelah desain *insert cavity* dan *insert core* selesai. Dimensi berupa, panjang, lebar dan tebal *cavity plate* dan *core plate* diasumsikan sama dengan dimensi DME 1315A, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.30 dan Gambar 4.31. Spesifikasi dari *cavity plate* dan *core plate*, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.5.



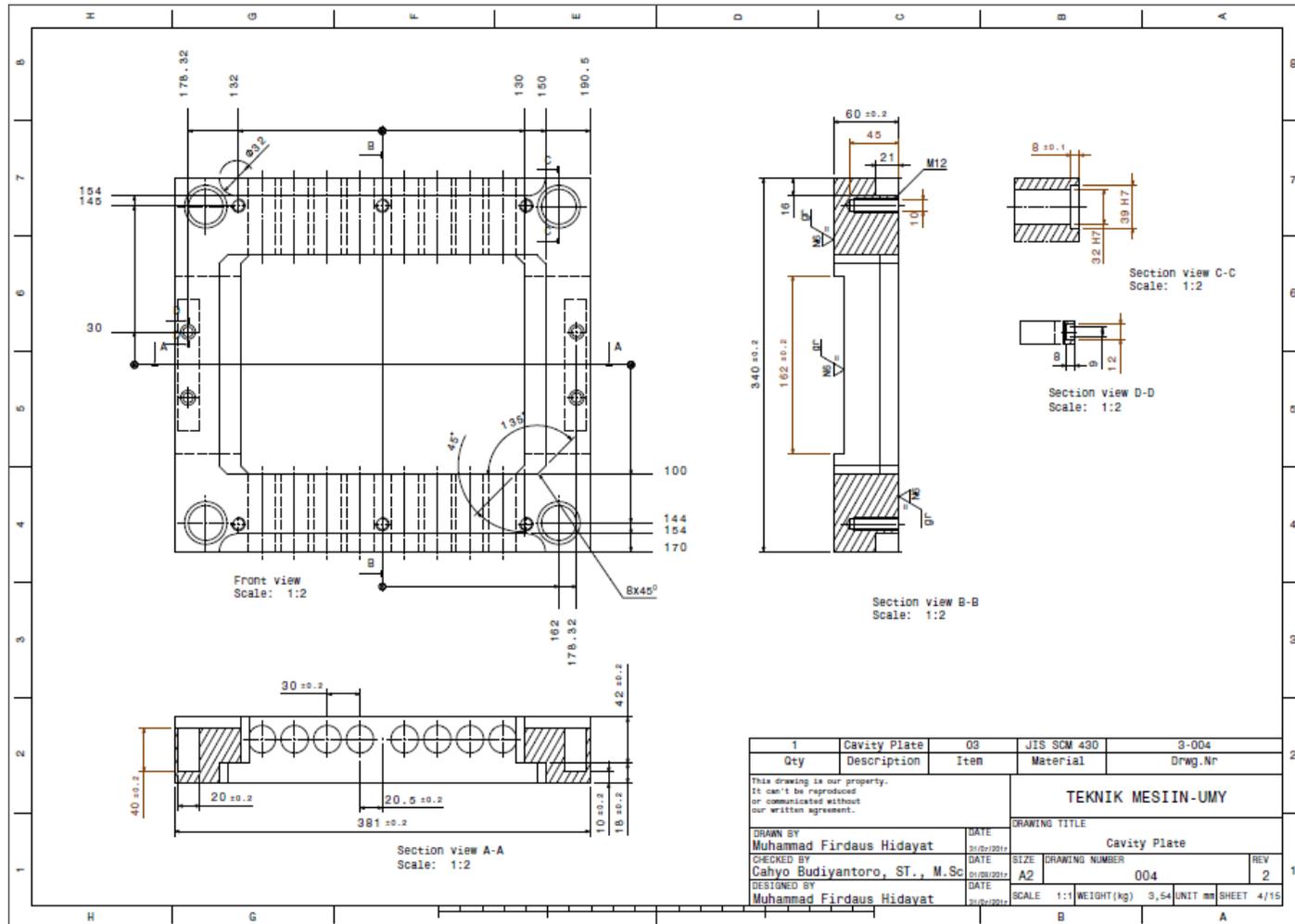
Gambar 4.30. *Cavity plate*.



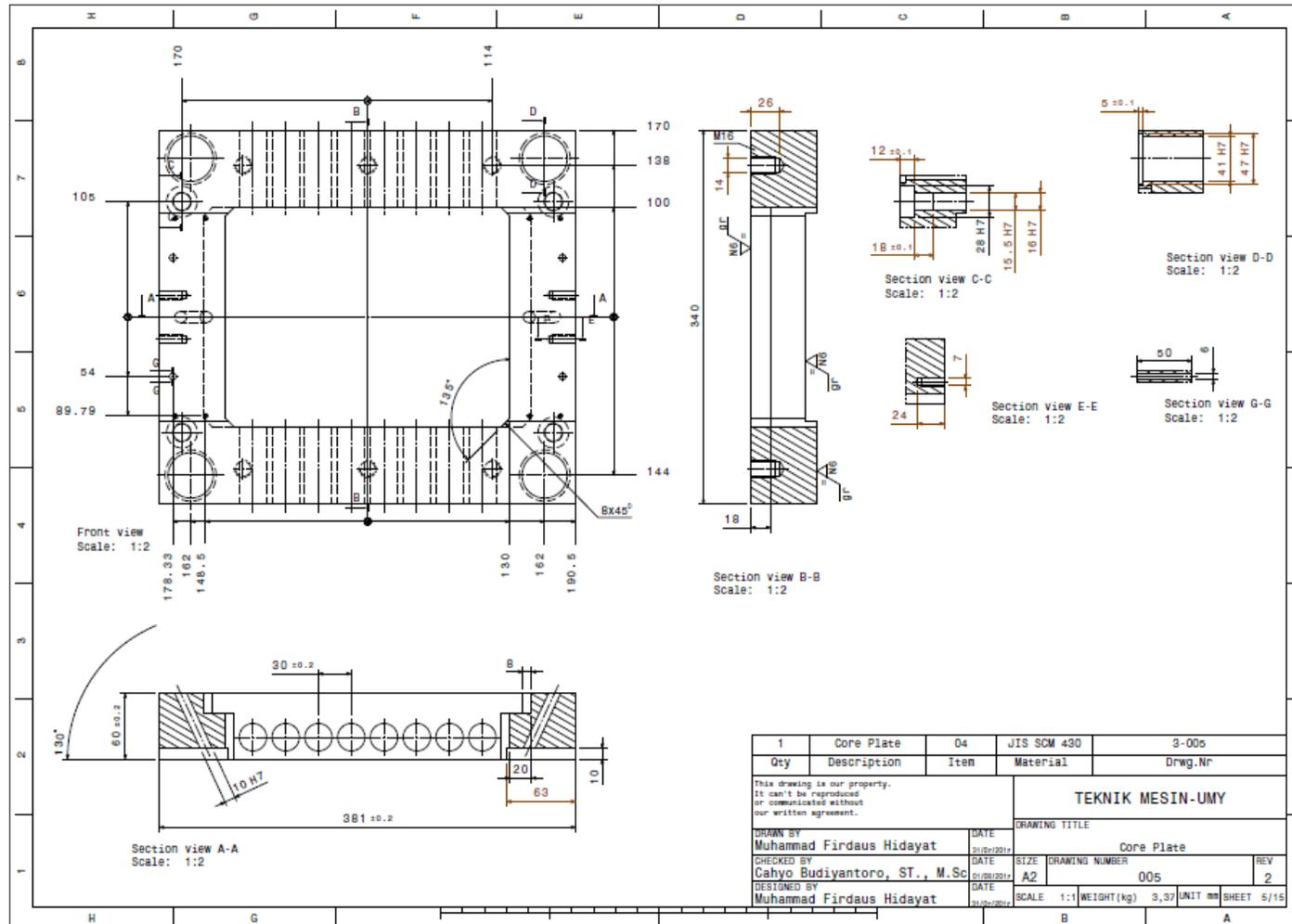
Gambar 4.31. *Core plate.*

Tabel 4.5. Spesifikasi *cavity plate dan core plate.*

<i>Cavity Plate & Core Plate</i>		
Mass	<i>Cavity Plate</i>	<i>Core Plate</i>
Volume	3153509 mm ³	3295315 mm ³
Dimensi	381×340×60 mm	381×340×60 mm
Material	JIS SCM 430	JIS SCM 430



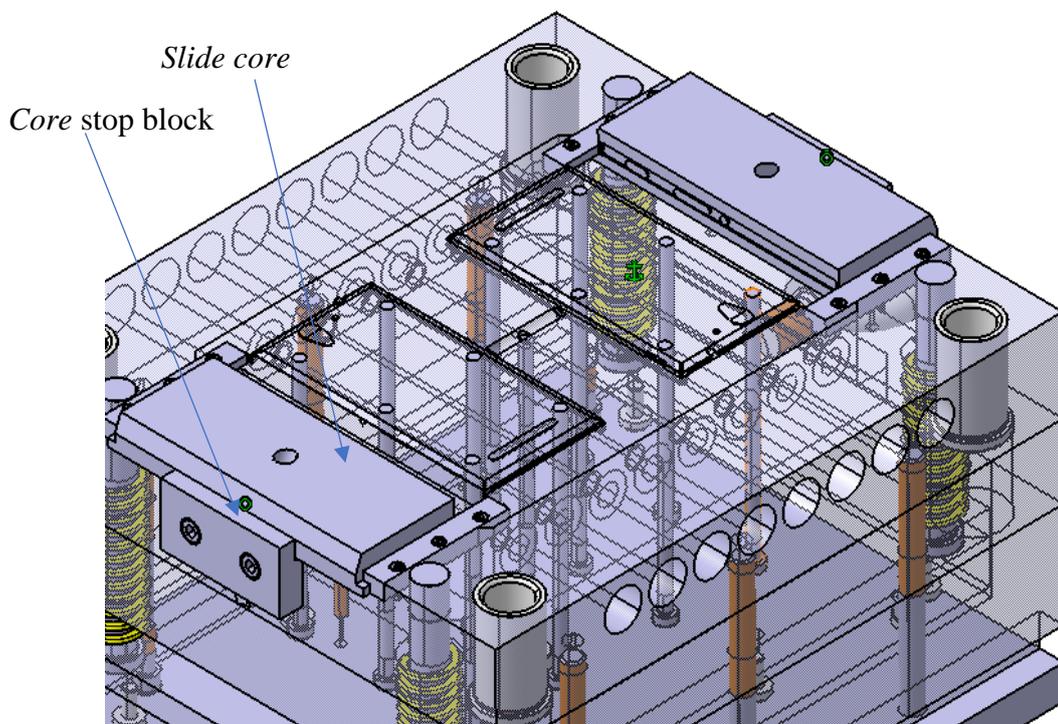
Gambar 4.32. Gambar 2d cavity plate.



Gambar 4.33. Gambar 2d core plate.

4.6.5. Slide Core

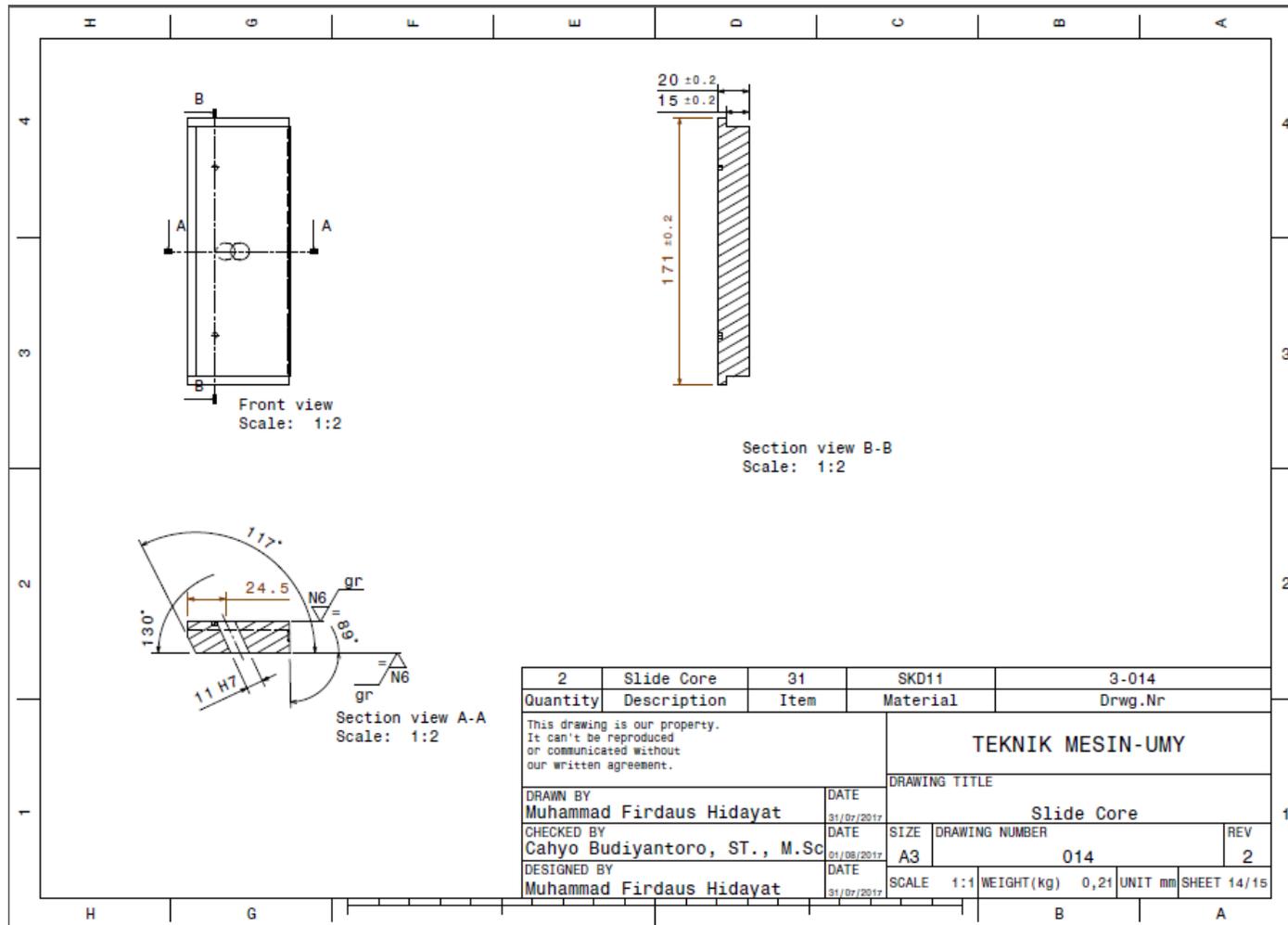
Desain *slide core* dilakukan setelah, desain *cavity plate* dan *core plate* selesai. *Slide core*, digunakan untuk membentuk bagian undercut dari produk hardcase. Panjang *slide core* disesuaikan dengan jarak bebas (*slide core* mejauhi *cavity* (rongga), hingga ujung belakang menyentuh permukaan *core stop block*), kemudian lebar *slide core* disesuaikan dengan dimensi *cavity*, seperti pada Gambar 4.34. Spesifikasi dari *slide core*, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.6.



Gambar 4.34. Jarak bebas *slide core*.

Tabel 4.6. Spesifikasi *slide core*.

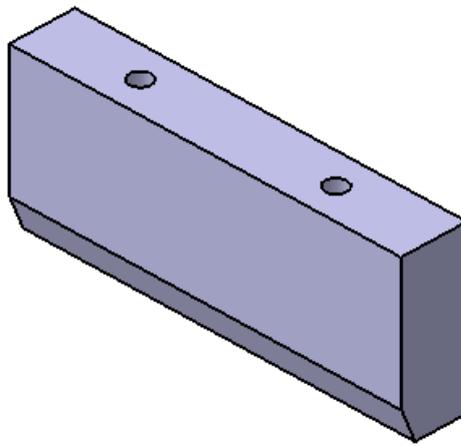
<i>Top Slide Core</i>	
Nama	Unit
Volume	209578 mm ³
Dimensi	65,8×171,5×20 mm
Material	SKD11



Gambar 4.35. Gambar 2d slide core.

4.6.6. Locking Block

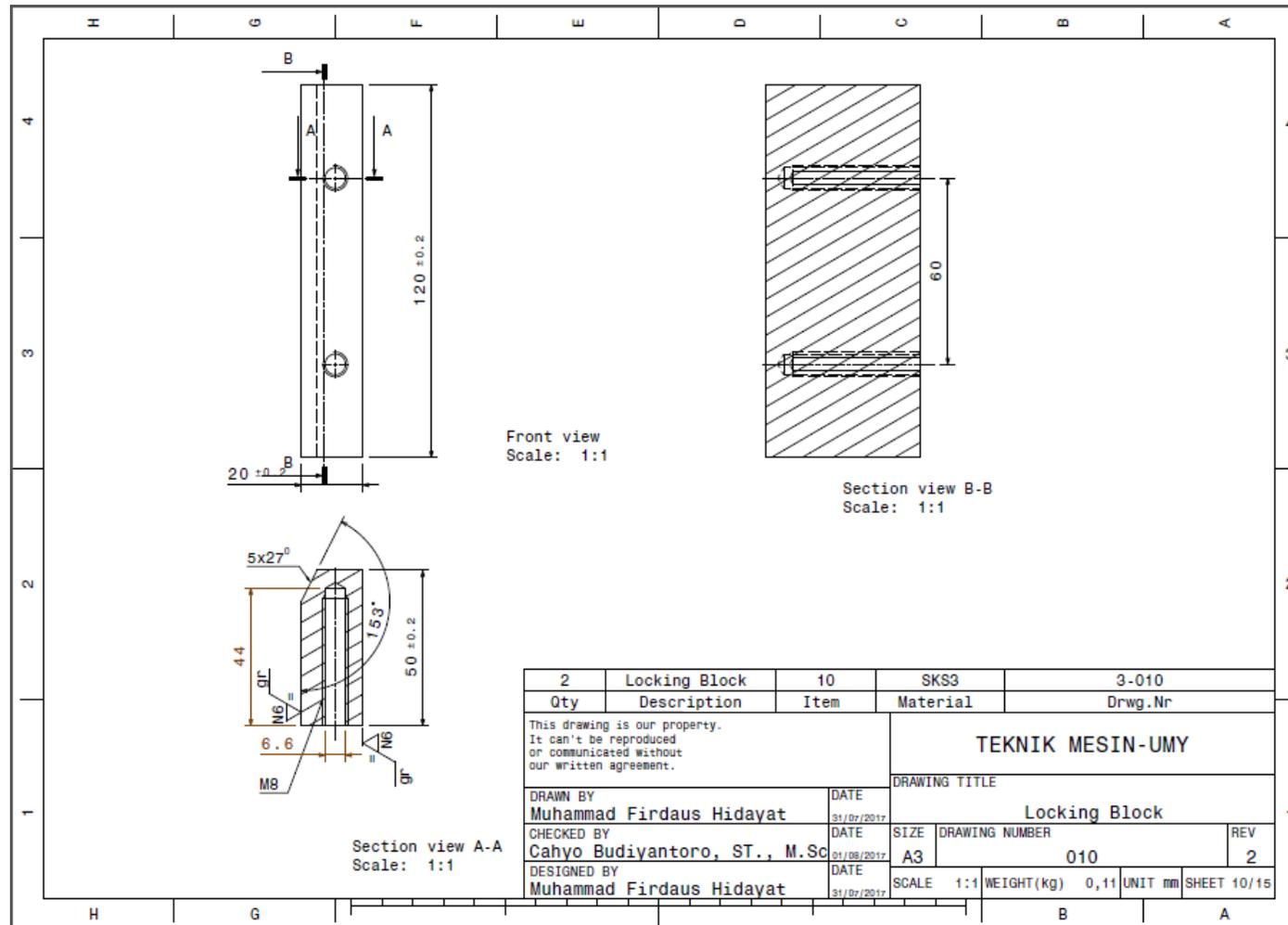
Desain *locking block* dilakukan setelah desain *slide core* selesai. *Locking block* memiliki sudut kemiringan, yang digunakan untuk menahan permukaan *slide core* ketika proses injeksi. Kemiringan sudut *locking block* lebih besar dengan sudut *angular pin* (IMDIA), seperti ditunjukkan pada Lampiran 1.8. Spesifikasi dari *locking block*, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.7.



Gambar 4.36. *Locking block*.

Tabel 4.7. Spesifikasi *locking block*.

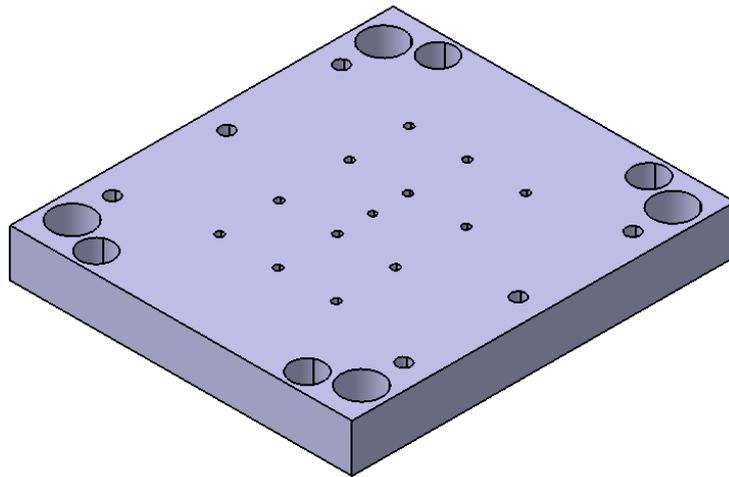
<i>Top Locking block</i>	
Nama	Unit
Volume	113044 mm ³
Dimensi	20×120×50 mm
Material	SKD61



Gambar 4.37. Gambar 2d locking block.

4.6.7. Support Plate

Desain *support plate* dilakukan setelah desain *cavity plate* dan *core plate* selesai. Dimensi berupa, panjang, lebar dan tebal *support plate* diasumsikan sama dengan dimensi DME 1315A, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.38.

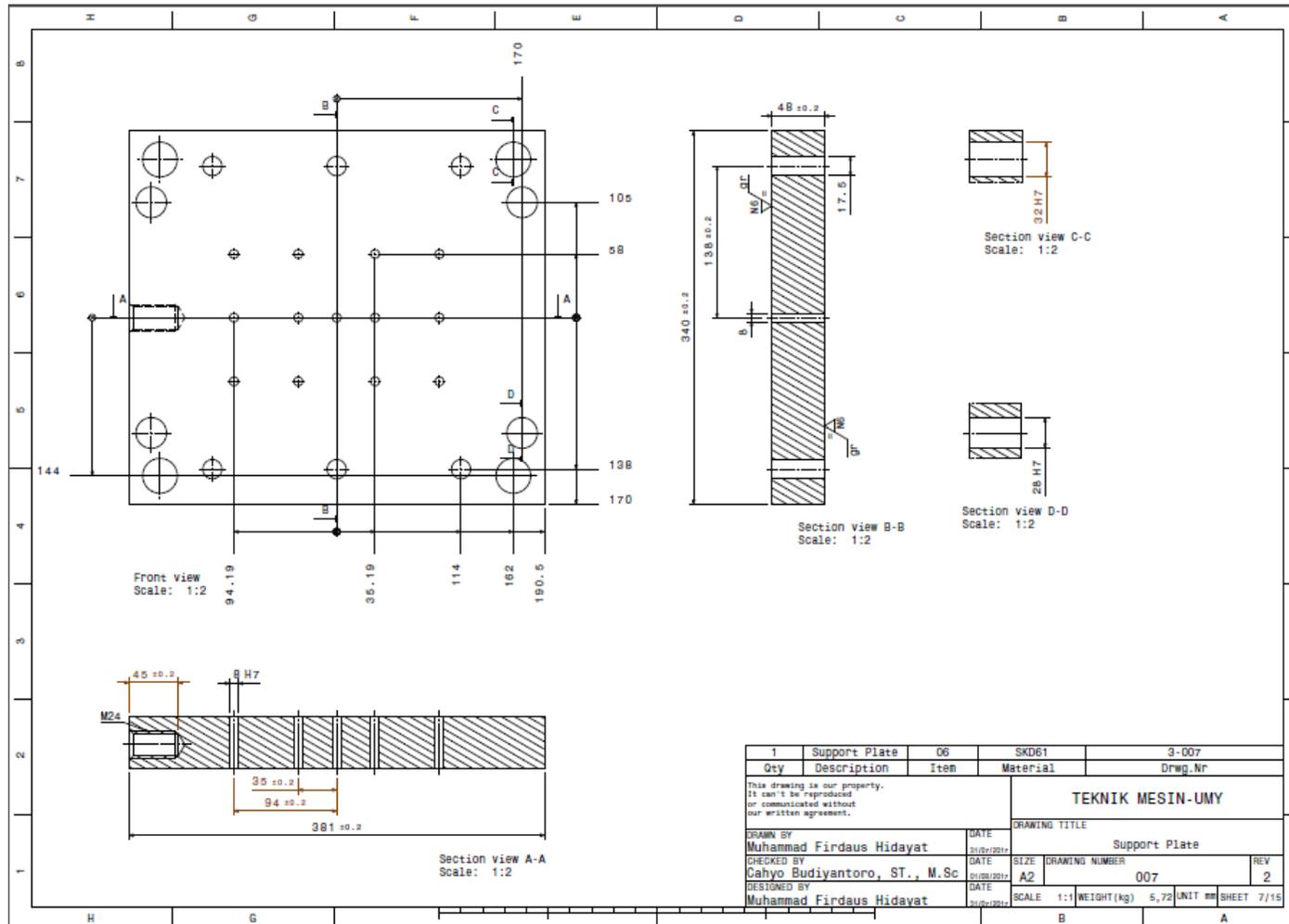


Gambar 4.38. *Support plate*.

Posisi *support plate* berada dibawah *insert core* atau *core plate* dan tebal *support plate* dirancang *standard*, karena fungsi dari *plate* tersebut untuk memperkuat *insert core* agar tidak terjadi deformasi ketika diberi tekanan dari *Injection pressure*. Berikut spesifikasi *support plate*, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Spesifikasi *support plate*.

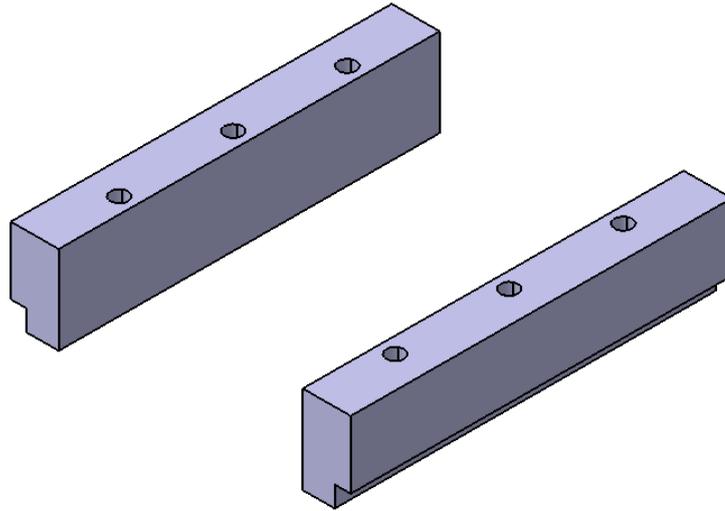
<i>Support plate</i>	
Nama	Unit
Volume	5830588 mm ³
Dimensi	381×340×48 mm
Material	JIS SCM 430



Gambar 4.39. Gambar 2d support plate.

4.6.8. *Spacer Block*

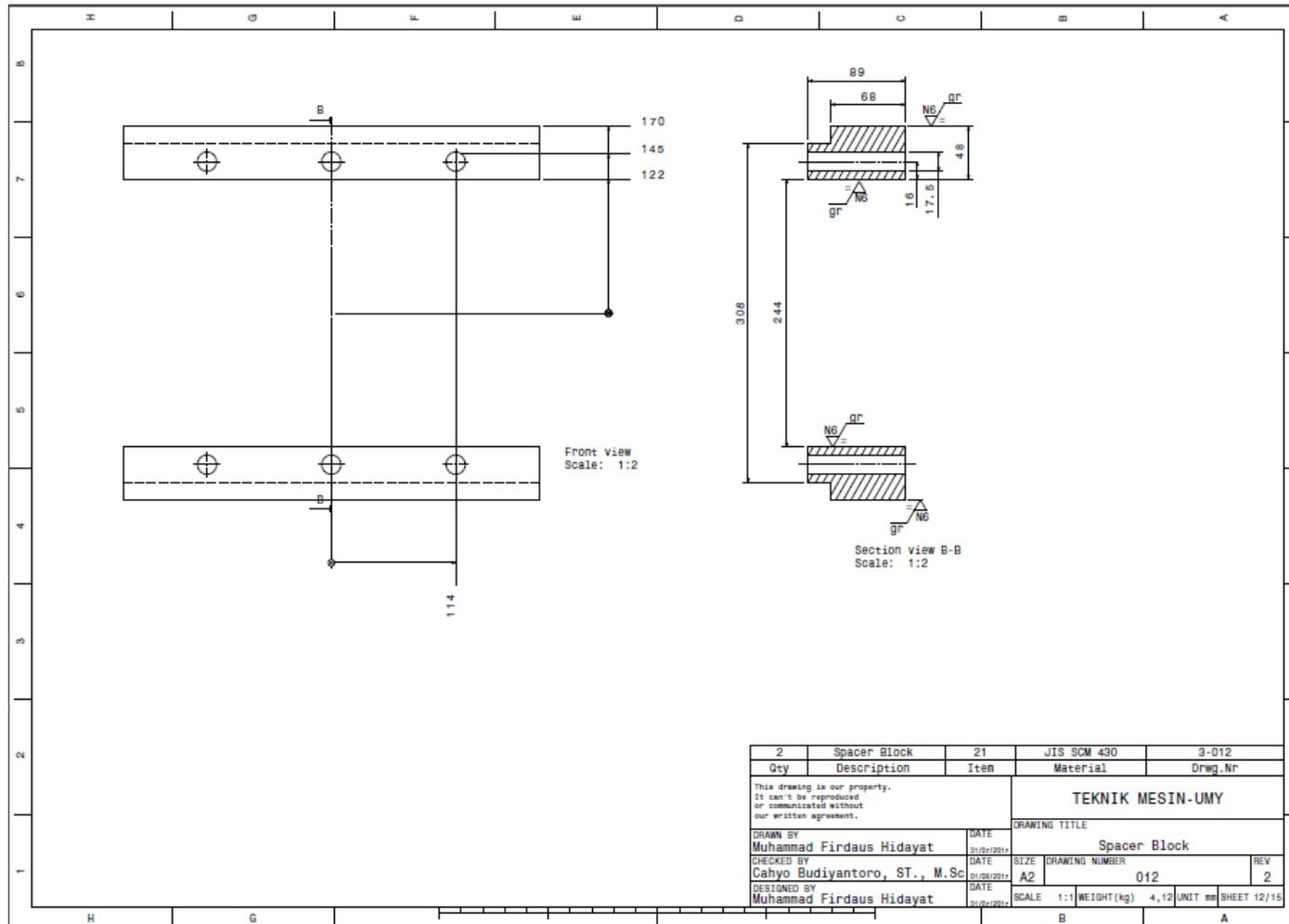
Desain *spacer block* dirancang setelah desain *support plate* selesai. Dimensi *support plate* diasumsikan sama dengan DME 1315A, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.40. Spesifikasi dari *spacer block*, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.9.



Gambar 4.40. *Spacer block*.

Tabel 4.9. Spesifikasi *spacer block*.

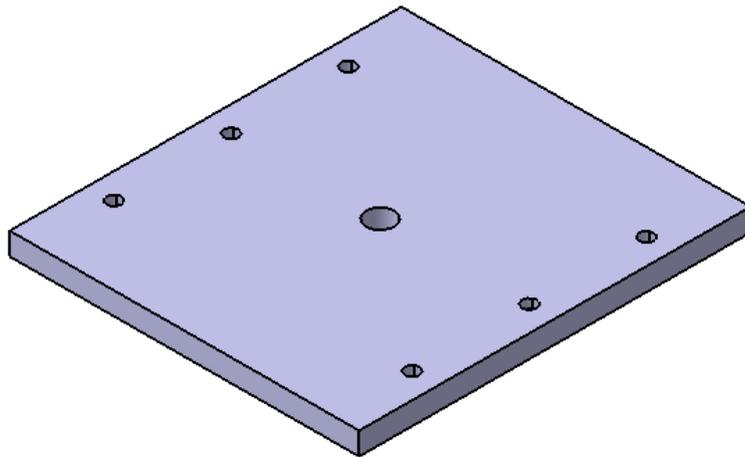
<i>Spacer block</i>	
Nama	Unit
Volume	411811 mm ³
Dimensi	381×340×89 mm
Material	JIS SCM 430



Gambar 4.41. Gambar 2d spacer block.

4.6.9. *Buttom Clamping Plate*

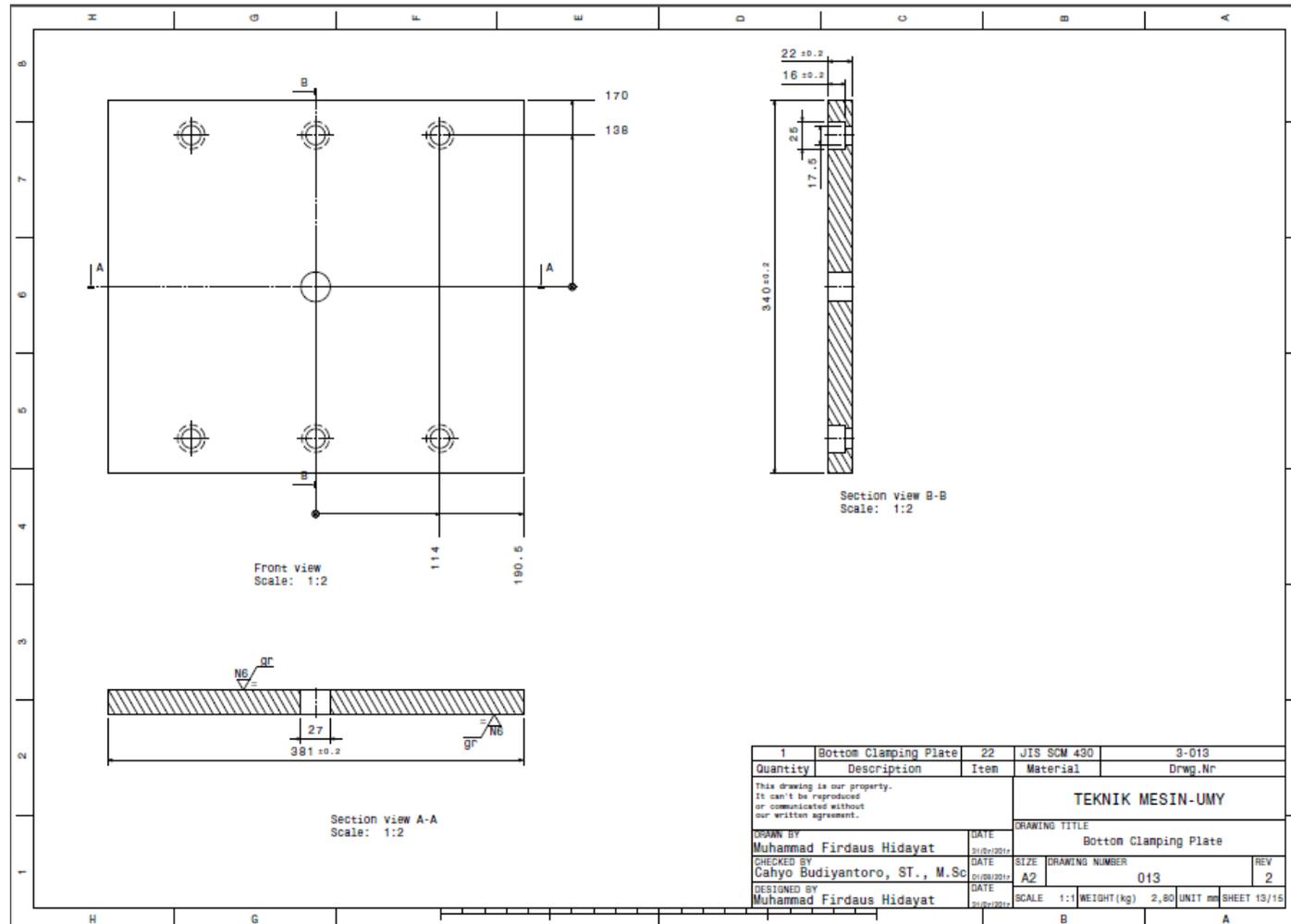
Desain *buttom clamping plate* dirancang setelah desain *spacer block* selesai. Dimensi *buttom clamping plate* diasumsikan sama dengan DME 1315A, seperti pada Gambar 2.42. Spesifikasi dari *buttom clamping plate*, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.10.



Gambar 4.42. *Buttom clamping plate*.

Tabel 4.10. Spesifikasi *buttom clamping plate*.

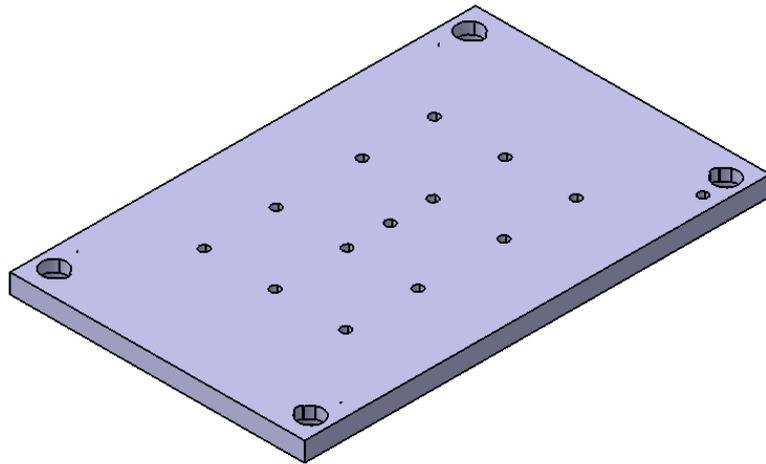
<i>Buttom clamping plate</i>	
Nama	Unit
Volume	2781501 mm ³
Dimensi	381×340×22 mm
Material	JIS SCM 430



Gambar 4.43. Gambar 2d bottom clamping plate.

4.6.10. Ejector Plate

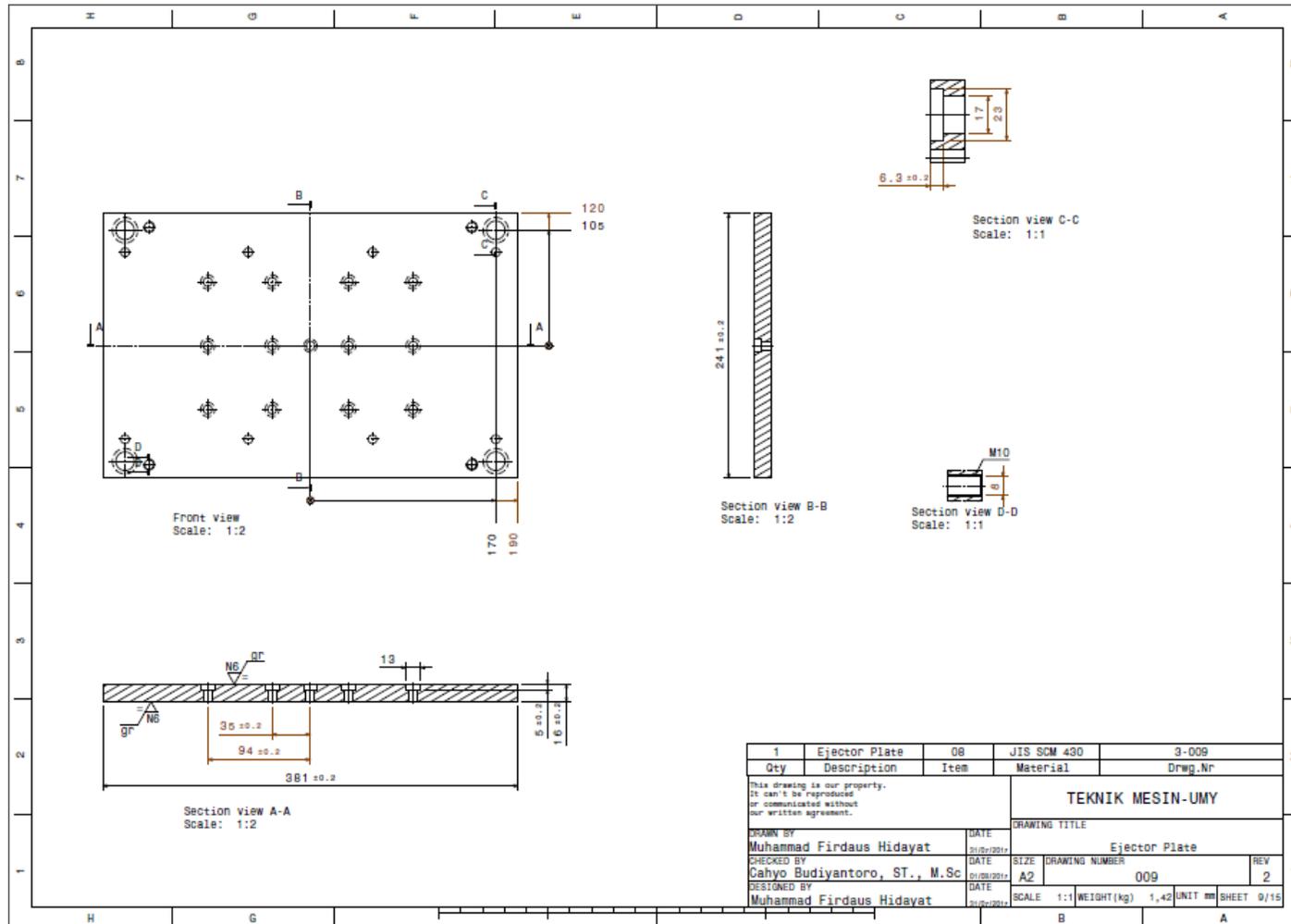
Desain *ejector plate* dirancang setelah desain *bottom clamping plate*. Dimensi *bottom clamping plate* diasumsikan sama dengan DME 1315A, seperti pada Gambar 4.44. Spesifikasi dari *ejector plate*, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.11.



Gambar 4.44. *Ejector plate*.

Tabel 4.11. Spesifikasi *ejector plate*.

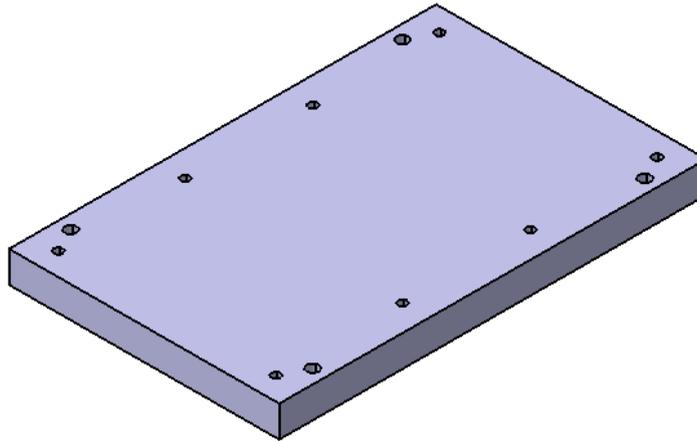
<i>Ejector plate</i>	
Nama	Unit
Volume	1424038 mm ³
Dimensi	381×241×16 mm
Material	S55C



Gambar 4.45. Gambar 2d ejector plate.

4.6.11. Ejector Back Plate

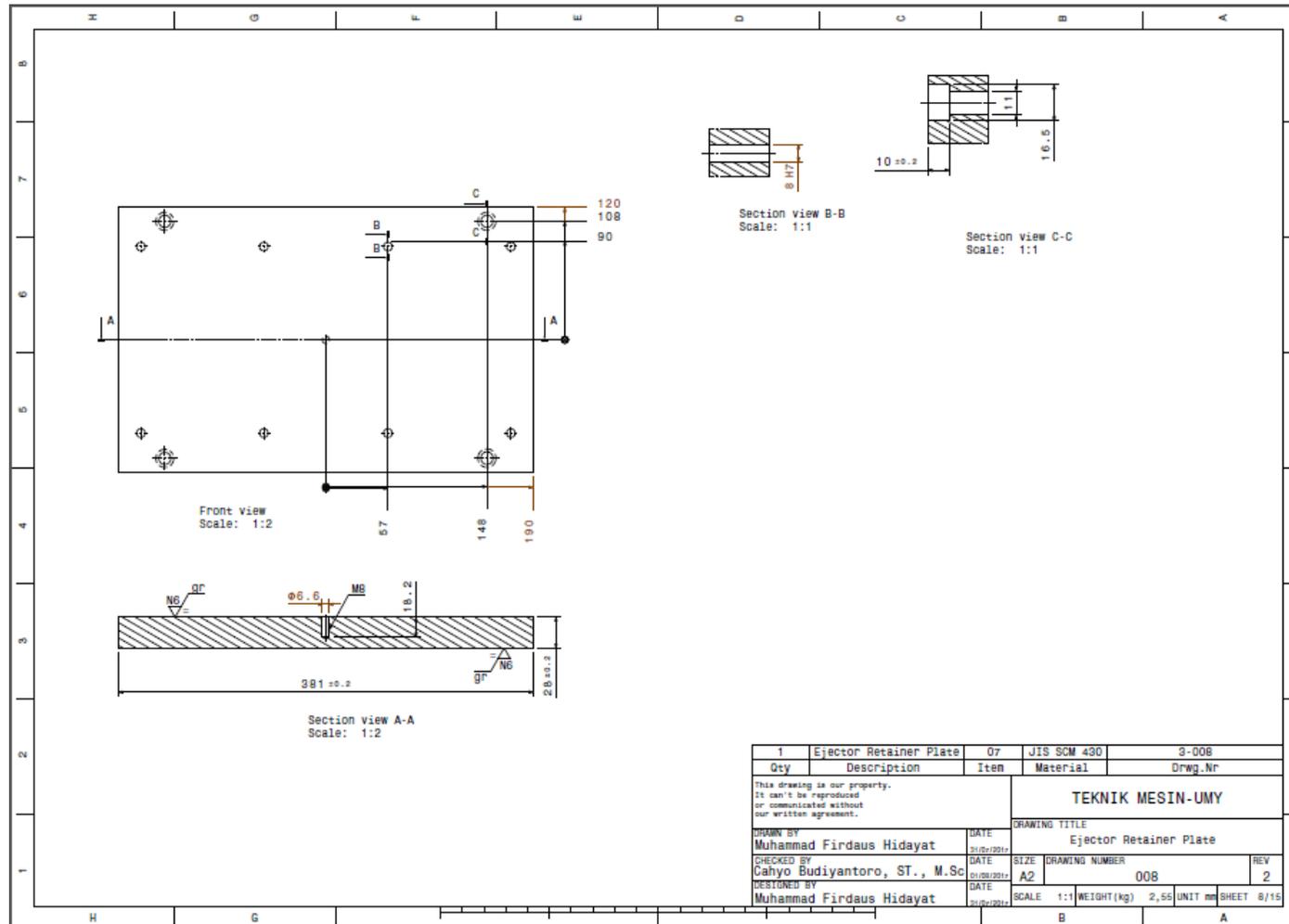
Desain *ejector back plate* dirancang setelah desain *ejector plate*. Dimensi *bottom clamping plate* diasumsikan sama dengan DME 1315A, seperti pada Gambar 4.46. Spesifikasi dari *ejector back plate*, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.12.



Gambar 4.46. *Ejector back plate*.

Tabel 4.12. Spesifikasi *ejector back plate*.

<i>Ejector back plate</i>	
Nama	Unit
Volume	254368 mm ³
Dimensi	381×241×28 mm
Material	S55C



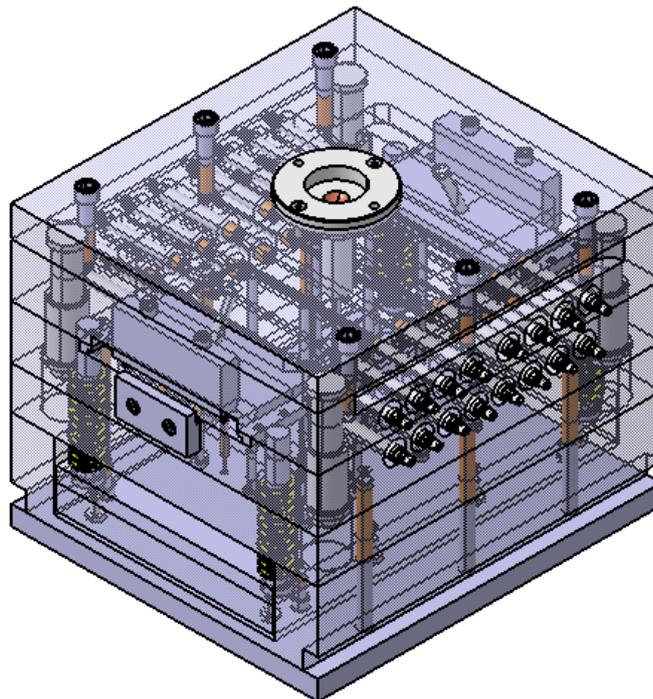
Gambar 4.47. Gambar 2d ejector back plate.

4.6.12. *Standard Component*

Pada perancangan *mold hardcase handphone*, pemilihan *component mold* disesuaikan dengan kebutuhan yang digunakan. Dalam perancangan ini, menggunakan *component DME*, dan MISUMI. Peletakkan dari setiap komponen diasumsikan sesuai dengan *Moldbase 1315A*.

4.6.13. *Assembly Mold*

Pada perancangan *mold hardcase handphone*, setelah merancang *plate* yang dijelaskan diatas proses selanjutnya adalah menyusun (*assembly*) menjadi satu kesatuan dan memasang *component mold*, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.48.



Gambar 4.48. *Assembly mold*.

4.7. *Mold Material*

Pada penentuan material yang akan digunakan oleh *mold*, paramater yang digunakan mangacu pada *mold material* desain *standard* Misumi, DME dan IMDIA (*indonesia mold & dies industry association*), sebagai produsen pembuatan *moldbase* dan *component mold*. Penentuan material penting

dilakukan untuk menghitung kekuatan material di beberapa konstruksi yang menerima perlakuan yang berbeda sesuai sistem kerja tiap konstruksi pada *mold*.

Pada material *insert cavity* dan *insert core*, dipilih material tahan aus, tahan terhadap perubahan bentuk dan untuk proses panas dikarenakan aplikasi yang digunakan sebagai rongga inti dari *mold* untuk membentuk produk. Berdasarkan alasan tersebut dipilih material SKD11, seperti ditunjukkan pada Lampiran 2.4.

Pada Tabel 4.13, menunjukkan *mold material* yang digunakan pada *mold hardcase* handphone.

Tabel 4.13. *Mold material* yang digunakan.

No	Deskripsi	Material
1.	<i> Cavity Plate</i>	JIS SCM 430
2.	<i> Core Plate</i>	JIS SCM 430
3.	<i> Support Plate</i>	JIS SCM 430
4.	<i> Ejector Plate</i>	S55C
5.	<i> Ejector Back Plate</i>	S55C
6.	<i> Spacer Block</i>	JIS SCM 430
7.	<i> Insert Cavity</i>	SKD11
8.	<i> Top Clamping Plate</i>	JIS SCM 430
9.	<i> Return Pin</i>	SUJ2
10.	<i> Bottom Clamping Plate</i>	JIS SCM 430
11.	<i> Locating Ring</i>	S45C
12.	<i> Slide Core</i>	SKD61
13.	<i> Insert Core</i>	SKD11
14.	<i> Angular Pin</i>	SUJ2
15.	<i> Locking Block</i>	SKS3
16.	<i> Slide Rail</i>	SKS3
17.	<i> Stop Pin</i>	SKS3
18.	<i> Sprue Bushing</i>	SUJ2
19.	<i> Core Stop Block</i>	S45C
20.	<i> Spring SWR</i>	S45C
21.	<i> Knock Out</i>	SKD61
22.	<i> Bushing</i>	SUJ2
23.	<i> Leader Pin</i>	SUJ2
24.	<i> Cap Screw</i>	ASTM A307

25.	<i>Connector Plug</i>	-
26.	<i>Plunger Spring</i>	SUS304
27.	<i>Ejector Pin</i>	SUJ2
28.	<i>Sprue Puller</i>	SUJ2
29.	<i>Locking screw</i>	-
30.	<i>Eye Bolt</i>	ASTM A307

4.8. Hasil perhitungan konstruksi *mold*

4.8.1. *Support Plate*

Support plate dirancang untuk menambah kekuatan pada *insert core* agar tidak terjadi deformasi, maka perlu mengetahui nilai minimal tebal *support* yang aman dan dapat digunakan.

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, seperti ditunjukkan pada Lampiran 1.7. Diketahui tegangan mulur yang terjadi pada *support plate* sebesar 1119,41 N/mm². Kemudian hasil yang didapat dibandingkan dengan kekuatan maksimal tegangan mulur pada material JIS SKD61 yang memiliki tegangan tarik 1380 N/mm². Syarat dikatakan aman, apabila $\sigma_{\text{mulur support plate}} < \sigma_{\text{mulur material}}$. Berdasarkan hasil perbandingan antara hasil tegangan mulur *support plate* dengan tegangan mulur material maka desain *support plate* aman digunakan pada *mold hardcase handphone*.

4.8.2. *Pin Ejector*

Perhitungan pada *pin ejector pin* bertujuan untuk menentukan beban kritis yang dapat diterima oleh *ejector plate*, dimana beban *buckling* (beban *ejector pin*) harus dibandingkan dengan gaya yang diperlukan untuk mengeluarkan produk, dengan keliling *cavity* 481,8 mm dan tebal produk 1 mm. Pada kasus ini bahan *ejector plate* adalah SUJ2 dengan diameter *pin ejector* 7 mm dan panjang 154,14 mm, adapun hasil dari penentuan beban kritis yang diterima oleh *pin ejector* dimana $\text{ejecting load} < \text{collapsing load}$ dan gaya *cavity* terhadap permukaan $< \text{collapsing load}$ yaitu 135,18 N < 20550 N dan 9043 N < 20550 N, hasil perhitungan dijelaskan pada Lampiran 1.9. Berdasarkan hasil

perhitungan yang dilakukan maka diperoleh dimensi *pin ejector* yang aman.

4.8.3. Baut *Core Stop Block*

Hasil perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui diameter yang diijinkan pada sebuah baut *core stop block*, adapun jumlah total baut yaitu 4 buah baut dan menggunakan material astm a307 dengan massa jenis $0,0077 \text{ g/mm}^3$, dengan tegangan tarik ijin $156,9 \text{ N/mm}^2$. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan didapat ukuran diameter dalam (di) $0,25 \text{ mm}$, sehingga baut yang digunakan agar aman minimal diameter luar ulir (d0) adalah baut M 1.2, seperti ditunjukkan pada Lampiran 1.12. Hasil tersebut adalah diameter minimal yang di ijin, kemudian untuk lebih amannya dipilih diameter pada perancangan ini menggunakan baut M 8.

4.8.4. Baut Pengikat

Baut pengikat harus mampu menahan beban akibat gaya berat cetakan agar tidak bergeser. Besarnya diameter baut menentukan kekuatan baut. Bahan baut pengikat yang digunakan yaitu astm a307 dengan massa jenis $0,0077 \text{ g/mm}^3$, dengan tegangan tarik ijin $156,9 \text{ N/mm}^2$. Dalam perancangan ini, perhitungan baut pengikat terdiri dari, perhitungan baut pengikat 1 yang mengikat *top clamping plate* dan *cavity plate*, kemudian selanjutnya perhitungan baut pengikat 2 yang mengikat *core plate*, *support plate*, *spacer plate*, dan *bottom clamping plate* (seperti ditunjukkan pada Lampiran 1.10).

Berdasarkan hasil perhitungan baut 1, didapat ukuran diameter (di) $3,38 \text{ mm}$, sehingga baut yang digunakan agar aman minimal diameter luar ulir (d0) adalah baut M 4.5. Kemudian perhitungan baut 2, didapat ukuran diameter dalam (di) $3,38 \text{ mm}$, sehingga diameter luar ulir (d0) adalah 4.5 mm . Hasil tersebut adalah diameter minimal yang di ijin, kemudian untuk lebih amannya dipilih diameter pada perancangan ini menggunakan baut M 12 untuk baut pengikat 1 (*top clamping plate* &

cavity plate) dan M 16 untuk baut pengikat 2 (*core plate, support plate, spacer plate, dan bottom clamping plate*).

4.8.5. Locking Block

Konstruksi *locking block*, perlu dirancang agar kuat menahan *slide core* dari tekanan injeksi pada permukaan *cavity*. Berdasarkan fungsi dari *locking block*, material yang digunakan SKS3 dengan σ_t bahan material sks3 880 N/mm² dan modulus elastisitasnya 193 Gpa. Hasil perhitungan dari *locking block* diperoleh $\sigma_{max} = 261,78$ N/mm² dengan sudut kemiringan 27⁰, seperti dijelaskan pada Lampiran 1.8. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan material dari SKS3 untuk aplikasi *locking block* ini dinyatakan aman digunakan dikarenakan $\sigma_{max} < \sigma_t$ material sks3.

4.8.6. Jarak Pembuangan Dan Panjang *Angular Pin*

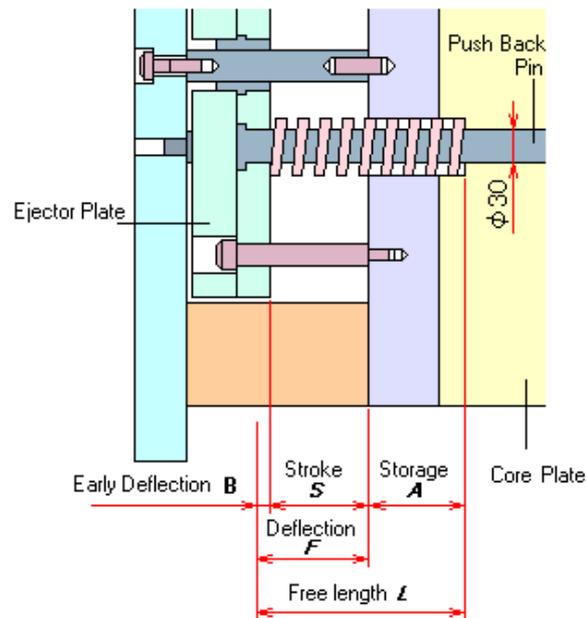
Perhitungan jarak pembuangan tersebut untuk mengetahui jarak bebas *slide core* pada produk hingga menyentuh permukaan *core stop block*. Kemudian perhitungan panjang *angular pin*, bertujuan untuk mengetahui panjang *angular pin* yang dapat mengembalikan posisi *slide core* sampai menyentuh insert core, sehingga dapat membentuk bagian *undercut*. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, didapat jarak bebas (S_1) 23 mm, kemudian sudut kemiringan *slide core* dengan *locking block* didapat 27⁰ dan panjang *angular pin* 52 mm, perhitungan dapat ditunjukkan pada Lampiran 1.13.

4.8.7. Coil Spring

Perhitungan *coil spring* yang dilakukan pada perancangan *mold hardcase handphone* terdiri dari 2, yaitu :

1. Perhitungan *push back spring* berfungsi untuk mengetahui gaya minimal yang dapat mengembalikan *ejector plate* dan *ejector pin* pada posisi semula. Gaya minimal yang dibutuhkan pegas sama dengan gaya yang diakibatkan adanya tekanan akibat berat *ejector plate*, hasil yang diperoleh gaya per-satu pegas yaitu sebesar 32,31 N, seperti ditunjukkan pada Lampiran 1.9.

2. Perhitungan dengan melakukan perbandingan tiga jenis *spring* yang berbeda, dengan tujuan untuk menemukan *spring* yang ideal digunakan pada *mold hardcase handphone*. *Spring* yang dibandingkan, yaitu SWR 26-100, SWR 26-110, SWS 26-100, SWS 26-110, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.14.



Gambar 4.49. *Coil spring* (<http://www.apiwat.ie.engr.tu.ac.th>)

Tabel 4.14. Hasil perbandingan *coil spring*.

Deskripsi	SWR	SWR	SWS	SWS
	26-100	26-110	26-100	26-110
<i>Deflection Volume</i> (F) (mm)	50	55	40	44
Kedalaman Penerimaan <i>Spring</i> (A) (mm)	52	57	62	68
<i>Initial Deflection</i> (B) (mm)	8	13	-2	2
<i>Final Deflection</i> (B+S) (mm)	48	53	38	42

Berdasarkan hasil per *spring* yang didapat, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.14 (perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 1.14), kemudian menentukan beban awal dan beban akhir pada *spring*, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15. Hasil perhitungan *spring*.

Deskripsi	SWR	SWR	SWS	SWS
	26-100	26-110	26-100	26-110
<i>Spring Constant</i> (kgf/mm)	0,80	0,73	1,45	1,32
Beban awal (kgf)	6,4	9,49	-2,9	2,64
Beban akhir (kgf)	38,4	38,7	55,1	55,44

Berdasarkan hasil perhitungan, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.15 (perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 1.14), maka dilakukan pemilihan *spring* yang paling sesuai. Parameter yang digunakan dalam pemilihan *spring* adalah beban awal dan beban akhir tidak terlalu keras, selain itu mengusahakan supaya *spring* tidak longgar. Berikut ini dijelaskan pemilihan *spring*.

- a. SWR 26-100, beban awal dan akhir tidak terlalu keras.
- b. SWR 26-110, beban awal dan akhir terlalu keras.
- c. SWS 26-100, tidak ada beban awal dan *spring* longgar (oblag).
- d. SWS 26-110, beban akhir terlalu keras

Berdasarkan perbandingan yang dilakukan, maka direkomendasikan untuk return pin dengan diameter 15,875 mm dan *stroke* 40 mm, menggunakan SWR 26-100.

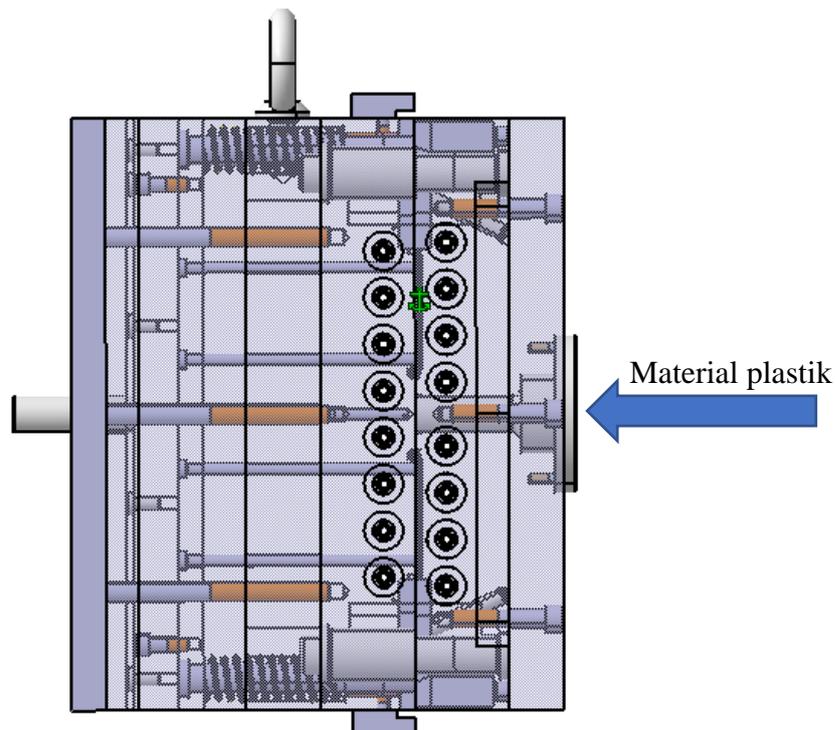
4.8.8. Baut *Eye Bolt*

Perhitungan *eye bolt* bertujuan untuk mengetahui diameter minimal yang dapat digunakan dengan aman sebagai bagian dari fungsi penggunaan *eye bolt* yaitu untuk mengangkat *modal*. Bahan material yang digunakan pada *eye bolt*, yaitu ASTM A307 dengan nilai massa 0,0077 g/mm³ dan $\sigma_{t \text{ Ijin astm a307}}$ 156,9 N/mm². Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, seperti ditunjukkan pada Lampiran 1.11, didapat hasil diameter minimal yang dapat digunakan dengan aman adalah M 7.

4.9. Proses Kerja *Mold Hardcase*

4.9.1. *Mold Close*

Mold close merupakan proses kerja *slider mold*, dimana kondisi tersebut ketika sedang terjadi proses injeksi, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.51. Bagian *mold* yang menempel pada *moveable plate* akan bergerak menahan tekanan injeksi yang terjadi selama proses injeksi, sedangkan bagian *mold* yang menempel pada *stationary plate* kekuatan menahan tekanan injeksi dengan bantuan *clamp*.

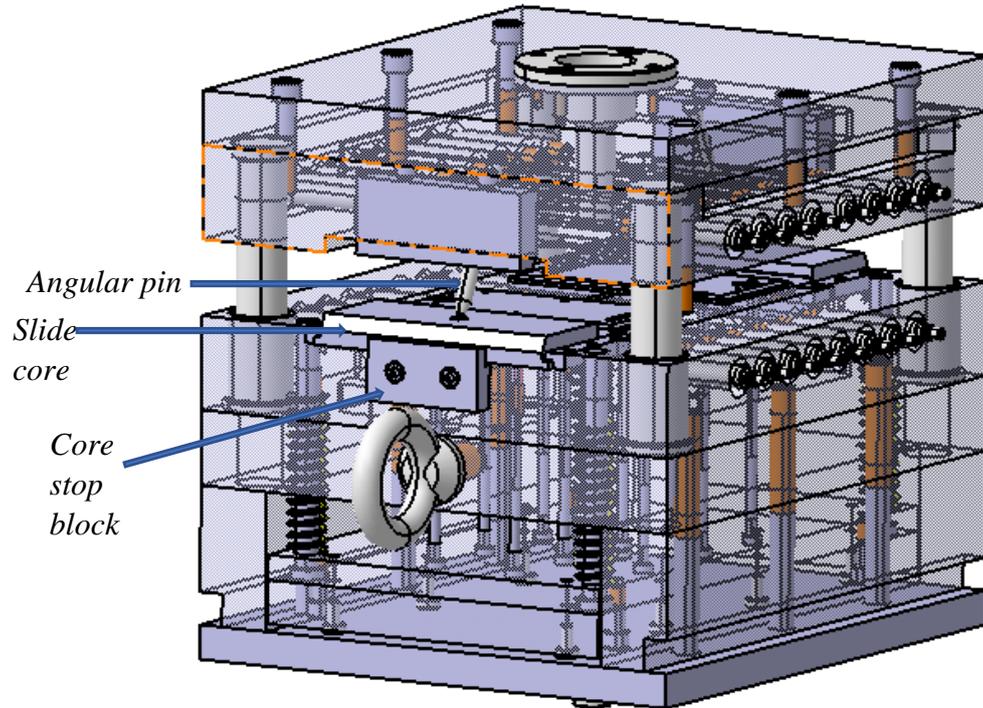


Gambar 4.50. *mold close*.

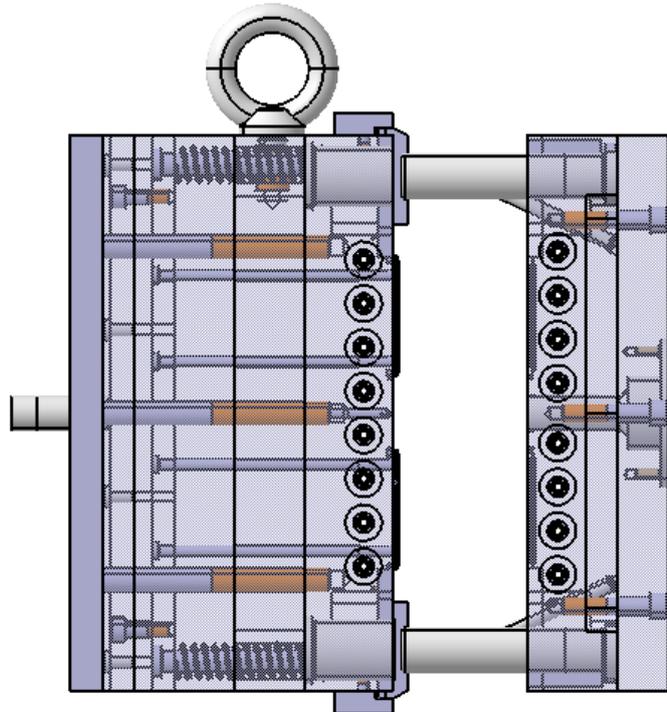
4.9.2. *Mold Open*

Proses kerja *mold* kedua adalah *mold open*, dimana kondisi *mold open* terjadi setelah proses injeksi selesai, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.52. Pada proses *mold open*, bagian *mold* yang menempel pada *stationary plate* (bagian dinding mesin) tidak bergerak, sedangkan bagian *mold* yang menempel pada *moveable plate* bergerak mundur. Dalam proses pembukaan *mold*, bagian *slide core* membuka dengan bergerak kesamping dengan bantuan *angular pin* sebagai pemandu.

Gerakan *slide core* tersebut, akan ditahan oleh *core stop block* ketika proses *mold open*, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.51.



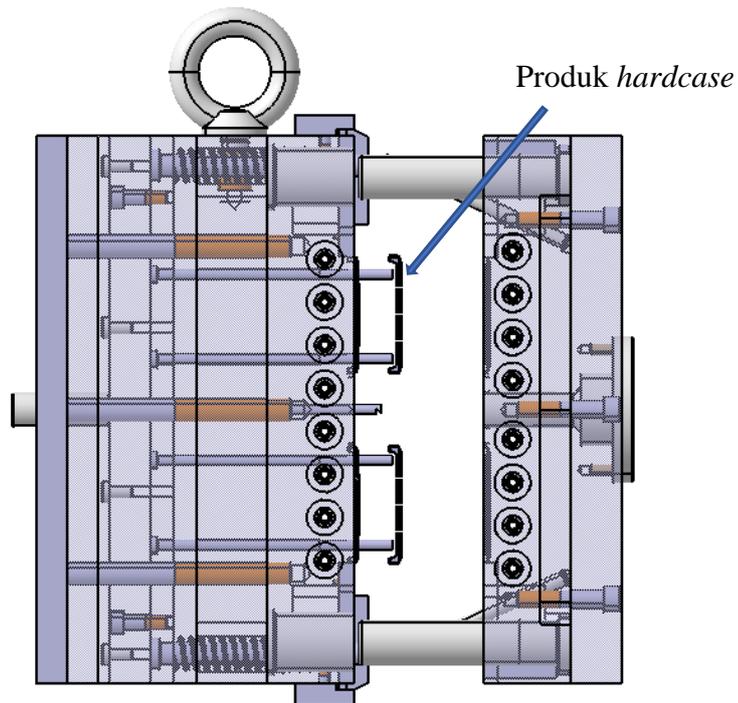
Gambar 4.51. Gerakan *slide core* menyentuh *core stop block* dan menjauhi *angular pin*.



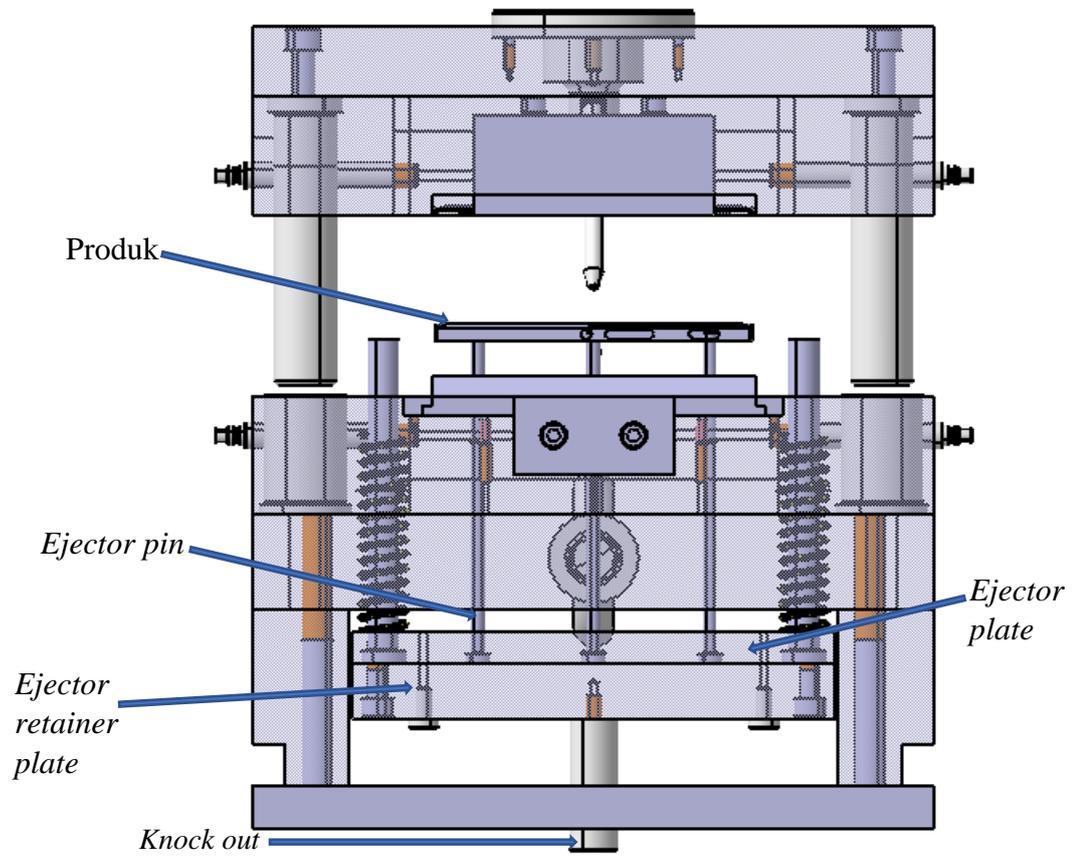
Gambar 4.52. *Mold open* (penuh).

4.9.3. Ejection Process

Proses terakhir dari kerja *mold* adalah *ejection* , dimana *ejection* terdiri dari 12 *pin ejector* yang berfungsi untuk mendorong produk keluar cetakan, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.53. Mekanisme gerakan *ejector pin* tersebut, berasal dari *knock out* yang tersambung oleh mesin injeksi kemudian *knock out* tersebut menyentuh/menggerakkan *ejector retainer plate* dan *ejector plate* , sehingga terjadi gerakan pada *ejector pin* , seperti ditunjukkan pada Gambar 4.54



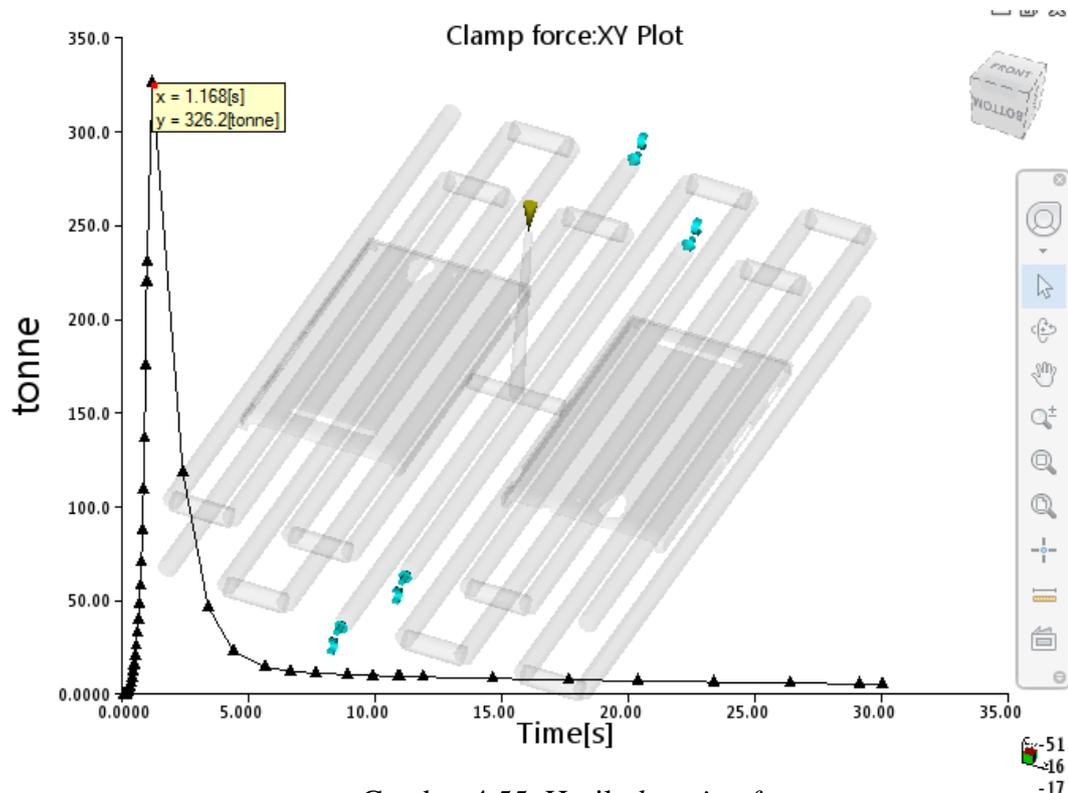
Gambar 4.53. Proses *ejection* I.



Gambar 4.54. Proses *ejection* II.

4.10. Pemilihan Mesin *Injection*

Pada penentuan kapasitas mesin yang digunakan untuk menjalankan/memproduksi produk, dibutuhkan gaya cekam yang kuat agar dapat menahan tekanan yang terjadi di dalam rongga cetakan yang biasa disebut *clamping force*. Nilai dari *clamping force* sendiri pada kasus ini, diambil dengan menggunakan software simulasi moldflow insight seperti ditunjukkan pada Gambar 4.55.



Gambar 4.55. Hasil *clamping force*.

Berdasarkan hasil *clamping force* dari software simulasi moldflow insight didapatkan 326,2 ton, sehingga pemilihan mesin untuk proses injeksi pada kasus ini dibutuhkan mesin berkapasitas 326,2 ton atau lebih dari hasil simulasi *clamping force*.

Proses pemilihan mesin *Injection* pada *mold hardcase handphone*, menggunakan parameter, sebagai berikut:

4.10.1. Jumlah *Cavity*

Pada tahap pemilihan mesin, jumlah *cavity* menentukan kapasitas mesin yang sesuai dengan hasil simulasi *clamping force*, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.57 dengan hasil 326,2 ton.

4.10.2. *Mold Platen Dimension*

Ukuran tempat *mold* pada mesin injeksi, perlu dipertimbangkan agar *mold* dapat dipasang pada mesin injeksi. Pada *mold hardcase handphone*, memiliki dimensi 381×340×314 mm.

Berdasarkan parameter yang dilakukan dan melihat hasil *clamping force* yang dihasilkan dari simulasi *moldflow insight 2016*, maka perancangan *mold hardcase handphone* menggunakan mesin BESTON 4500.

Mesin BESTON 1400 S, memiliki kekuatan *clamping force* 450 ton. Dengan kekuatan *clamping* yang dimiliki, maka mesin dapat digunakan dengan *mold hardcase handphone*. Kemudian dimensi tempat *mold* pada mesin memiliki ukuran 760×760 mm dengan *opening stroke* 735 mm. Berikut spesifikasi mesin BESTON 4500, ditunjukkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Spesifikasi mesin BESTON 4500 (U.K. BESTON INTERNATIONAL GROUP LTD).

BTW Series		BTW 4500			
International Size Description		3470/4500			
Plastic Injection Molding Machine Specification		A	B	C	
INJECTION UNIT	Screw Diameter	mm	70	80	90
	Screw Ratio	L/D	20	20	20
	Shot Volume	cm ³	1539	2011	2545
	Shot Weight(PS)	g	1401	1830	2316
		oz	49.4	64.5	81.7
	Injection Pressure	Bar	2259	1729	1367
	Injection Stroke	mm	400	400	400
	Injection Speed	mm/s	108		
	Injection Rate	cm ³ /s	416	544	688
	Plasticizing Rate(PS)	g/s	61	93	124
Max. Screw Speed	rpm	160			
POWER UNIT	Pump Motor	KW	55		
	Heating Capacity	KW	27.7	35.2	42.7
	Number of Temp Zones	Unit	N+4		
CLAMPING UNIT	Clamping Force	KN	4500		
	Opening Stroke	mm	735		
	Space Between Tie Bars	mm	760X760		
	Max. Mould Height	mm	760		
	Min. Mould Height	mm	360		
	Ejector Stroke	mm	240		
	Ejector Force	KN	111		
	Number of Ejectors	Piece	13		
GENERAL	Oil Tank Capacity	L	800		
	Machine Dimensions (L×W×H)	m	8.3X2.2X2.1		
	Machine Weight	Kg	20000		
	Hopper Capacity	Kg	50		
	Cooling Water Flow	L/min	193		