

BAB IV

HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembahasan Hasil Identifikasi Produk

Syarat dari perancangan *mold* adalah mengetahui terlebih dahulu data produk yang diperlukan untuk menentukan rancangan cetakan. Tabel 4.1 menunjukkan data produk dan pada tabel 4.2 ditunjukkan daftar tuntutan perancangan.

Tabel. 4.1. Data Produk

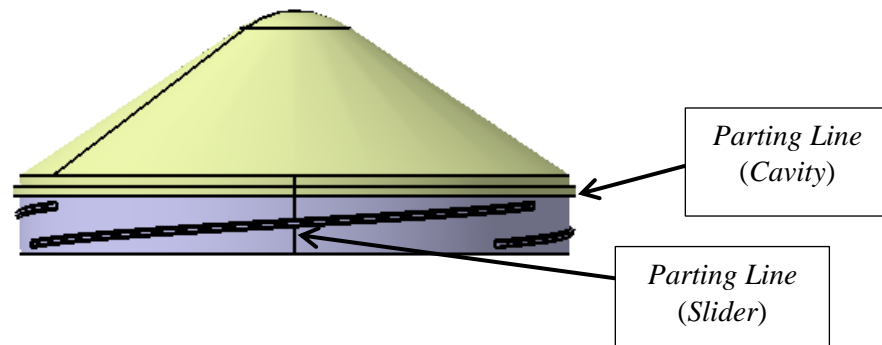
Data Produk	
Nama	<i>Preform Stick T15</i>
Warna	Putih (Transparan)
<i>Material</i>	<i>polyethylene terephthalate</i>
Shrinkage	1.3 – 1.5 %
<i>Dimensi produk</i>	140 mm x 63,5 mm
Tebal produk	2 mm
Berat Produk	6 gram

Tabel. 4.2. Daftar Tuntutan Perancangan

Daftar Tuntutan	
Jenis cetakan	<i>Two Plate Mold (With slider)</i>
Jenis <i>gate</i>	<i>Valve gate</i>
Jumlah <i>cavity</i>	<i>2 cavity</i>
Standar <i>moldbase</i>	Futaba D.E Series 4060
Standar komponen	Futaba dan Misumi

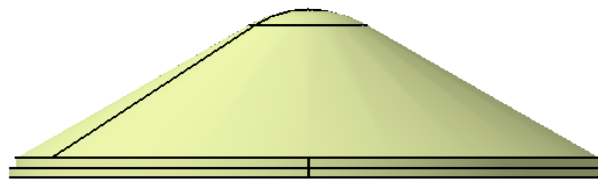
4.1.1. Parting Line

Penentuan *parting line* juga memperhatikan estetika atau keindahan produk.



Gambar 4.1. *Parting line*

Kasus *preform* di atas *parting line* ini dibagi menjadi dua bagian yakni pada *cavity* dan *slider*, karena untuk *core* sendiri di buat *insert* maka yang bisa ditentukan pada *parting line* di atas hanya *cavity* dan *slider*. Gambar 4.2 dan 4.3 merupakan bagian-bagian dari *parting line*.



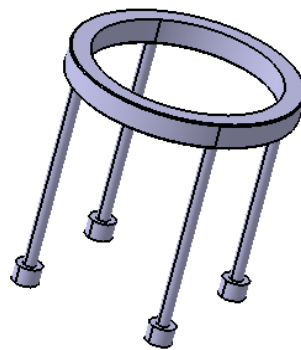
Gambar 4.2. *Parting line* pada *cavity*



Gambar 4.3. *Parting line* pada *slider*

4.1.2. Ejection System

Tanda *ejector* biasanya terlihat pada produk-produk tertentu atau biasanya tanda *ejector* berbentuk lingkaran, tetapi dari sampel produk *preform* tanda *ejector* tidak terlihat jelas.



Gambar 4.4. *Stripper plate*

Gambar 4.4 di atas merupakan *type ejector* untuk mengeluarkan sebuah produk di dalam cetakan, *ejector* akan bekerja mendorong produk dari sisi diameter produk. Maka *type ejector stripper plate* inilah yang sesuai untuk produk semacam *preform*.

4.1.3. Lokasi Gate

Gambar 4.5 merupakan letak lokasi *gate* pada produk *preform*.

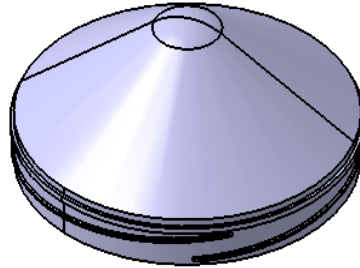


Gambar 4.5. Lokasi *gate*

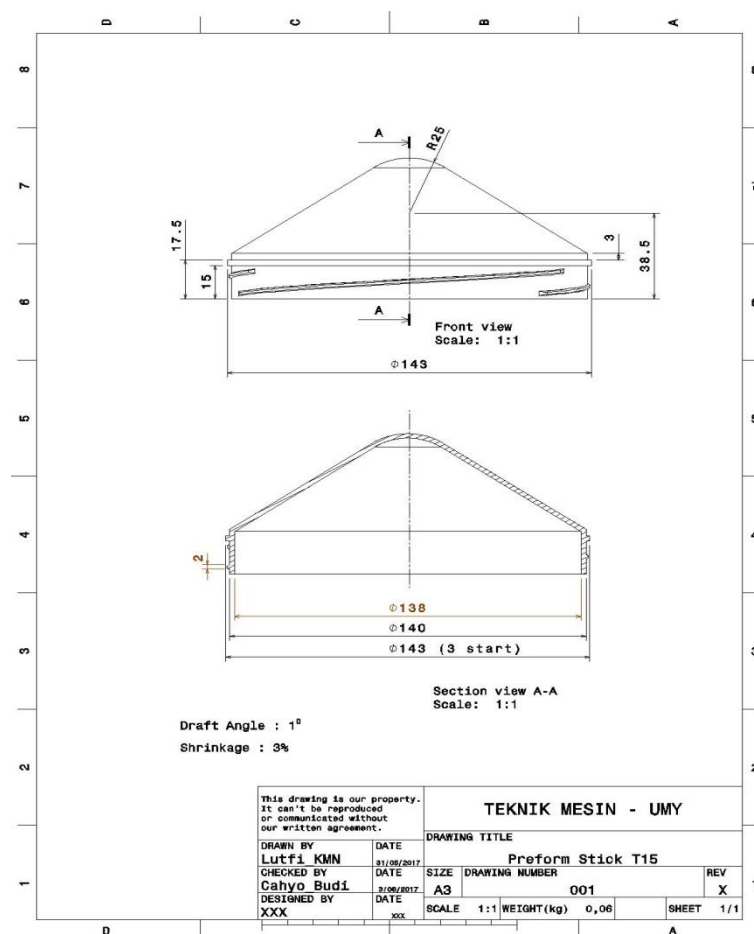
Lokasi *gate* pada *preform* di atas merupakan *type sprue gate*. Pada perancangan *preform* kali ini *type gate* yang digunakan adalah *valve gate*, *type gate* yang secara otomatis *runner* akan terpisah dengan produk.

4.2. Gambar Produk

Model 3D dan model 2D produk *preform Stick T15* yang sudah terjadi perubahan dimensinya di desain menggunakan *software* Catia V5R15, ditunjukkan pada gambar 4.6 dan *sketch* gambar 4.7.



Gambar 4.6. Model 3D produk *preform stick T15*.



Gambar 4.7. Model 2D produk *preform stick T15*.

4.3. Hasil Perhitungan Pada *Cooling*

Sistem pendingin bertujuan untuk menurunkan temperatur produk yang berada dalam rongga cetak setelah injeksi. Adapun hasil perhitungan yang sudah direkomendasikan dari produsen dupont ditunjukkan pada tabel 4.3. (Lampiran A.1)

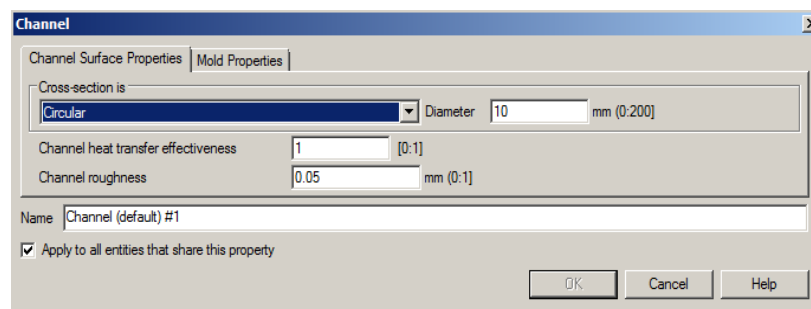
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan dasar *cooling*

Rekomendasi <i>Channel</i>	
Diameter <i>channel</i>	10 mm
Jarak dengan produk	7 mm
Jarak antara <i>channel</i>	30 mm

Perhitungan dasar *cooling* di atas yang akan diinput kedalam moldflow insight.

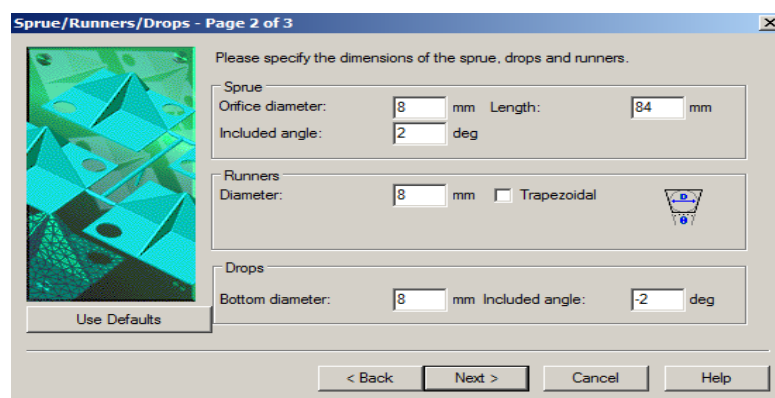
4.4. Input Data Hasil Perhitungan kedalam Moldflow Insight

Setelah dilakukan perhitungan kemudian di dapatkan hasil dari diameter *channel (cooling)*, adapun data hasil perhitungan di input kedalam moldflow.

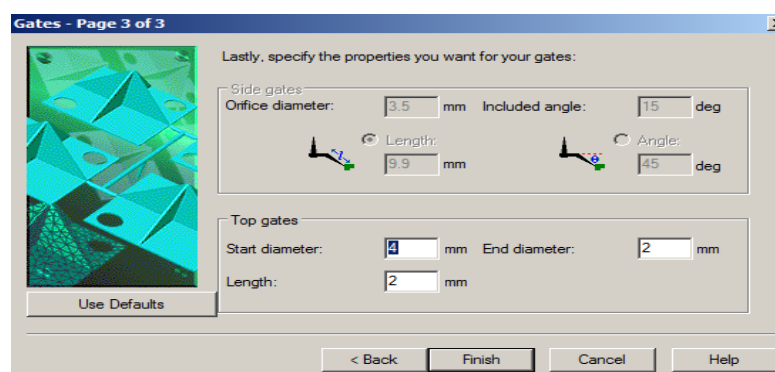


Gambar 4.8. Input diameter *channel (cooling)*

Penginputan data yang ditunjukkan pada gambar 4.8, akan dilakukan analisa, untuk mengetahui sistem pendingin yang bekerja pada produk. Sedangkan pada waktu injeksi material, produk *preform* ini menggunakan sistem dari *hot runner* ketika produk keluar dari sebuah cetakan, *runner* otomatis akan putus. Berikut data yang di masukkan ke dalam moldflow.



Gambar 4.9. Input data *hot runner system*



Gambar 4.10. Input diameter *gate hot runner*

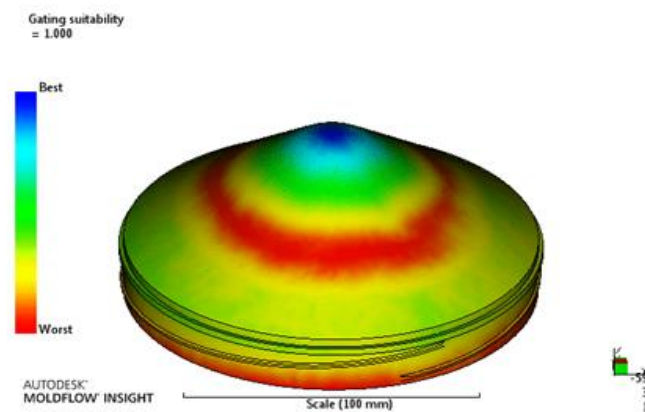
Data yang ditunjukkan pada gambar 4.9 dan 4.10 di atas, akan diperoleh hasil analisa pada *cooling system* dan lama waktu injeksi material plastik kedalam rongga cetak dengan menggunakan *hot runner system*.

4.5. Hasil Analisa Produk *Preform Stick T15* dengan *Moldflow Insight*

Setelah memasukan data hasil perhitungan kemudian analisa dijalankan dan didapatkan hasil analisa *gate* dan *cooling* yang dilakukan menggunakan moldflow insight untuk mendapatkan hasil optimum yang dapat ditunjukkan pada proses analisa selanjutnya.

4.5.1. Hasil Analisa *Gate*

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

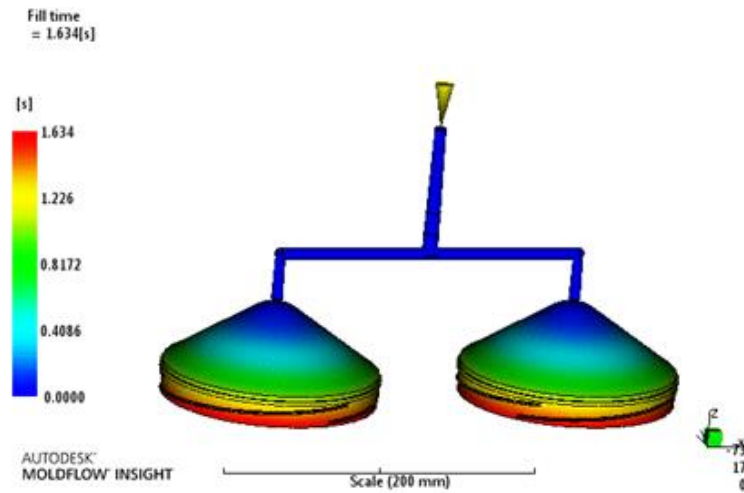


Gambar 4.11. *Gate locaion*

Gambar 4.11, merupakan letak lokasi *gate* yang di sarankan dari analisa yang ditunjukkan pada warna biru sangat baik digunakan untuk menempatkan *gate* karena menghasilkan aliran yang *radial* terlihat letaknya yang simetris sehingga distribusi material bagus, sedangkan yang berwarna hijau adalah pilihan alternatif ketiga setelah warna biru muda, kemudian untuk warna kuning dan merah sangat tidak direkomendasikan karena di daerah tersebut menimbulkan aliran *linier* di lihat dari ratanya permukaan produk sehingga meningkatkan tegangan dan cacat *warpage*.

4.5.2. Hasil Analisa *Fill Time Hot Runner*

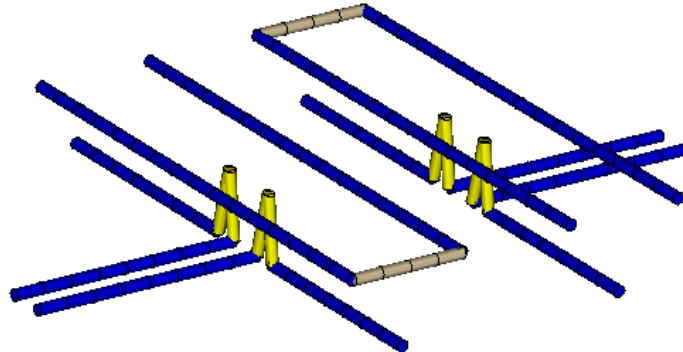
Hasil analisa *hot runner* dengan bentuk *circular* yang ditunjukkan pada gambar 4.12, menunjukkan waktu atau nilai maksimum yang dibutuhkan untuk memenuhi produk *preform stick* T15 adalah 1,634 s. Dari analisa ini waktu pengisian bisa di atur sampai 2 s, waktu injeksi tidak dapat dikurangi ketika proses produksi berlangsung, karena akan menyebabkan *degradasi material*.



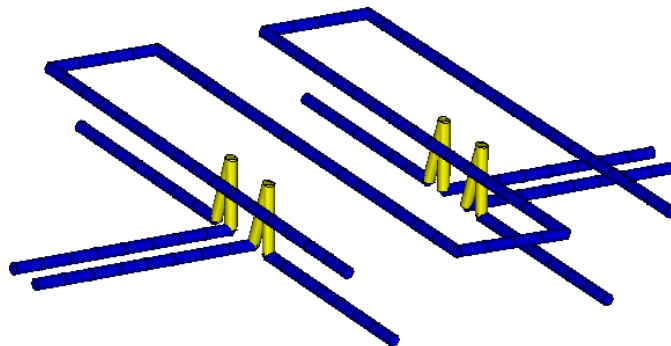
Gambar 4.12. *Fill Time*

4.5.3. Hasil Analisa *Cooling System*

Analisa ini dibuat 2 jenis *cooling* dan bentuk *layout* yang berbeda untuk membandingkan proses pendinginan pada produk yang baik. Berikut ini beberapa hasil analisa *cooling system*. Gambar 4.13 dan 4.14 menunjukkan dua jenis *layout cooling*.



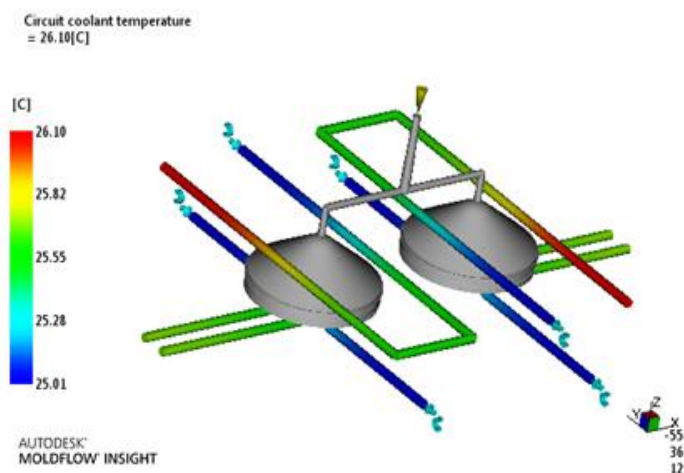
Gambar 4.13. *Cooling seri dan baffle type 1*



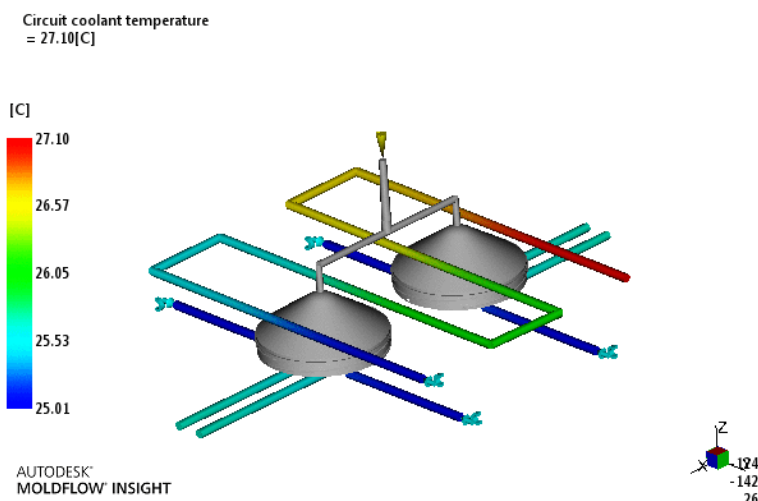
Gambar 4.14. *Cooling seri dan baffle type 2*

1. *Circuit Coolant Temperature*

Hasil analisis ini menunjukkan suhu pendingin di sirkuit yang ditunjukkan pada gambar 4.15 dan 4.16, perbedaan suhu antara saluran masuk dan keluar idealnya harus kurang dari 2°C . Jika selisihnya lebih dari 2°C maka akan menyebabkan medan suhu dan deformasi yang tidak rata. Masalah ini dapat diatasi dengan membagi beberapa rangkaian pendinginan yang lebih pendek atau parameter proses yang berubah, yaitu dengan meningkatkan tekanan pendingin.



Gambar 4.15. *Circuit Coolant Temperature type 1*



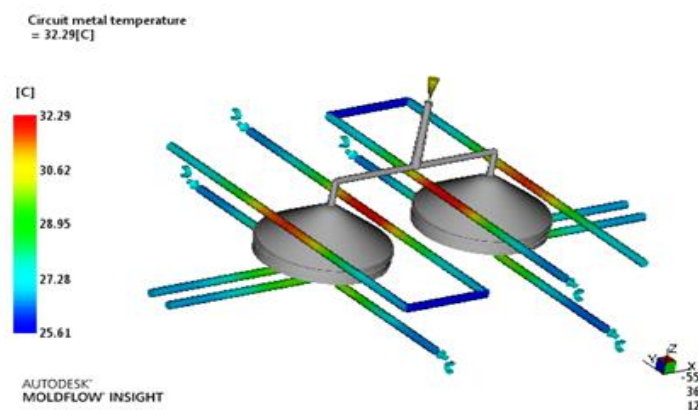
Gambar 4.16. *Circuit Coolant Temperature type 2*

Analisa diatas *cooling seri dan baffle type 1* menunjukkan hasil temperatur *circuit coolant* yaitu $1,11^{\circ}\text{C}$, sedangkan analisa pada *cooling seri dan baffle type 2* hasil temperatur *circuit coolant* $2,11^{\circ}\text{C}$. *circuit coolant temperature* yang baik

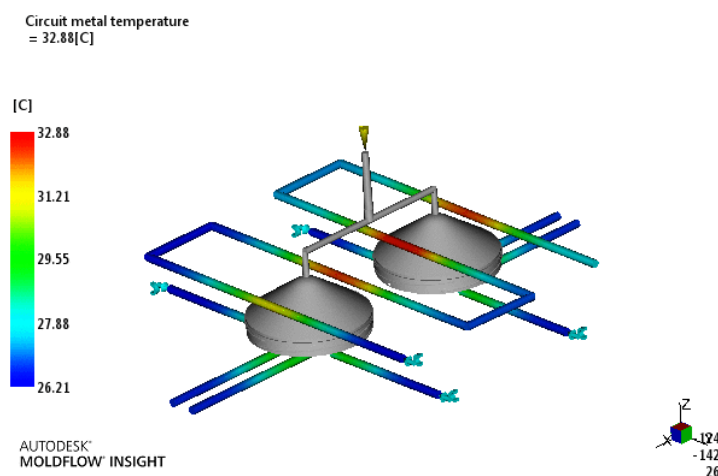
digunakan adalah temperatur antara saluran masuk dan keluar harus kurang dari 2°C .

2. *Circuit metal temperature*

Analisa *Circuit metal temperature* menjelaskan temperatur tertinggi di dalam *cooling* ketika melakukan proses pendinginan. Pada gambar 4.17 *cooling seri dan baffle type 1* didapatkan temperatur tertinggi ditunjukkan pada *channel* berwarna merah yaitu $32,29^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada gambar 4.18, *cooling seri dan baffle type 2* temperatur *channel*nya lebih tinggi yaitu $32,88^{\circ}\text{C}$. Temperatur yang baik digunakan dalam analisa *circuit metal temperature* adalah yang memiliki temperatur rendah untuk menjaga fluida pendingin tidak cepat mengalami kenaikan suhu.



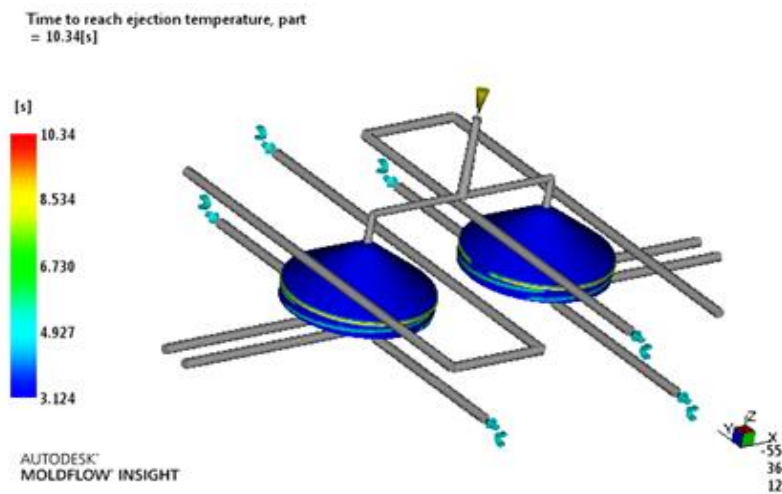
Gambar 4.17. *Circuit metal temperature type 1*



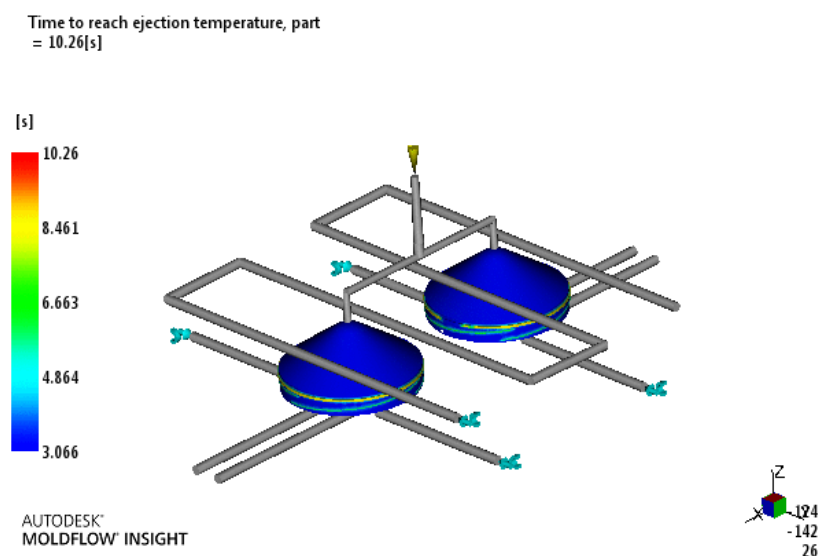
Gambar 4.18. *Circuit metal temperature type 2*

3. *Time to reach ejection temperature, part*

Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur ejection pada *cooling seri dan baffle type 1* yang ditunjukkan pada gambar 4.19 membutuhkan waktu 10,34 s untuk mendinginkan produk sebelum proses ejection. Sedangkan pada *cooling seri dan baffle type 2* yang ditunjukkan pada gambar 4.20 membutuhkan waktu 10,26 s. Semakin cepat waktu pendinginan semakin memperpendek waktu produksi, jadi memberikan keuntungan lebih di dunia industri.



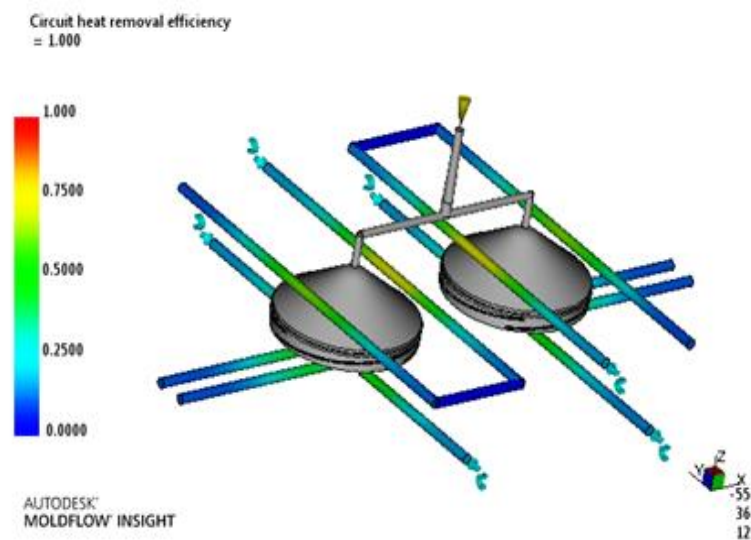
Gambar 4.19. *Time to reach ejection temperature type 1*



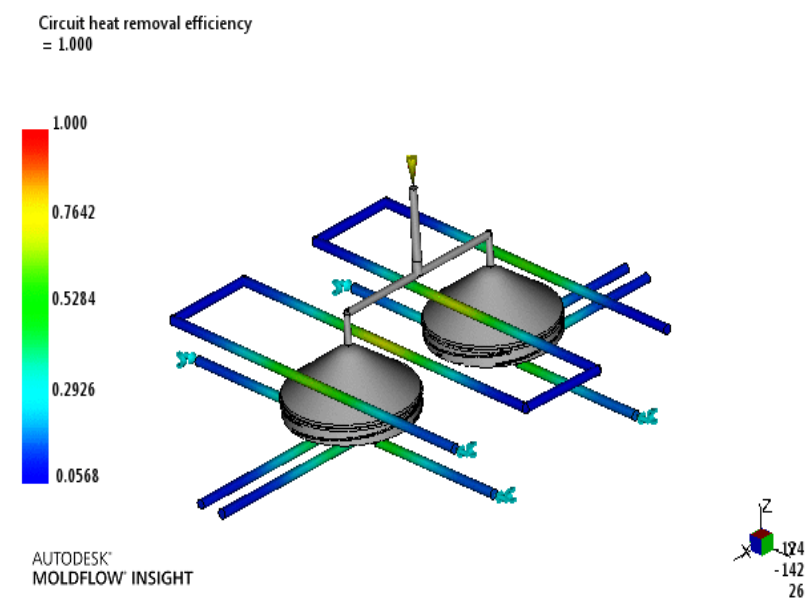
Gambar 4.20. *Time to reach ejection temperature type 2*

4. *Circuit heat removal efficiency*

Circuit heat removal efficiency merupakan efisiensi penyerapan panas oleh *cooling* terhadap produk *preform Stick T15*. Pada gambar 4.21 efisiensi penyerapan panas dari angka 0,50 - 0,75 menunjukkan keefektifan perpindahan panas, begitupun juga pada gambar 4.22 dari angka 0,5284 - 0,7642 menunjukkan keefektifan efisiensi penyerapan panas.



Gambar 4.21. *Circuit heat removal efficiency type 1*

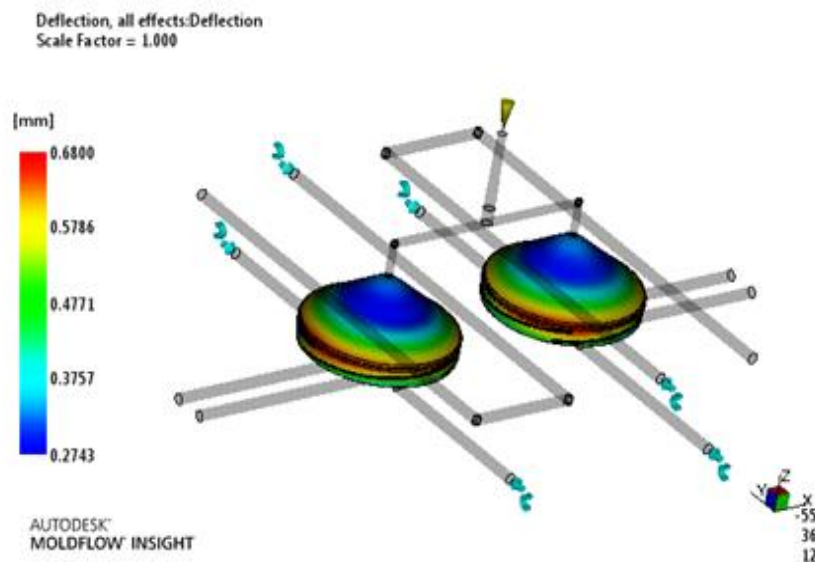


Gambar 4.22. *Circuit heat removal efficiency type 2*

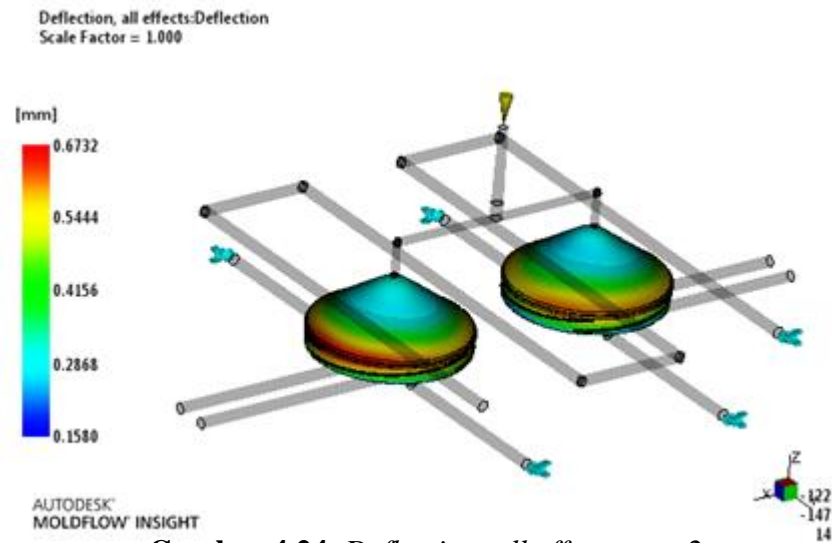
Hasil dari analisa ini membantu untuk mengidentifikasi bagian saluran mana yang menghilangkan panas lebih banyak dibandingkan yang lainnya. Bagian saluran pendingin yang berwarna kuning memiliki efisiensi penyisihan panas terbaik dan diberi nilai 0,7. Di sisi lain bagian berwarna biru muda ditandai dengan nilai di dekatnya 0,2 dan 0,3 memiliki efisiensi penyisihan panas terburuk karena *cooling* jauh dari pendinginan produk. Sehingga *cooling* yang memiliki penyerapan panas yang tinggi sangat direkomendasikan.

5. Deflection, all effects:Deflection

Efek defleksi yang muncul karena sirkulasi pendinginan dapat dilihat pada gambar 4.23 defleksi yang terjadi cenderung besar yaitu 0,68 mm sedangkan pada gambar 4.24 efek defleksi yang terjadi kecil yaitu sebesar 0,67 mm. Hasil ini merangkap semua efek defleksi, misalnya efek sudut, dan menunjukkan bagian dibentuk defleksi arah sumbu X, Y dan Z secara bersamaan.



Gambar 4.23. *Deflection, all effects type 1*



Gambar 4.24. *Deflection, all effects type 2*

Tabel 4.4, dan 4.5 dibawah ini adalah hasil nilai perbandingan *cooling* dan hasil rekomendasi *cooling*.

Tabel 4.4. Hasil nilai perbandingan *cooling*

Analisa Cooling	Type Cooling	
	Type 1	Type 2
<i>Circuit coolant temperature</i>	1,11° C	2,11° C
<i>Circuit metal temperature</i>	32,29° C	32,88° C
<i>Time to reach ejection temperature, part</i>	10,34 s	10,26 s
<i>Circuit heat removal efficiency</i>	0,50 – 0,75	0,5284 – 0,7642
<i>Deflection all effects: Deflection</i>	0,68 mm	0,67 mm

Tabel 4.5. Hasil rekomendasi *cooling*

Nama <i>Cooling</i>	Analisa <i>Cooling</i>	Rekomendasi	
		Ya	Tidak
Cooling seri dan baffle type 1	<i>Circuit coolant temperature</i>	✓	
	<i>Circuit metal temperature</i>	✓	
	<i>Time to reach ejection temperature, part</i>		✓
	<i>Circuit heat removal efficiency</i>		✓
	<i>Deflection all effects: Deflection</i>		✓
Cooling seri dan baffle type 2	<i>Circuit coolant temperature</i>		✓
	<i>Circuit metal temperature</i>		✓
	<i>Time to reach ejection temperature, part</i>	✓	
	<i>Circuit heat removal efficiency</i>	✓	
	<i>Deflection all effects: Deflection</i>	✓	

Berdasarkan hasil analisa dan perbandingan *cooling* di atas, maka di pilihlah *cooling* yang optimum dan terbaik adalah *Cooling seri dan baffle type 2* merupakan pendingin yang direkomendasikan.

4.6. Hasil Perancangan Mold dari Analisis Moldflow

Data hasil analisa dari moldflow insight di dapatkan *cooling* yang optimal yaitu jenis *cooling seri dan baffle type 2*. Kemudian data hasil analisa direkomendasikan sebagai landasan untuk melakukan perancangan konstruksi *slider mold*.

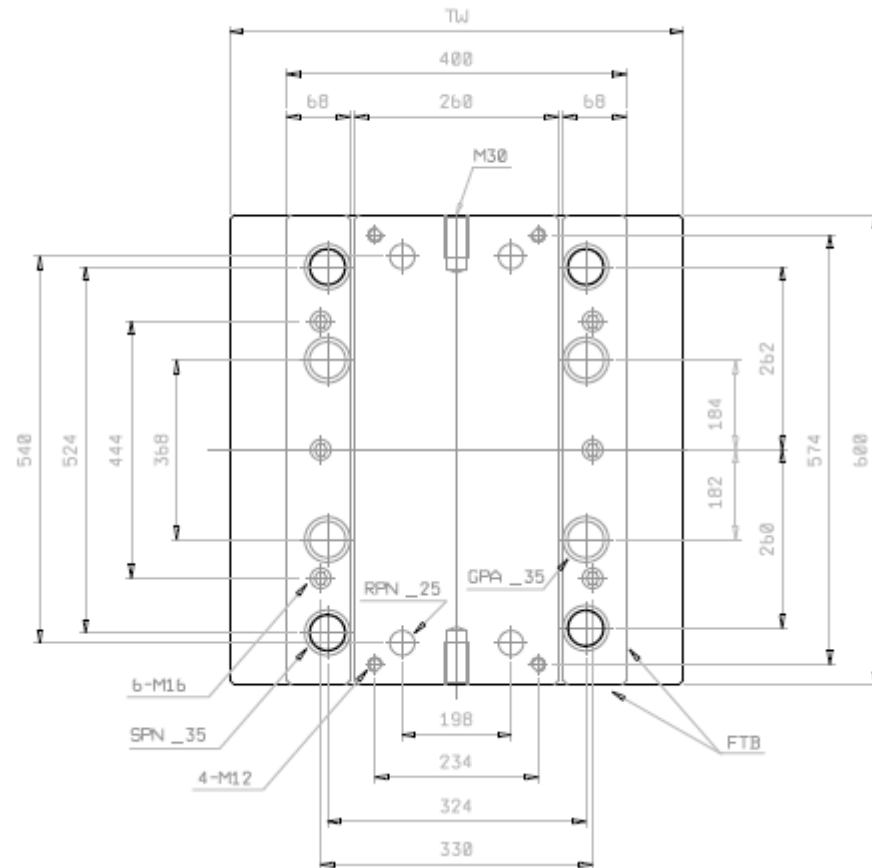
4.6.1. Langkah Urutan Desain

1. *Moldbase*

Mendesain komponen plat yang pertama kali dilakukan adalah penentuan *moldbase* pada produk *preform* yang digunakan adalah standar *moldbase Futaba D.E series 4060* ditunjukkan pada gambar 4.25 dan terlampir pada (Lampiran B), sekaligus penentuan material penting dilakukan untuk menghitung beberapa konstruksi yang menerima perlakuan yang berbeda sesuai sistem kerja tiap konstruksi pada *mold*. Adapun dasar penentuan material plat dan komponen *mold*

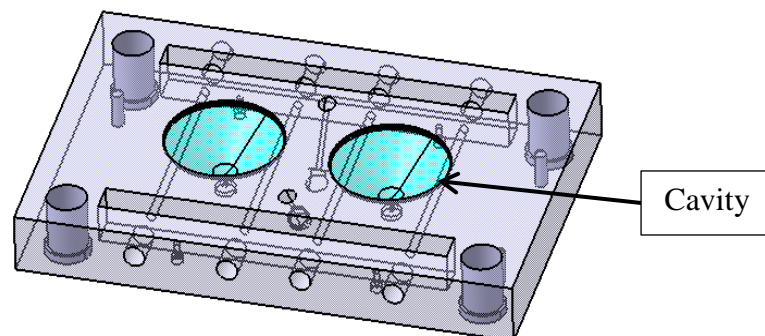
ini mengacu pada *mold basic design textbook* IMDIA dengan rujukan langsung dari standar Futaba dan Misumi sebagai produsen pembuatan komponen *mold* .

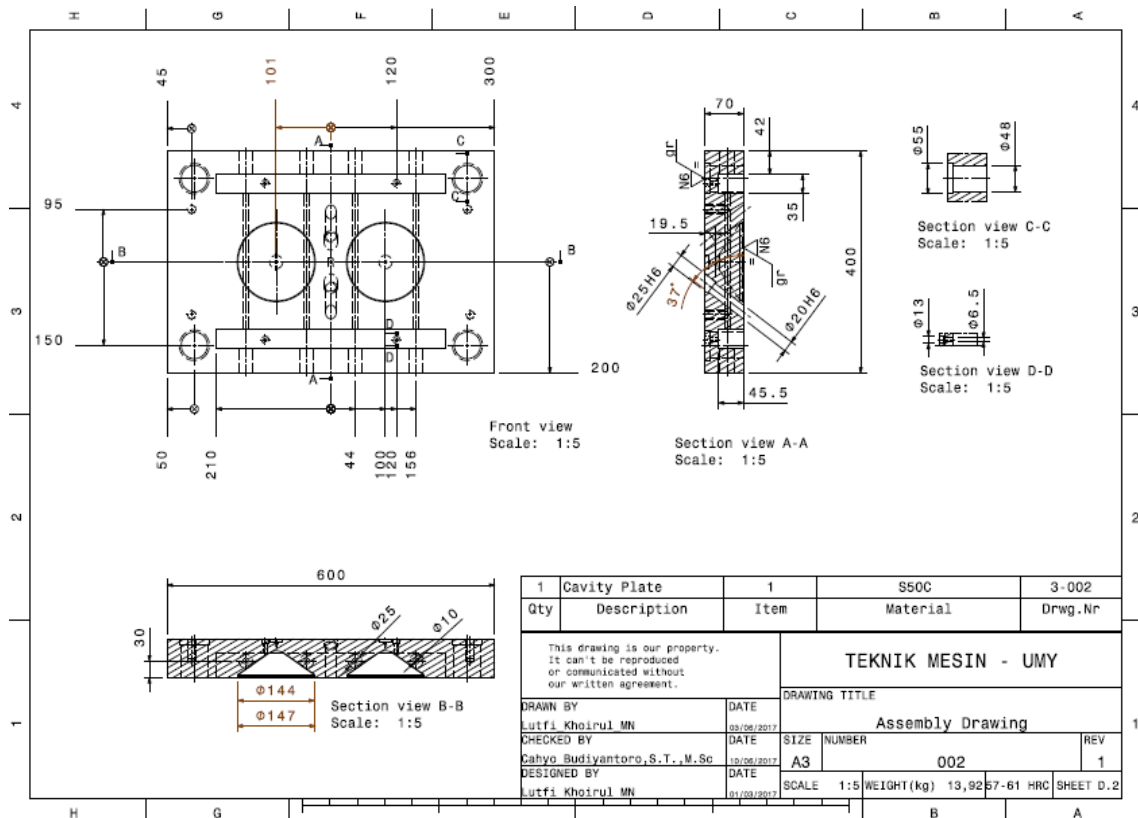
D.E Series 4060



Gambar 4.25. Standar *moldbase* Futaba D.E series 4060

2. Cavity Plate





Gambar 4.26. Cavity plate

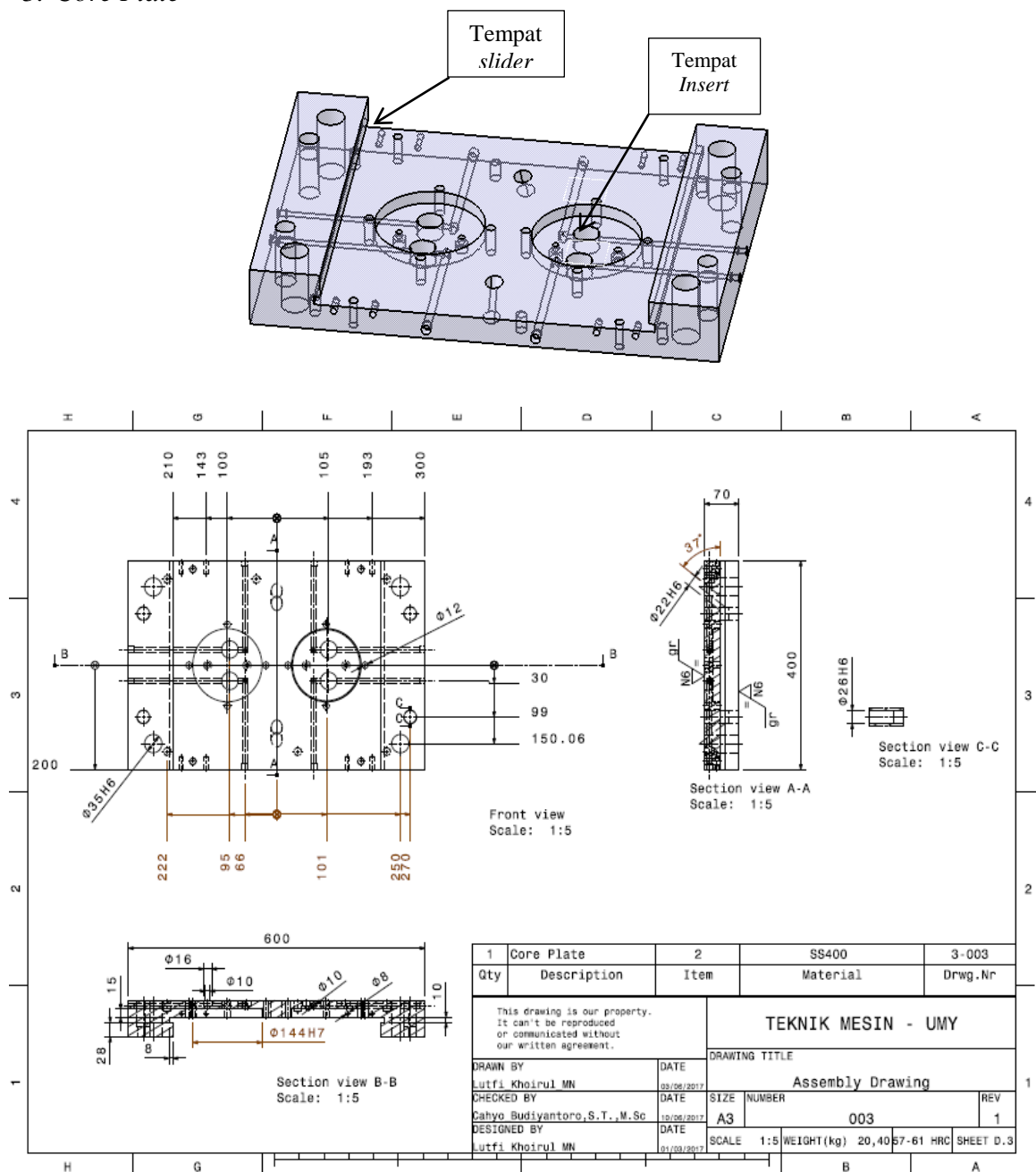
Langkah pertama mendesain *mold* setelah mendesain produk adalah pembuatan bagian inti atau bagian pokok dari sebuah *molding (cavity)* , yang ditunjukkan pada gambar 4.26 dan terlampir pada (Lampiran D.2). Bagian inilah yang akan membentuk atau mencetak plastik. Pada gambar 4.26, terlebih dahulu untuk menghitung jarak antar *cavity* dengan melakukan perhitungan *flow path* dari material PET dengan hasil jarak 85 mm dari titik center, perhitungan dijelaskan pada (Lampiran A.9). Kemudian setelah mengetahui *ratio flow path* tahap selanjutnya pembuatan rongga dengan cara dibentuk (*surface*) pada bagian *preform* yang akan membentuk rongga (*cavity*).

Material bagian cavity plate menggunakan standar JIS S50C biasanya dibuat dari bahan yang mengandung *chrome* yang cukup tinggi untuk memperbaiki kualitas dengan kekerasan 50-54 HRC. Baja yang ditentukan pada *cavity plate* ini masuk pada kelompok baja untuk keperluan khusus cetakan plastik (*molding steel*) dalam kondisi *normalizing* langsung digunakan serta di *heat treatment* dan mempunyai beberapa karakteristik, diantaranya:

- a. Mudah *dimachining*.
- b. Ukuran stabil.
- c. Bisa di polesh dan tahan aus.

Hampir tidak ada baja yang mempunyai sifat – sifat tersebut yang semuanya *excellent*.

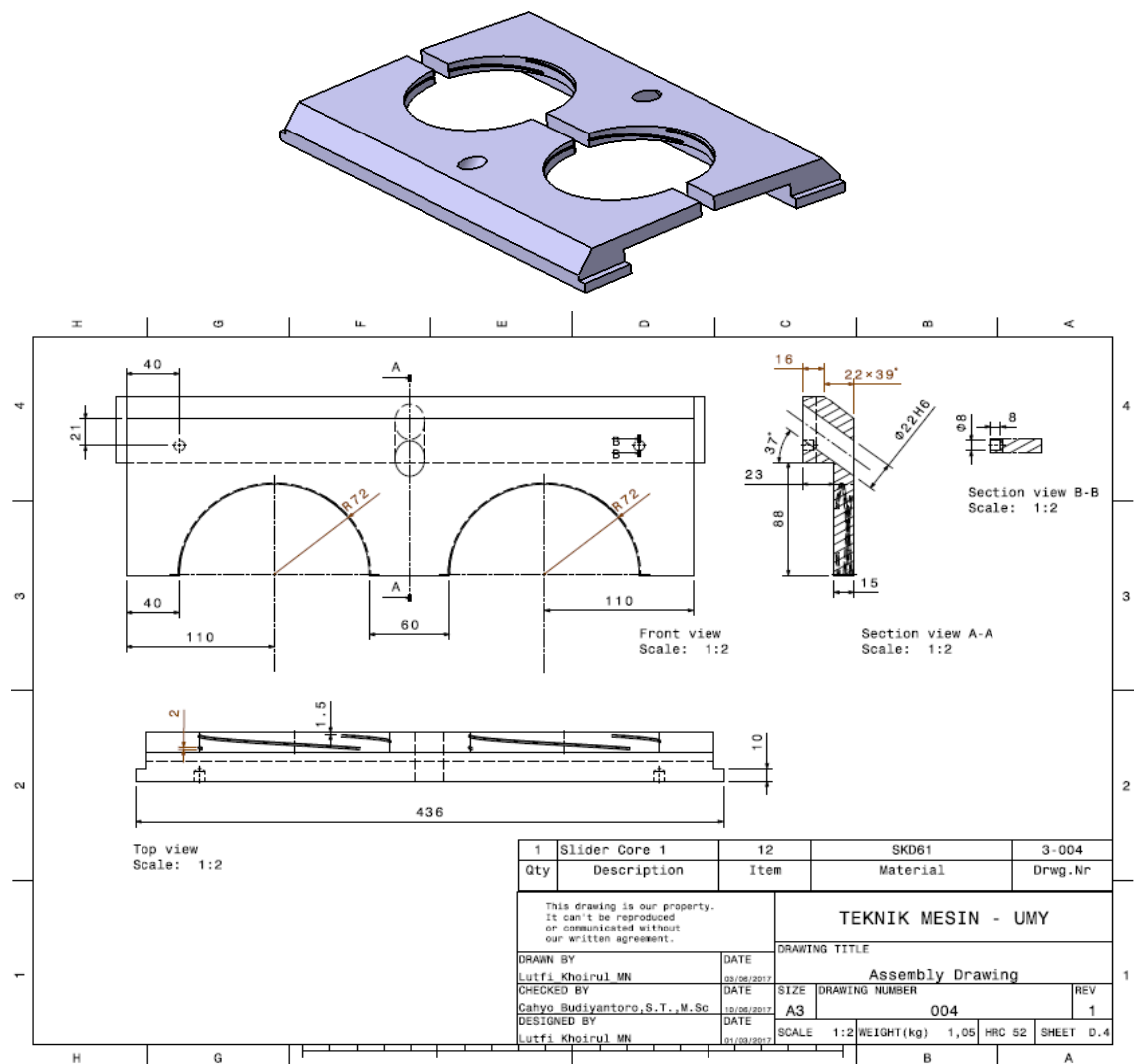
3. *Core Plate*



Gambar 4.27. *Core plate*

Tahap selanjutnya yaitu pembuatan *core* ditunjukkan pada gambar 4.27, biasanya *core* dibuat tonjolan karena *core* juga bagian untuk berlangsungnya pembuatan produk plastik. Pada kasus *preform*, *core* hanya tempat untuk meletakkan bagian *slider* dan *insert core*, gambar ditunjukkan pada (Lampiran D.3). Material bagian *core plate* juga sama dengan *cavity plate* standar JIS SS400 bahan yang mengandung chrome yang cukup tinggi untuk memperbaiki kualitas, dengan kekerasan 50 HRC. Baja yang ditentukan pada *core plate* ini masuk pada kelompok baja untuk keperluan khusus cetakan plastik (*molding steel*) dalam kondisi *normalizing* langsung digunakan serta di *heat treatment*.

4. Slide Core (Slider)



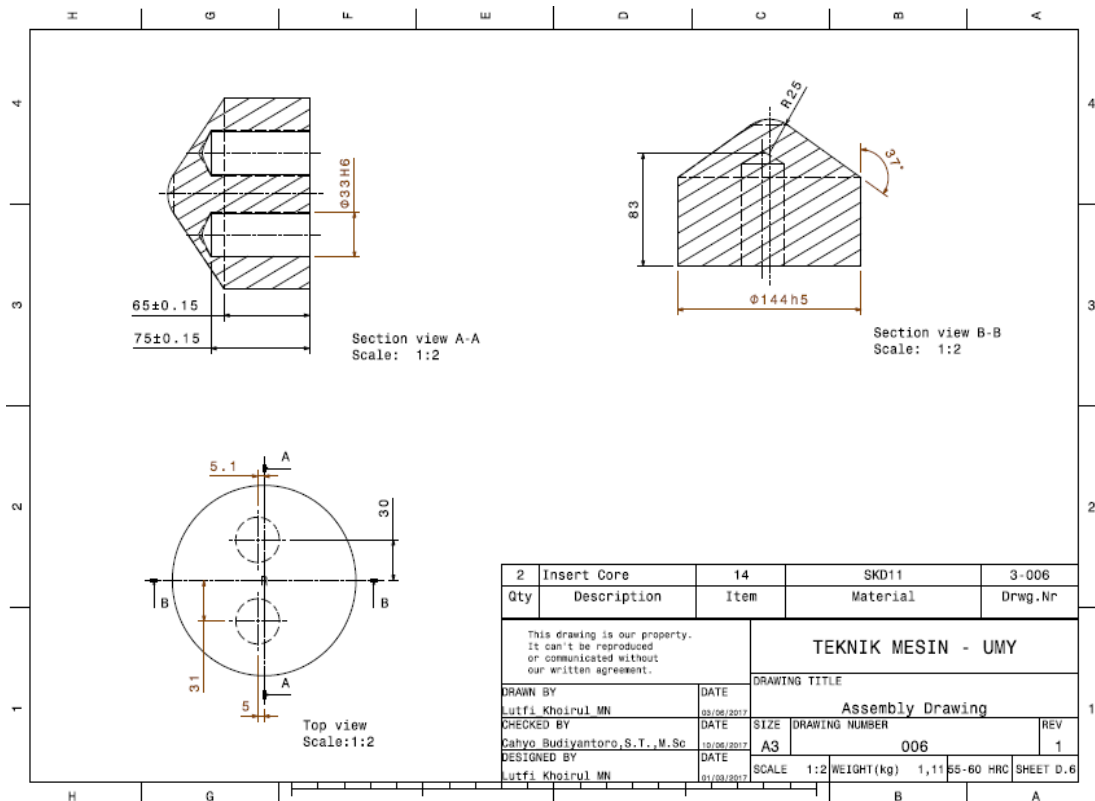
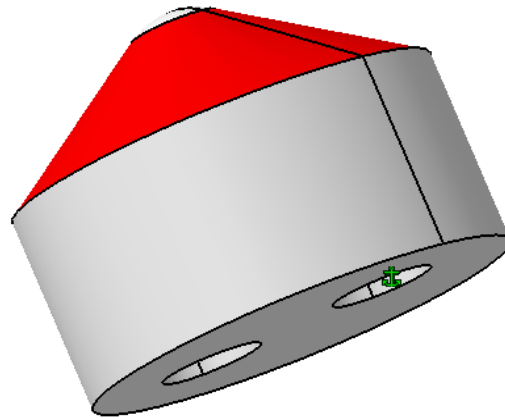
Gambar 4.28. Slide Core (Slider)

Setelah pembuatan *core*, selanjutnya mendesain bagian *slider* yang akan membentuk bagian ulir pada produk *preform*, yang ditunjukkan pada gambar 4.28 (Lampiran D.4). *Slider* juga merupakan bidang perpisahan sekunder dan tidak bisa dibuat dibagian *cavity* maupun *core*, dengan menggunakan material SKD61 material ini dibuat dari bahan (*alloy tool steel*) dengan kekerasan sekitar 52 HRC memiliki ketahanan terhadap panas dan keuletan. Konstruksi *slider* pada *cavity* ini perlu dirancang agar kuat menahan tekanan injeksi pada permukaan *cavity*. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah pemilihan mesin dengan menghitung *clamping force* yang ikut diperhitungkan gayanya yang terjadi pada *slider* tersebut. Selain itu *locking* yang harus kuat sehingga diperlukannya sistem *double locking*.

Hasil perhitungan slider dengan menghitung panjang dari *angular pin* yang berfungsi untuk memandu *slider* ketika *open* dan *close mold slider*, maka diperoleh sudut kemiringan 37° dan panjang 120 mm dengan gaya bebas 72 mm hasil ini diperoleh dari jari-jari produk.

5. *Insert Core*

Kasus *preform* bagian *insert core* juga ikut andil untuk pembuatan sebuah produk plastik (*preform stick* T15), gambar 4.29 dibawah ini menunjukkan gambar 3D dan 2D dari *insert core*, ditunjukkan pada (Lampiran D.6). *Insert core* menggunakan material standar JIS SKD11 (*alloy tool steel*) dengan dilakukan *quenching* untuk meningkatkan ketahanan terhadap aus dan memiliki dampak tegangan yang sangat kecil serta tahan terhadap perubahan bentuk saat proses panas (*hot processing*) yang mempunyai kekerasan 55-60 HRC.

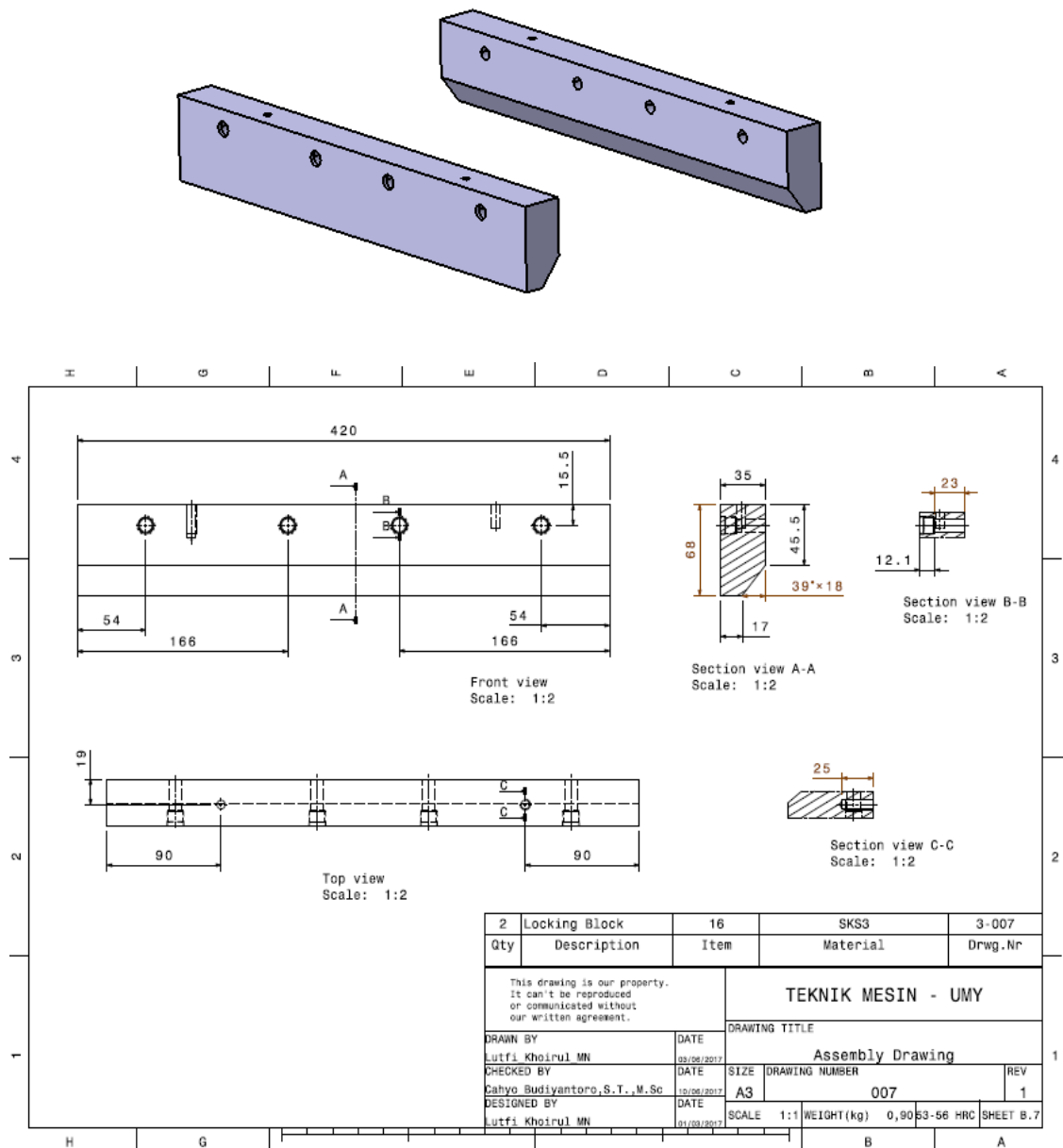


Gambar 4.29. Insert core

6. Locking Block

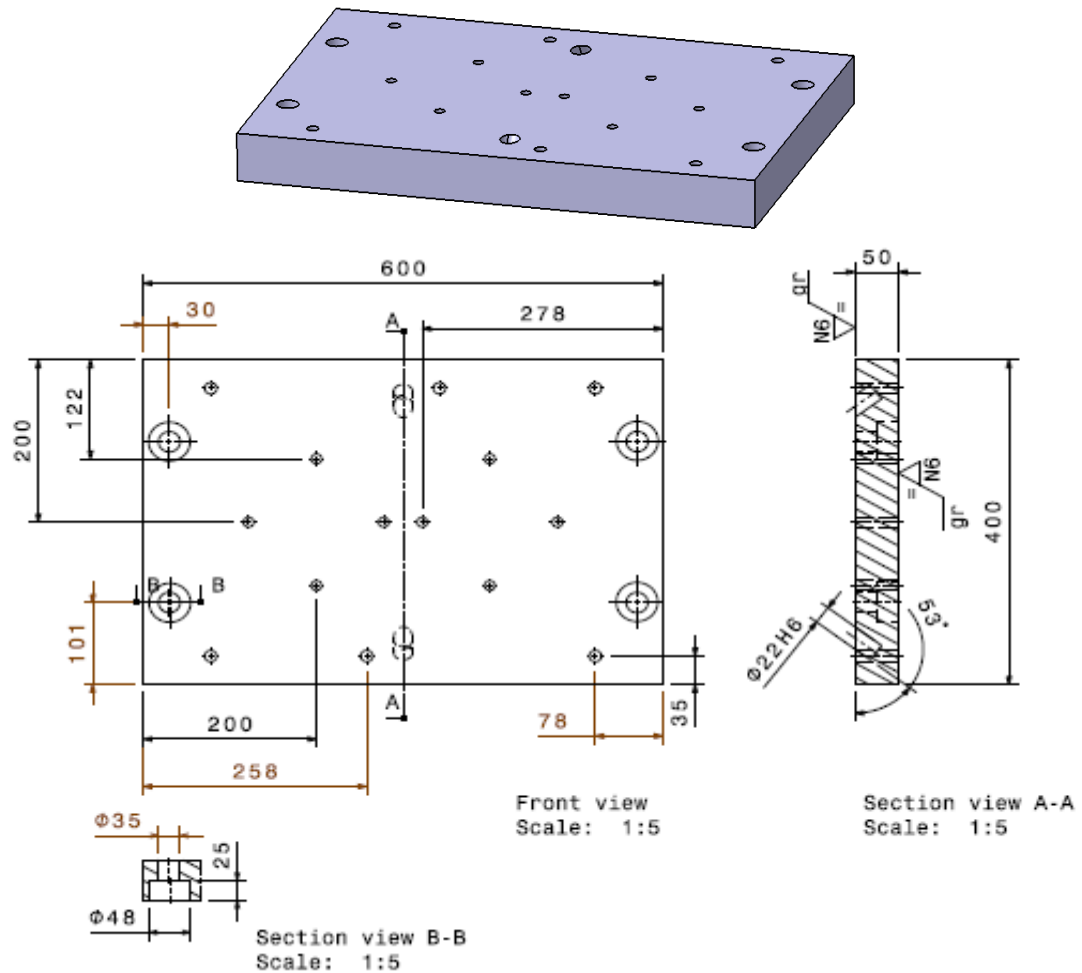
Tahap selanjutnya pembuatan *locking block* dari hasil perhitungan, dimensi *block* ini digunakan untuk menahan *slide core (slider)* yang didorong mundur oleh tekanan injeksi, ditunjukkan pada gambar 4.30 dan (Lampiran D.7). *clamping force* yang dibutuhkan pada *locking block* ini untuk menekan *slider* ketika injeksi yaitu 154 Ton, *locking block* ini menggunakan material

SKS3 dengan *tensile strength* 650-880 Mpa dan modulus elastisitasnya 193 Gpa dengan kekerasan 55-60 HRC. Hasil perhitungan dari *locking block* diperoleh σ_{max} 13,1 Mpa dengan sudut kemiringan 39° , dijelaskan pada (Lampiran A.5). Maka dengan menggunakan material dari SKS3 untuk aplikasi *locking block* ini dinyatakan aman digunakan.



Gambar 4.30. Locking Block

7. Support Plate



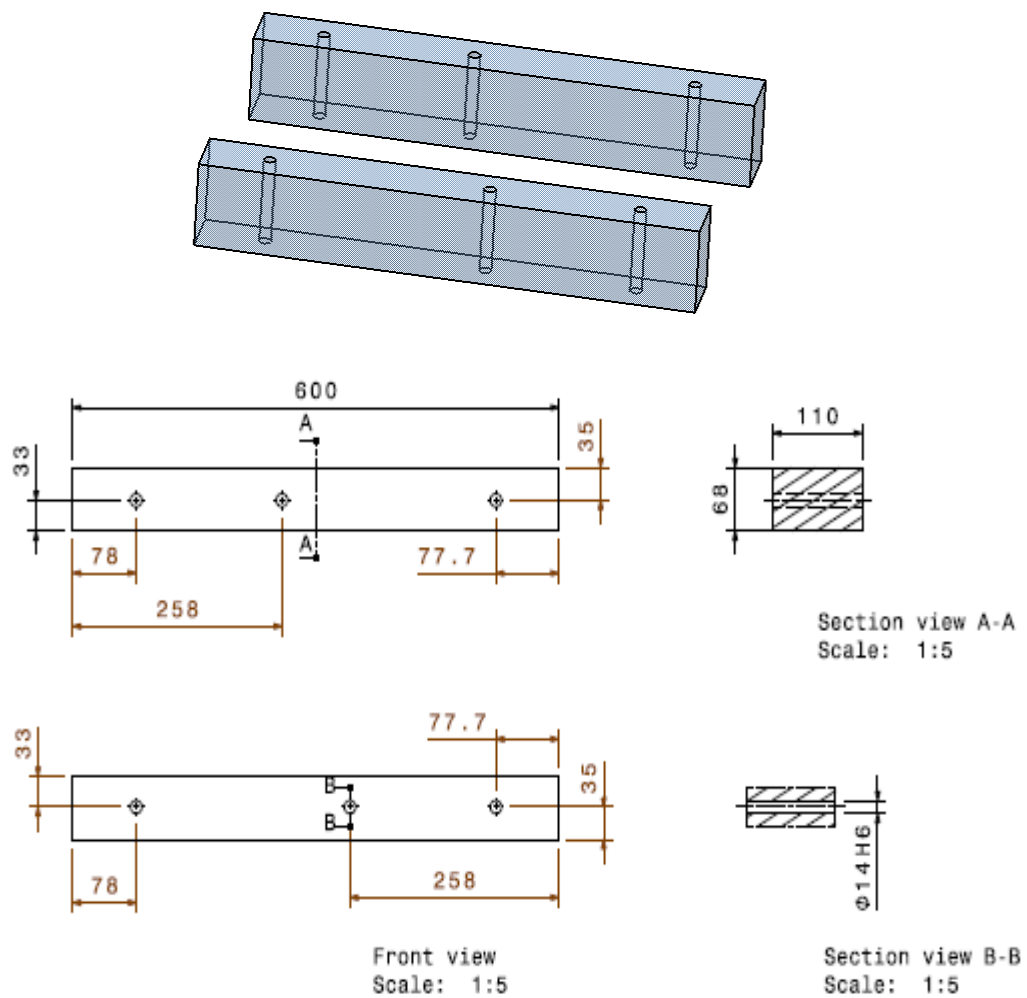
Gambar 4.31. *Support plate*

Plat ini posisinya langsung berada dibawah *core plate* dan berfungsi juga untuk menopang atau membantu kekuatan dari *core plate* tersebut yang ditunjukkan pada gambar 4.31. Besaran plat ini untuk ukuran lebar dan tingginya persis sama dengan plat di atasnya hanya ketebalan yang berbeda, ketebalan dari plat ini dibuat standar (tidak di variasikan) karena fungsinya adalah untuk memperkuat *core plate* agar tidak terjadi deformasi (melengkung).

Hasil perhitungan *support plate* dengan menghitung keamanan tebal plat *support plate*, harus mengetahui kekuatan tegangan tarik terlebih dahulu yang terjadi pada *support plate* sebesar $441,95 \text{ N/mm}^2$. Kemudian di bandingkan dengan kekuatan maksimal tegangan tarik pada material yang telah ditentukan

sebelumnya, pada perancangan cetakan kali ini material yang digunakan adalah SS400 dengan kekerasan sekitar 50 HRC dan yang memiliki tegangan tarik 510 N/mm². Tegangan yang terjadi harus lebih kecil dengan tegangan pada material *plate* ($\sigma_{tarik\ support\ plate} \leq \sigma_{tarik\ material}$) untuk dikatakan aman dan tidak perlu memerlukan *support bolt*. Dengan ($\sigma_{tarik\ support\ plate}$ sebesar 441,95 N/mm² $\leq \sigma_{tarik\ material}$ yaitu sebesar 510 N/mm²), (Lampiran A.3). Maka tebal *support plate* dinyatakan aman.

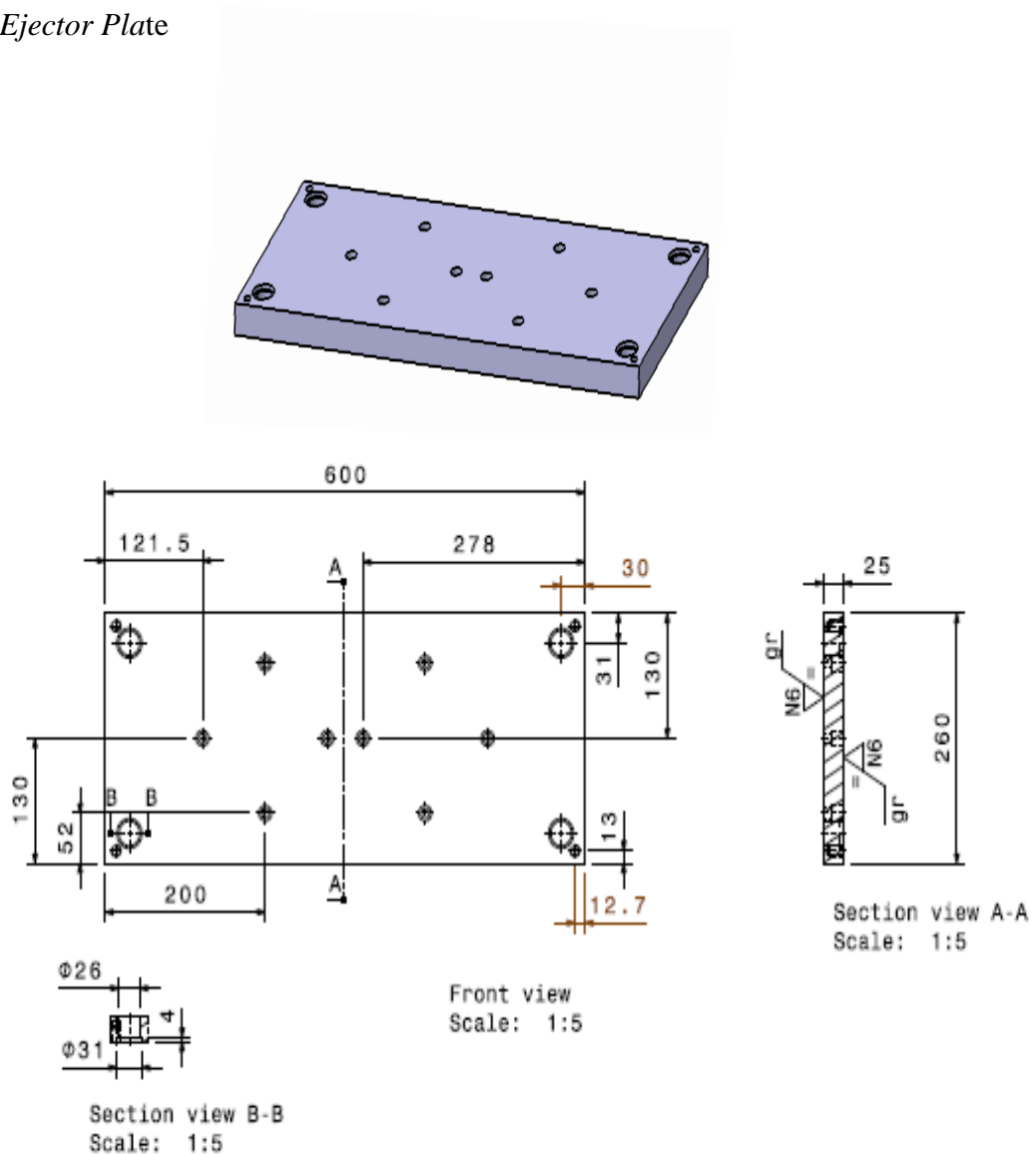
8. Distance Block



Gambar 4.32. Distance Block

Block ini digunakan untuk membuat ruangan diantara *support plate* dan *bottom plate*, adapun ruang yang terbentuk ini adalah tempat keudukannya pemegang *ejector*. Sedangkan ruang bebasnya juga dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada *ejector plate* untuk bisa bergerak saat ejsksi. Block ini menggunakan material standar JIS SS400 yang dibuat dari bahan baja karbon rendah dengan kekerasan sekitar 50 HRC. Ditunjukkan pada gambar 4.32.

9. Ejector Plate

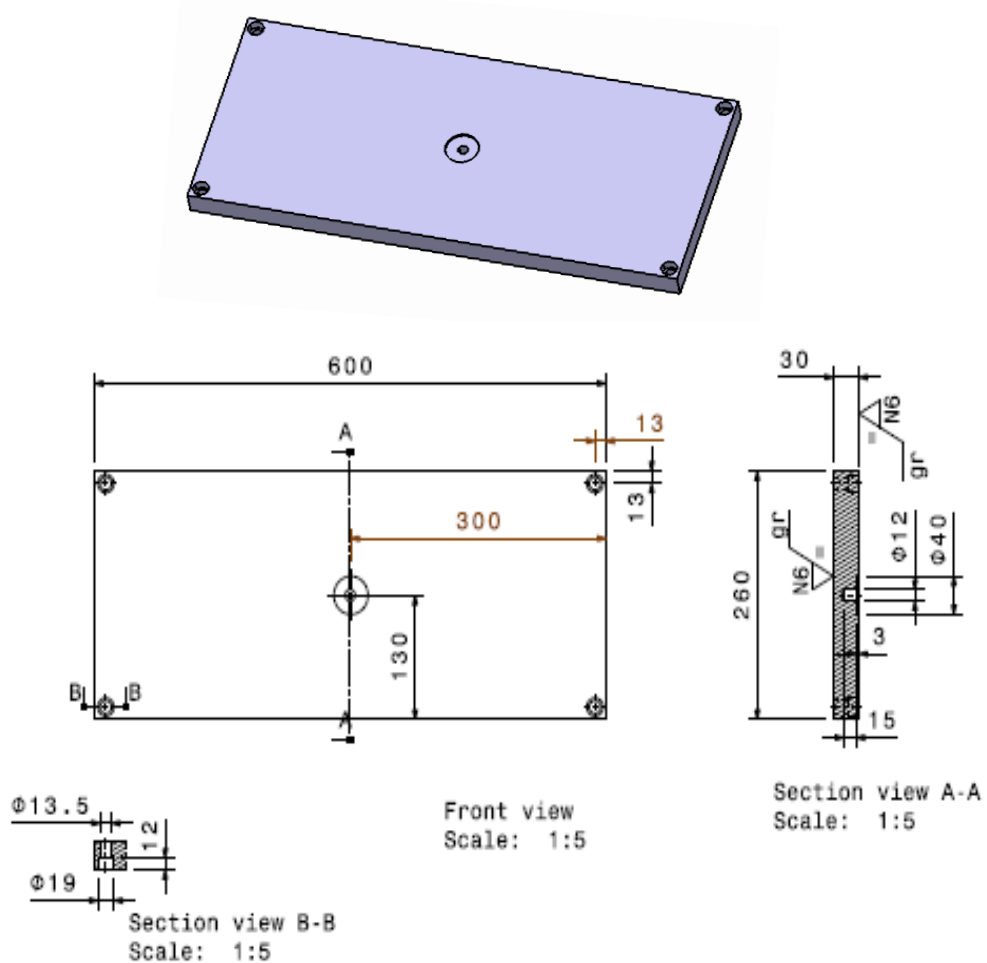


Gambar 4.33. Ejector plate

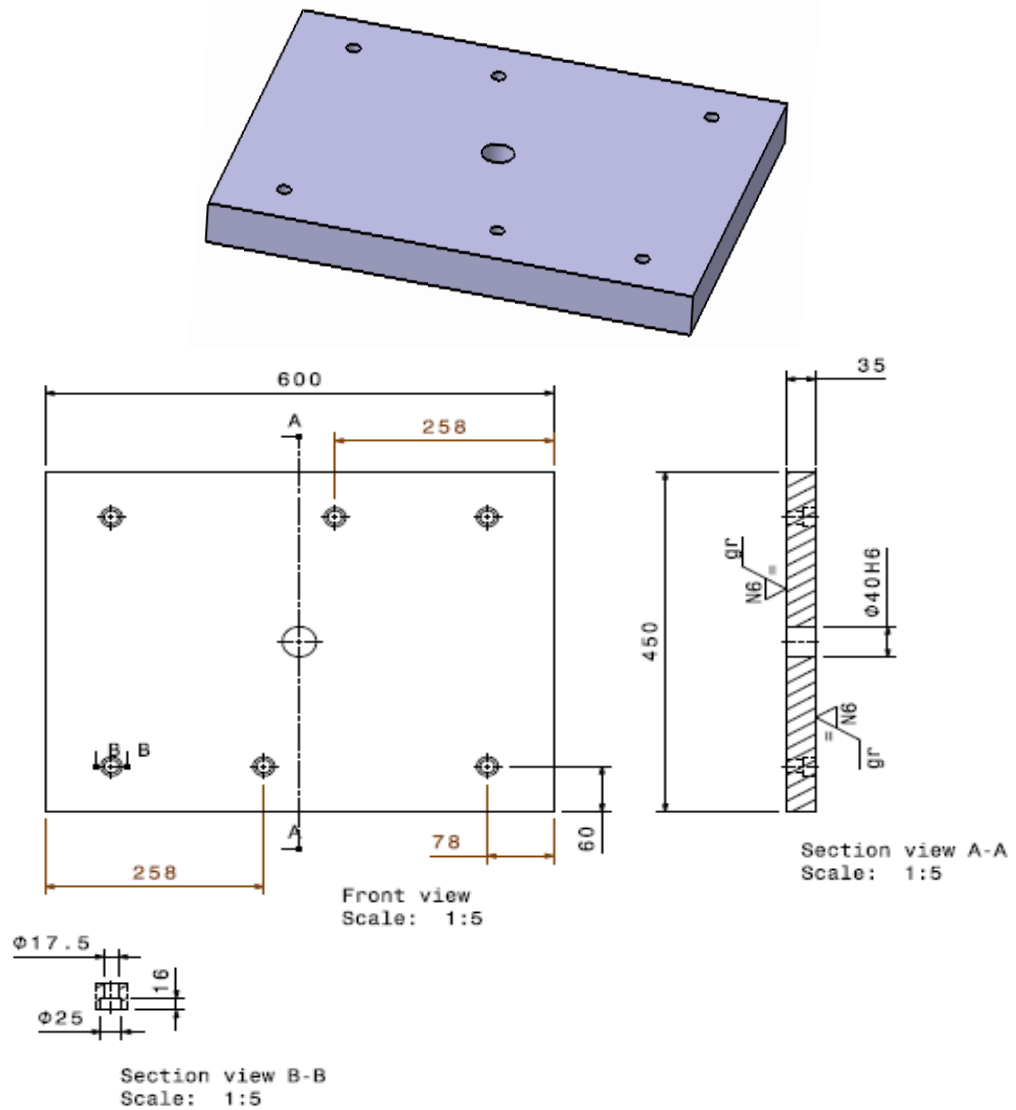
Plat ini gunanya untuk pemasangan pemandu gerak mundur (*Return Pin*) dan juga untuk menempatkan seperangkat *ejection system* ditunjukkan pada gambar 4.33. Plat ini menggunakan material standar JIS SS400 yang dibuat dari bahan baja karbon rendah dengan kekerasan sekitar 50 HRC.

10. *Ejector Back Plate*

Tahap selanjutnya yaitu pembuatan *ejector back plate* yang berfungsi untuk membawa atau lebih spesifiknya adalah untuk menjepit *ejector*, agar *ejector* tidak terlepas dari tempatnya, ditunjukkan pada gambar 4.34. material plat ini sama dengan ejector plat yaitu menggunakan material standar JIS SS400 yang dibuat dari bahan baja karbon rendah dengan kekerasan sekitar 50 HRC.

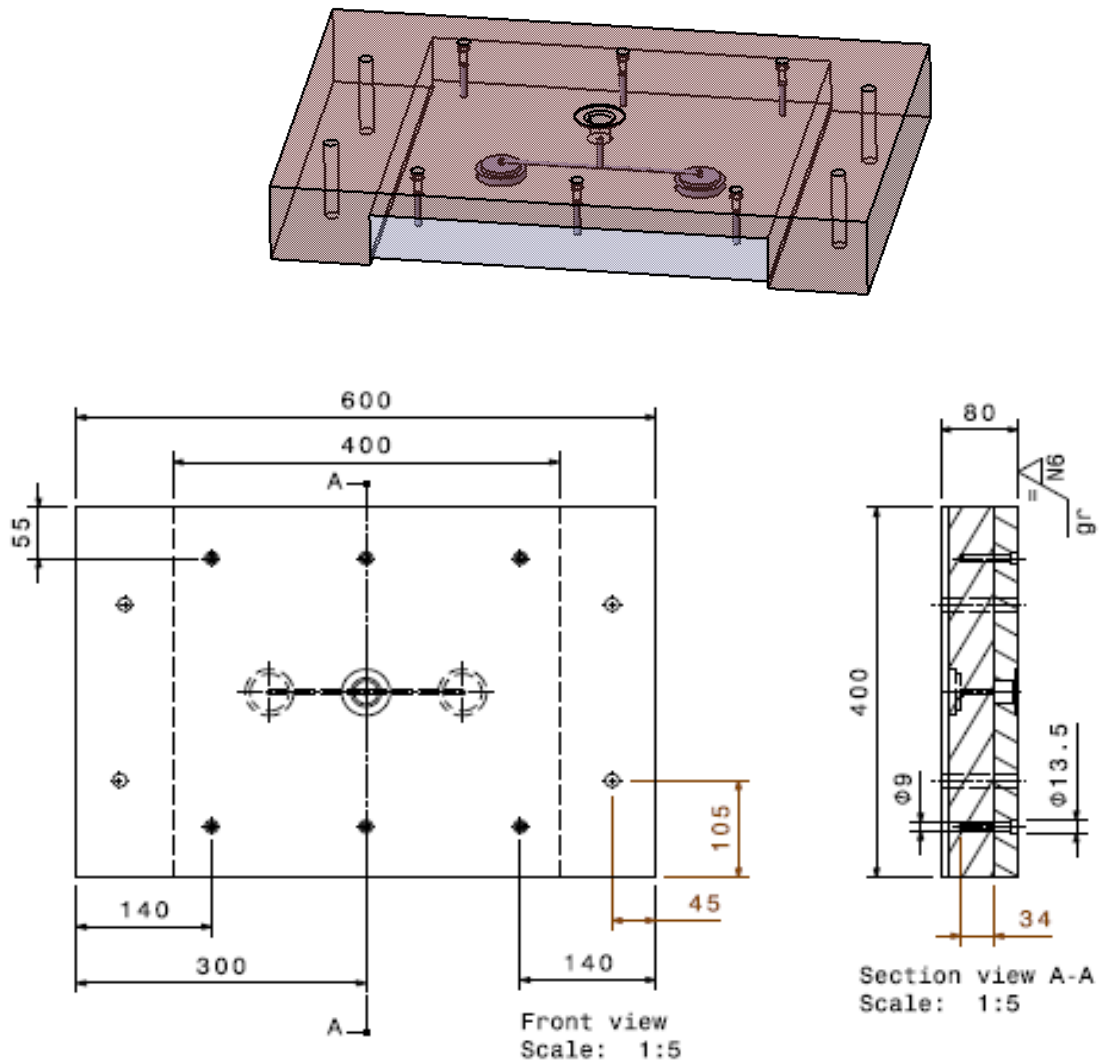


Gambar 4.34. *Ejector back plate*

11. *Bottom Clamping Plate*

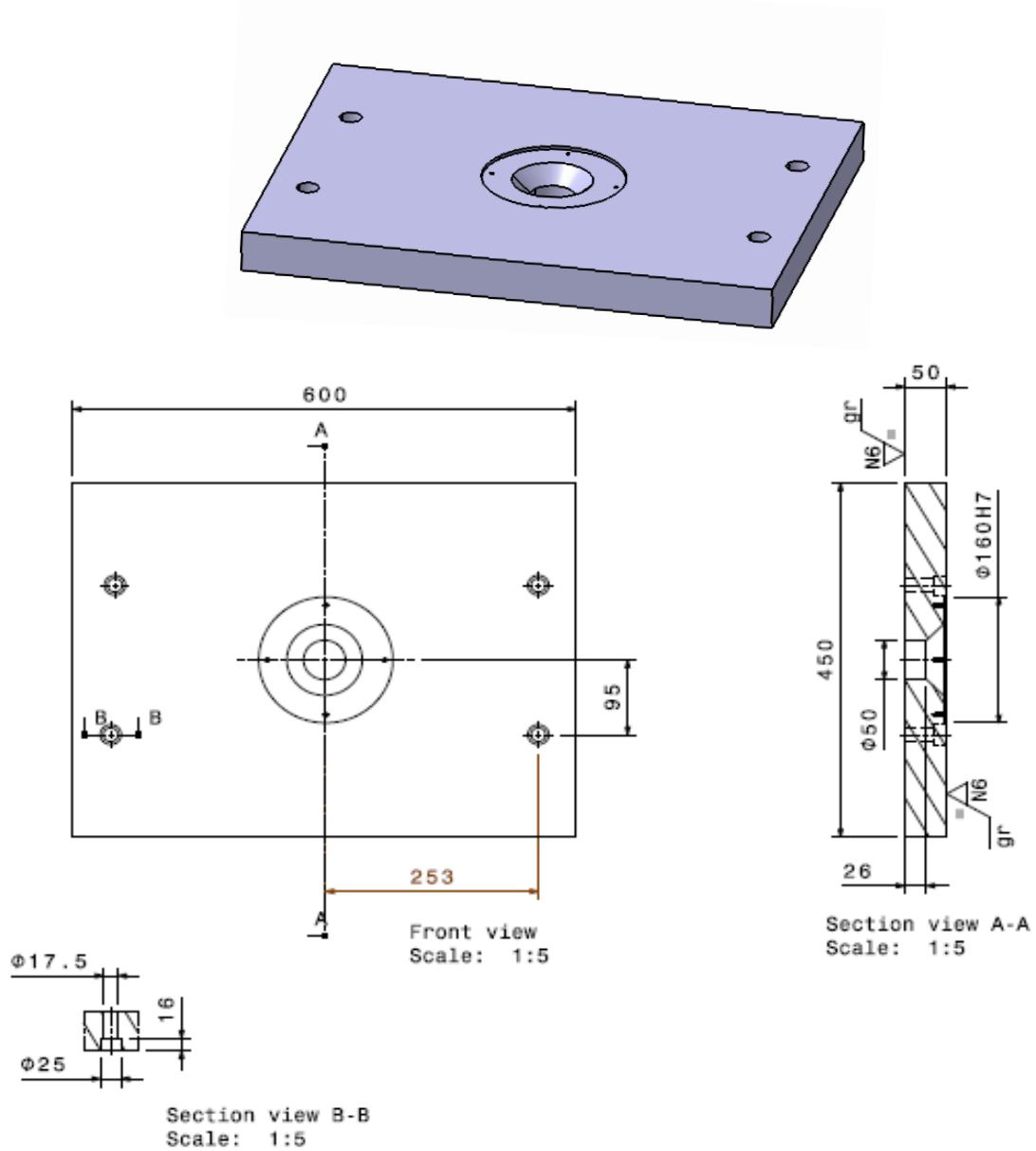
Gambar 4.35. *Bottom clamping plate*

Plat ini berada paling bawah yang mempunyai ukuran lebar lebih besar dibandingkan dengan plate inti yang berada di atasnya, adapun fungsi dari penambahan ukuran lebar ini bertujuan untuk mempermudah pemasangan pada mesin injeksi (untuk pengeleman), ditunjukkan pada gambar 4.35. Plat ini menggunakan material standar JIS SS400 yang dibuat dari bahan baja karbon rendah dengan kekerasan sekitar 50 HRC.

12. *Manifold Block*

Gambar 4.36. *Manifold block*

Plat ini posisinya langsung di atas *cavity*, untuk plat ini berfungsi mendistribusikan aliran cairan plastik yang panas kedalam rongga (*cavity*) yang ditunjukkan pada gambar 4.36. Karena material PET ini mempunyai sifat *higroskopis* yang berarti menyerap air di sekelilingnya maka konstruksi cetakan memerlukan adanya *hot runner*. Block ini menggunakan material S45C yang dibuat dari bahan *carbon steel* dengan kekerasan 160-220 BHN.

13. *Top Clamping Plate*

Gambar 4.37. *Top clamping plate*

Plat ini berada paling atas dan juga persis di atas dari *manifold block*, plat ini sama halnya seperti *bottom clamping plate* dibuat ukuran yang lebih besar fungsinya untuk pengekleman, ditunjukkan pada gambar 4.37. Pada waktu pemasangan di mesin injeksi, Plat ini berfungsi untuk mengikatkan (menempelkan) *mold* dengan *machine stationary plate*. Block ini menggunakan

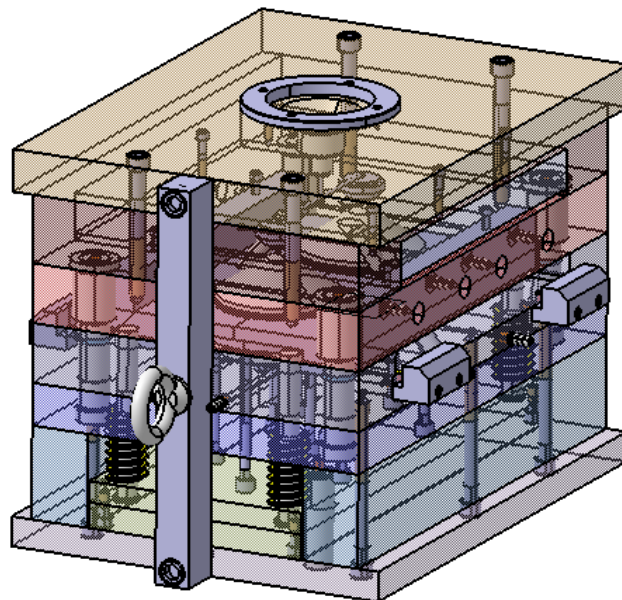
material S45C yang dibuat dari bahan *carbon steel* dengan kekerasan 160-220 BHN.

14. Standar komponen

Penentuan *part* yang akan diletakan disetiap bagian cetakan ini mengikuti dari rekomendasi *standard moldbase* Futaba, sekaligus pembuatan *part* atau komponen juga mengikuti *standard* dari Misumi.

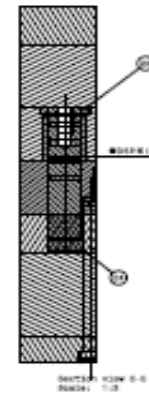
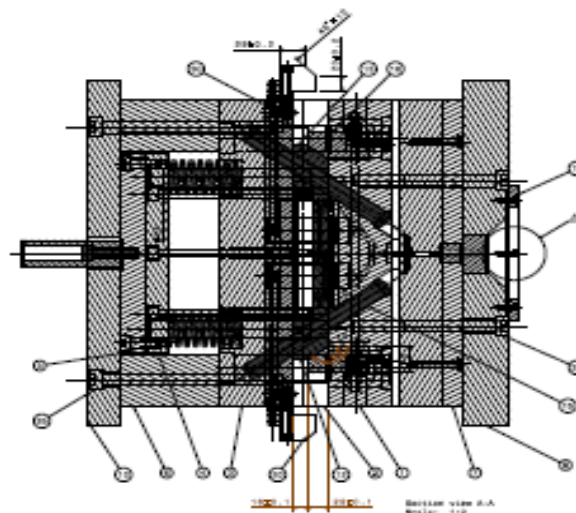
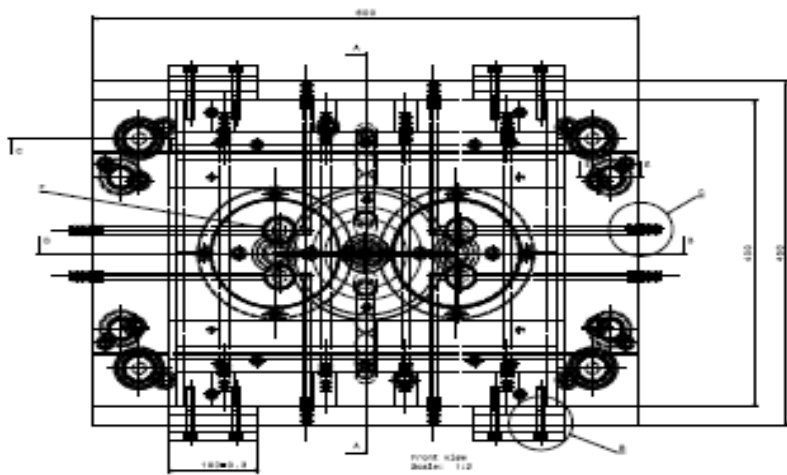
4.6.2. Hasil Desain *mold*

Kemudian hasil desain dijadikan satu atau di *assembly* sesuai letak yang sudah ditentukan. Berikut konstruksi *slider mold* dengan gambar 3D ditunjukkan pada gambar 4.38.

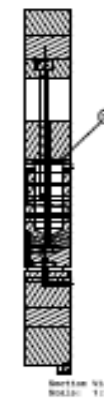
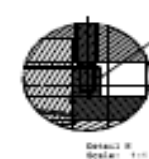
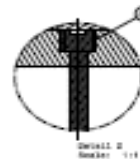
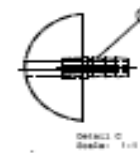
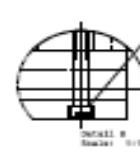
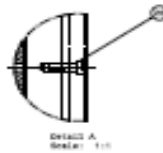
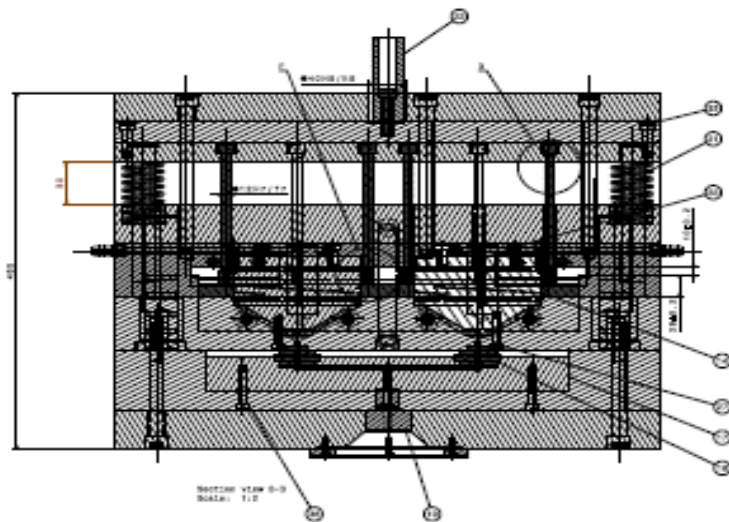


Gambar 4.38. Hasil perancangan *slider mold*

Adapun gambar rakitan *slider mold* dan detail 2D ditunjukkan pada gambar 4.39.



MATERIAL: MS
DRIVE: 3/4"
Casting Force: 120 Ton
Cylinder Stroke: 50 mm
Max Height: 400 mm



NO	DESCRIPTION	QTY	MATERIAL	DRG. NO.
1	SECTION VIEW	1	MS	-
2	SECTION A-B	1	MS	-
3	SECTION C-D	1	MS	-
4	SECTION E-F	1	MS	-
5	SECTION G-H	1	MS	-
6	SECTION I-J	1	MS	-
7	SECTION K-L	1	MS	-
8	SECTION M-N	1	MS	-
9	SECTION O-P	1	MS	-
10	SECTION Q-R	1	MS	-
11	SECTION S-T	1	MS	-
12	SECTION U-V	1	MS	-
13	SECTION W-X	1	MS	-
14	SECTION Y-Z	1	MS	-
15	SECTION AA	1	MS	-
16	SECTION BB	1	MS	-
17	SECTION CC	1	MS	-
18	SECTION DD	1	MS	-
19	SECTION EE	1	MS	-
20	SECTION FF	1	MS	-
21	SECTION GG	1	MS	-
22	SECTION HH	1	MS	-
23	SECTION II	1	MS	-
24	SECTION JJ	1	MS	-
25	SECTION KK	1	MS	-
26	SECTION LL	1	MS	-
27	SECTION MM	1	MS	-

NO	DESCRIPTION	QTY	MATERIAL	DRG. NO.
1	SECTION NN	1	MS	-
2	SECTION OO	1	MS	-
3	SECTION PP	1	MS	-
4	SECTION QQ	1	MS	-
5	SECTION RR	1	MS	-
6	SECTION SS	1	MS	-
7	SECTION TT	1	MS	-
8	SECTION UU	1	MS	-
9	SECTION VV	1	MS	-
10	SECTION WW	1	MS	-
11	SECTION XX	1	MS	-
12	SECTION YY	1	MS	-
13	SECTION ZZ	1	MS	-
14	SECTION AA	1	MS	-
15	SECTION BB	1	MS	-
16	SECTION CC	1	MS	-
17	SECTION DD	1	MS	-
18	SECTION EE	1	MS	-
19	SECTION FF	1	MS	-
20	SECTION GG	1	MS	-
21	SECTION HH	1	MS	-
22	SECTION II	1	MS	-
23	SECTION JJ	1	MS	-
24	SECTION KK	1	MS	-
25	SECTION LL	1	MS	-
26	SECTION MM	1	MS	-
27	SECTION NN	1	MS	-
28	SECTION OO	1	MS	-
29	SECTION PP	1	MS	-
30	SECTION QQ	1	MS	-
31	SECTION RR	1	MS	-
32	SECTION SS	1	MS	-
33	SECTION TT	1	MS	-
34	SECTION UU	1	MS	-
35	SECTION VV	1	MS	-
36	SECTION WW	1	MS	-
37	SECTION XX	1	MS	-
38	SECTION YY	1	MS	-
39	SECTION ZZ	1	MS	-
40	SECTION AA	1	MS	-
41	SECTION BB	1	MS	-
42	SECTION CC	1	MS	-
43	SECTION DD	1	MS	-
44	SECTION EE	1	MS	-
45	SECTION FF	1	MS	-
46	SECTION GG	1	MS	-
47	SECTION HH	1	MS	-
48	SECTION II	1	MS	-
49	SECTION JJ	1	MS	-
50	SECTION KK	1	MS	-
51	SECTION LL	1	MS	-
52	SECTION MM	1	MS	-
53	SECTION NN	1	MS	-
54	SECTION OO	1	MS	-
55	SECTION PP	1	MS	-
56	SECTION QQ	1	MS	-
57	SECTION RR	1	MS	-
58	SECTION SS	1	MS	-
59	SECTION TT	1	MS	-
60	SECTION UU	1	MS	-
61	SECTION VV	1	MS	-
62	SECTION WW	1	MS	-
63	SECTION XX	1	MS	-
64	SECTION YY	1	MS	-
65	SECTION ZZ	1	MS	-
66	SECTION AA	1	MS	-
67	SECTION BB	1	MS	-
68	SECTION CC	1	MS	-
69	SECTION DD	1	MS	-
70	SECTION EE	1	MS	-
71	SECTION FF	1	MS	-
72	SECTION GG	1	MS	-
73	SECTION HH	1	MS	-
74	SECTION II	1	MS	-
75	SECTION JJ	1	MS	-
76	SECTION KK	1	MS	-
77	SECTION LL	1	MS	-
78	SECTION MM	1	MS	-
79	SECTION NN	1	MS	-
80	SECTION OO	1	MS	-
81	SECTION PP	1	MS	-
82	SECTION QQ	1	MS	-
83	SECTION RR	1	MS	-
84	SECTION SS	1	MS	-
85	SECTION TT	1	MS	-
86	SECTION UU	1	MS	-
87	SECTION VV	1	MS	-
88	SECTION WW	1	MS	-
89	SECTION XX	1	MS	-
90	SECTION YY	1	MS	-
91	SECTION ZZ	1	MS	-
92	SECTION AA	1	MS	-
93	SECTION BB	1	MS	-
94	SECTION CC	1	MS	-
95	SECTION DD	1	MS	-
96	SECTION EE	1	MS	-
97	SECTION FF	1	MS	-
98	SECTION GG	1	MS	-
99	SECTION HH	1	MS	-
100	SECTION II	1	MS	-

TEKNIK MESIN - UMY

NO	DESCRIPTION	QTY	MATERIAL	DRG. NO.
1	SECTION AA	1	MS	-
2	SECTION BB	1	MS	-
3	SECTION CC	1	MS	-
4	SECTION DD	1	MS	-
5	SECTION EE	1	MS	-
6	SECTION FF	1	MS	-
7	SECTION GG	1	MS	-
8	SECTION HH	1	MS	-
9	SECTION II	1	MS	-
10	SECTION JJ	1	MS	-
11	SECTION KK	1	MS	-
12	SECTION LL	1	MS	-
13	SECTION MM	1	MS	-
14	SECTION NN	1	MS	-
15	SECTION OO	1	MS	-
16	SECTION PP	1	MS	-
17	SECTION QQ	1	MS	-
18	SECTION RR	1	MS	-
19	SECTION SS	1	MS	-
20	SECTION TT	1	MS	-
21	SECTION UU	1	MS	-
22	SECTION VV	1	MS	-
23	SECTION WW	1	MS	-
24	SECTION XX	1	MS	-
25	SECTION YY	1	MS	-
26	SECTION ZZ	1	MS	-
27	SECTION AA	1	MS	-
28	SECTION BB	1	MS	-
29	SECTION CC	1	MS	-
30	SECTION DD	1	MS	-
31	SECTION EE	1	MS	-
32	SECTION FF	1	MS	-
33	SECTION GG	1	MS	-
34	SECTION HH	1	MS	-
35	SECTION II	1	MS	-
36	SECTION JJ	1	MS	-
37	SECTION KK	1	MS	-
38	SECTION LL	1	MS	-
39	SECTION MM	1	MS	-
40	SECTION NN	1	MS	-
41	SECTION OO	1	MS	-
42	SECTION PP	1	MS	-
43	SECTION QQ	1	MS	-
44	SECTION RR	1	MS	-
45	SECTION SS	1	MS	-
46	SECTION TT	1	MS	-
47	SECTION UU	1	MS	-
48	SECTION VV	1	MS	-
49	SECTION WW	1	MS	-
50	SECTION XX	1	MS	-
51	SECTION YY	1	MS	-
52	SECTION ZZ	1	MS	-
53	SECTION AA	1	MS	-
54	SECTION BB	1	MS	-
55	SECTION CC	1	MS	-
56	SECTION DD	1	MS	-
57	SECTION EE	1	MS	-
58	SECTION FF	1	MS	-
59	SECTION GG	1	MS	-
60	SECTION HH	1	MS	-
61	SECTION II	1	MS	-
62	SECTION JJ	1	MS	-
63	SECTION KK	1	MS	-
64	SECTION LL	1	MS	-
65	SECTION MM	1	MS	-
66	SECTION NN	1	MS	-
67	SECTION OO	1	MS	-
68	SECTION PP	1	MS	-
69	SECTION QQ	1	MS	-
70	SECTION RR	1	MS	-
71	SECTION SS	1	MS	-
72	SECTION TT	1	MS	-
73	SECTION UU	1	MS	-
74	SECTION VV	1	MS	-
75	SECTION WW	1	MS	-
76	SECTION XX	1	MS	-
77	SECTION YY	1	MS	-
78	SECTION ZZ	1	MS	-
79	SECTION AA	1	MS	-
80	SECTION BB	1	MS	-
81	SECTION CC	1	MS	-
82	SECTION DD	1	MS	-
83	SECTION EE	1	MS	-
84	SECTION FF	1	MS	-
85	SECTION GG	1	MS	-
86	SECTION HH	1	MS	-
87	SECTION II	1	MS	-
88	SECTION JJ	1	MS	-
89	SECTION KK	1	MS	-
90	SECTION LL	1	MS	-
91	SECTION MM	1	MS	-
92	SECTION NN	1	MS	-
93	SECTION OO	1	MS	-
94	SECTION PP	1	MS	-
95	SECTION QQ	1	MS	-
96	SECTION RR	1	MS	-
97	SECTION SS	1	MS	-
98	SECTION TT	1	MS	-
99	SECTION UU	1	MS	-
100	SECTION VV	1	MS	-

4.7. Penentuan *Mold Material*

Penentuan material penting dilakukan untuk menghitung beberapa konstruksi yang menerima perlakuan yang berbeda sesuai sistem kerja tiap konstruksi pada *mold*. Adapun dasar penentuan material plat dan komponen *mold* ini mengacu pada *mold basic design textbook* IMDIA dengan rujukan langsung dari standar Futaba dan Misumi sebagai produsen pembuatan komponen *mold*. Berikut tabel 4.6, penentuan *mold material* dibawah ini.

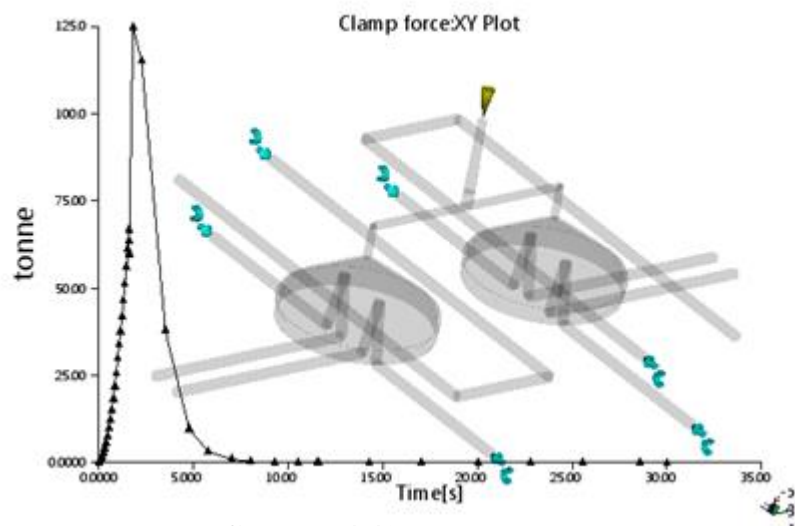
Tabel 4.6. Penentuan *Mold Material*

No	Deskripsi	Material
1.	<i>Cavity Plate</i>	S50C
2.	<i>Core Plate</i>	SS400
3.	<i>Support Plate</i>	SS400
4.	<i>Ejector Plate</i>	SS400
5.	<i>Ejector Back plate</i>	SS400
6.	<i>Distance block</i>	SS400
7.	<i>Manifold plate</i>	S45C
8.	<i>Top clamping plate</i>	S45C
9.	<i>Return Pin_M_RPN_25</i>	SUJ2
10.	<i>Bottom clamping plate</i>	SS400
11.	<i>Locating Ring_EI365</i>	S45C
12.	<i>Slide core</i>	SKD61
13.	<i>Insert core</i>	SKD11
14.	<i>AnglePin_Z01</i>	SUJ2
15.	<i>Locking block</i>	SKS3
16.	<i>Manifold block</i>	S45C
17.	<i>Nozzle gate bushing</i>	S45C
18.	<i>Sprue Bushing_AG_26-5-R0</i>	S45C
19.	<i>Core stop block</i>	S45C
20.	<i>Spring_SWR_31-80</i>	S45C
21.	<i>Knock_Out_M_BSA_34</i>	SKD61
22.	<i>Bushing_M-GBA_35_1</i>	SUJ2
23.	<i>LeaderPin_M-SPN_35_2</i>	SUJ2
24.	<i>Cap Screw_M</i>	SCM 435
25.	<i>Connector_Plug_NPWN</i>	Brass (C3604)
26.	<i>Ball plunger</i>	SUJ2
27.	<i>Stripper plate ejection</i>	SKH51
28.	<i>Stripper ring</i>	SKH51
29.	<i>Baffle_BFPT</i>	SCM45
30.	<i>Eye Bolt</i>	SS400

4.8. Hasil Perhitungan Konstruksi

4.8.1. Hasil Perhitungan *Clamping Force*

Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan mesin injeksi yang akan digunakan. Hasil perhitungan *clamping force* yang dibutuhkan oleh *mold preform stick* T15 adalah 125,55 Ton seperti yang ditunjukkan pada (lampiran A.2). Tidak jauh berbeda dengan *clamping force* yang didapatkan oleh analisa moldflow yaitu 125 Ton, ditunjukkan pada gambar 4.40. Sehingga dipilih mesin yang memiliki kapasitas tonase 20% diatas *clamping force mold preform stick* T15 yaitu 150 Ton. Perancang memilih mesin injeksi yang memiliki 160 Ton gaya *clamping* untuk menahan gaya saat proses pengisian dan pendinginan.



Gambar 4.40. *Clamping Force*

4.8.2. Hasil Perhitungan Kekuatan *ejector*

Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan beban kritis yang dapat diterima oleh *stripper plate*, dimana beban *buckling* (beban *stripper plate*) harus dibandingkan dengan gaya yang diperlukan untuk mengeluarkan produk, dengan keliling *cavity* 879 mm dan tebal produk 2 mm. Pada kasus ini bahan *stripper plate* adalah SKH51 dengan diameter *stripper plate ejection* 13 mm dan panjang 150 mm, adapun hasil dari penentuan beban kritis yang diterima oleh *stripper plate* dimana *ejecting load* < *collapsing load* dan gaya *cavity* terhadap permukaan < *collapsing load* yaitu 350,649 N < 94311,93 N dan 3926,9 N < 94311,93 N,

hasil perhitungan dijelaskan pada (Lampiran A.4). Dengan adanya perhitungan tersebut maka diperoleh dimensi *stripper plate ejection* aman.

4.8.3. Hasil Perhitungan *Push Back Spring*

Push back spring berfungsi untuk mengembalikan *ejector plate*, dan *ejector pin* pada posisinya semula. Gaya minimal yang dibutuhkan pegas sama dengan gaya yang diakibatkan adanya gaya tekan akibat berat *ejector plate*, hasil yang diperoleh gaya per-satu pegas yaitu sebesar 75,17 N, (Lampiran A.6). kemudian menentukan spring berdasarkan 3 jenis spring pada katalog Misumi, yakni SWR 31-80, SWS 31-80, dan SWN 31-80. Pada Tabel 4.8, merupakan hasil perbandingan *spring* yang akan digunakan.

Tabel 4.7. Hasil Perbandingan *Spring*

Deskripsi	SWR 31-80	SWS 31-80	SWN 31-80
Panjang <i>Deflection</i> (mm)	40	32	24
Kedalaman Penerimaan <i>Spring</i> (mm)	42	50	58
<i>Initial Deflection</i> (mm)	8	0	-8
<i>Final Deflection</i> (mm)	38	30	22

Kemudian setelah mengetahui hasil dari Tabel 4.8, selanjutnya menentukan beban awal dan beban akhir pada *spring* ditunjukkan Tabel 4.9 yang sudah dijelaskan perhitungannya pada (Lampiran A.6).

Tabel 4.8. Hasil Perhitungan *Spring*

Deskripsi	SWR 31-80	SWS 31-80	SWN 31-80
<i>Spring Constant</i> (kgf/mm)	1,25	2,50	3,54
Beban Awal (kgf)	10	0	-28
Beban Akhir (kgf)	47,5	75	77,88

Berdasarkan perhitungan diatas, maka dilakukan pemilihan *spring* yang paling sesuai. Pertimbangan dalam pemilihan *spring* adalah beban awal dan beban akhir. Dalam pemilihan *spring* yang paling utama adalah beban awal dan beban akhir tidak terlalu keras, selain itu mengusahakan supaya *spring* tidak longgar (*oblag*). Berikut ini dijelaskan pemilihan *spring*.

1. SWR 31-80, beban awal dan akhir tidak terlalu keras.
2. SWS 31-80, beban akhir terlalu keras.
3. SWN 31-80, tidak ada beban awal dan spring longgar (*oblag*)

Pada perbandingan diatas bisa disimpulkan bahwa *spring* yang direkomendasikan untuk *return pin* dengan diameter 25 dan *stroke* 30 mm adalah SWR 31-80 yang beban awal dan akhir tidak terlalu keras.

4.8.4. Hasil Perhitungan Screw Core Stop Block

Hasil perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui diameter yang diijinkan pada sebuah baut *core stop block*, adapun jumlah total baut yaitu 8 buah baut dan menggunakan material *screw* SCM435 dengan hasil diameter 6,43 untuk lebih amannya dipilih diameter diatasnya yaitu M8. Perhitungan ditunjukkan pada (Lampiran A.7).

4.8.5. Hasil Perhitungan Eye Bolt

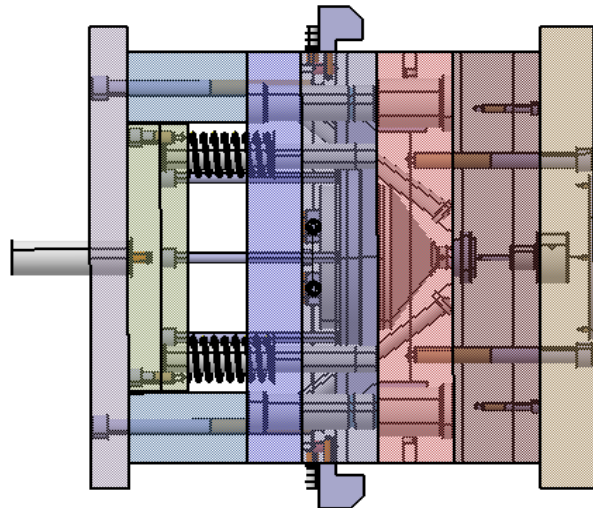
Eye bolt ini berfungsi untuk menahan berat *modal* saat proses pemindahan atau pergantian *modal* pada mesin injeksi, Maka dihitunglah diameter ijin baut pada *eye bolt*. Hasil perhitungan yang sudah terlampir pada (Lampiran A.8) adalah diameter yang diijinkan 20,14 dengan menggunakan material SS400, tetapi untuk lebih amannya dipilih diameter M24.

4.9. Proses Kerja Slider Mold

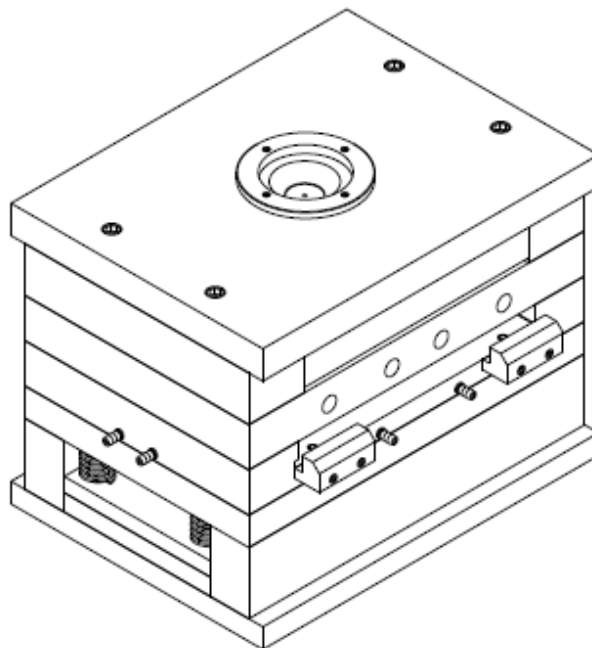
Proses kerja sistem *slider mold* ketika awal injeksi sampai menjadi produk *preform stick* T15 akan dijelaskan pada langkah-langkah berikut ini.

4.9.1. *Molding Close*

Cetakan tertutup inilah proses pengisian dan pendinginan material yang telah membentuk produk *preform stick* T15, sehingga pada proses ini tidak ada *plate* yang terbuka. Gambar 4.41 menunjukkan cetakan dalam keadaan tertutup atau *molding close*.



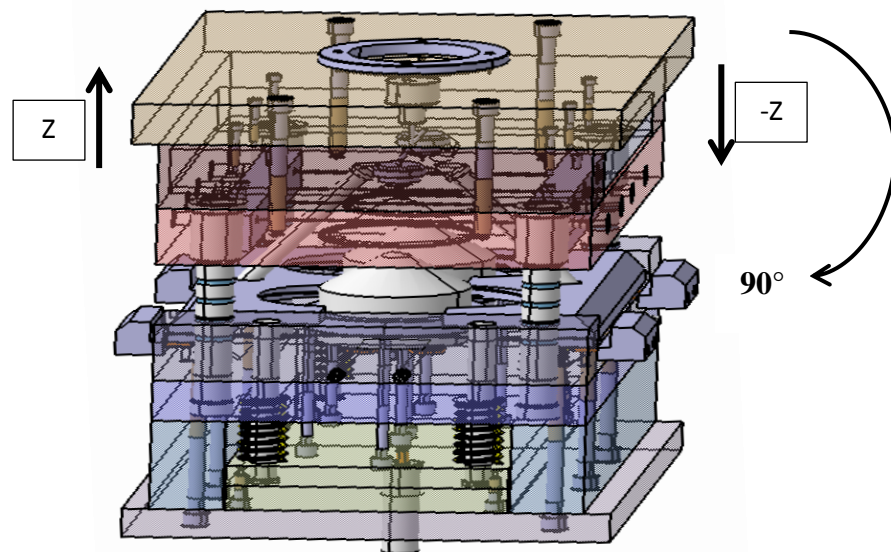
Gambar 4.41. *Molding close (horizontal)*



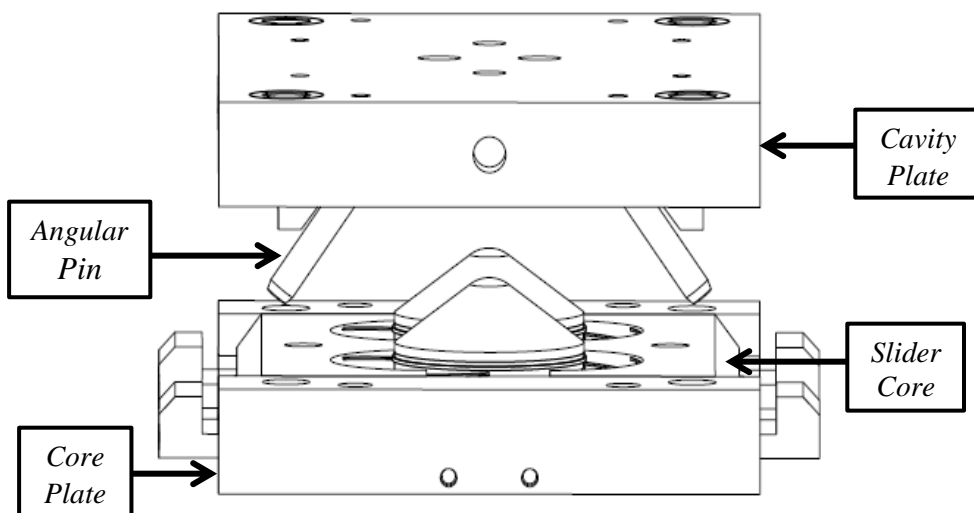
Gambar 4.42. *Molding close (Isometric 2D)*

4.9.2. Molding Open (1/2)

Proses kerja *molding* dengan sistem *slider mold* ini jika dilihat pada posisi *vertical*, tahap pertama posisi *clamping unit* menarik bagian *bottom clamping plate* ke arah $-Z$. proses kerja dari slider sendiri ini saat membuka *mold* dengan bukaan bebas 72 mm dipandu dengan kemiringan *angular pin* yang sudah dipasang tetap pada bagian *cavity plate*. Gambar dibawah ini menunjukkan bukaan bebas *slider* yaitu 72 mm dan dengan jarak 75mm antara *cavity* dan *core plate*, ditunjukkan pada gambar 4.43 dan 4.44.



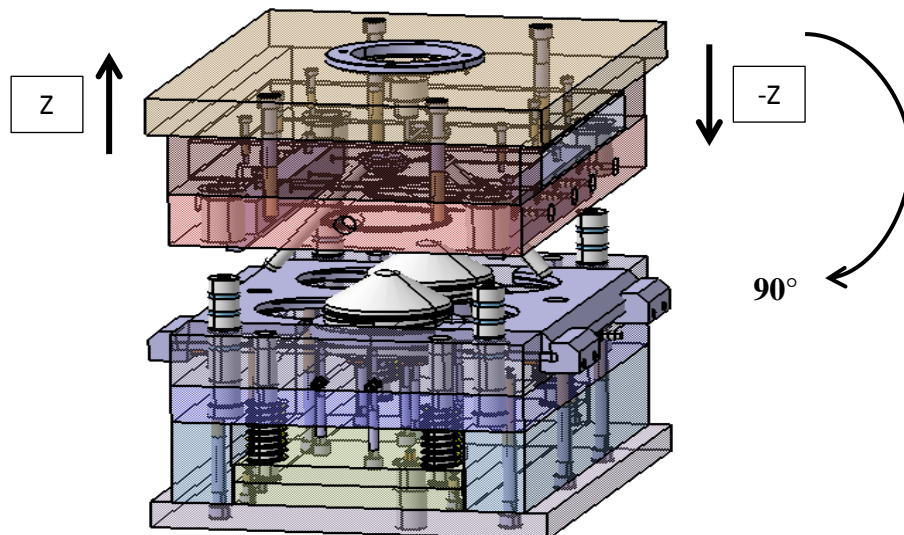
Gambar 4.43. Molding open 1/2 (vertical)



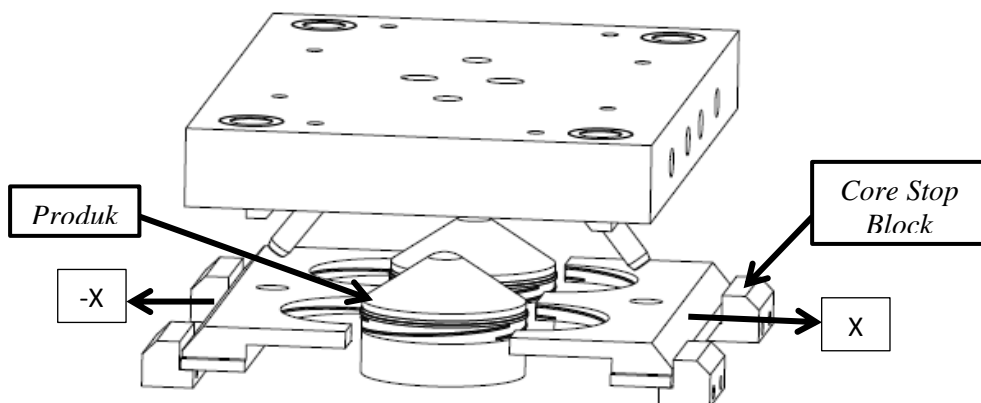
Gambar 4.44. Molding open 1/2 (Isometric 2D)

4.9.3. Molding Open Full (Slider)

Pada bukaan *full* cetakan, bagian *clamping unit* masih menarik *bottom clamping plate* ke arah $-Z$ yang mengakibatkan *plate core*, *insert core*, *slider core*, dan *cavity* terbuka, serta berhenti ketika sudah diatur oleh sistem kontrol pada mesin injeksi. Pada bukaan *full* ini *slider* akan membuka dengan mengikuti kemiringan dari *angular pin* 37° sebagai pemandu untuk membuka sebuah ulir yang ada pada produk *preform stick* T15. Bukaan bebas pada *slider* yaitu 190 mm dengan ditahan oleh *core stop block* agar tidak lepas, serta jarak bukaan cetakan *core plate* dan *cavity plate* yaitu 125 mm. Adapun gambar 4.45 dan 4.46 menunjukkan bukaan cetakan *full (slider)*.



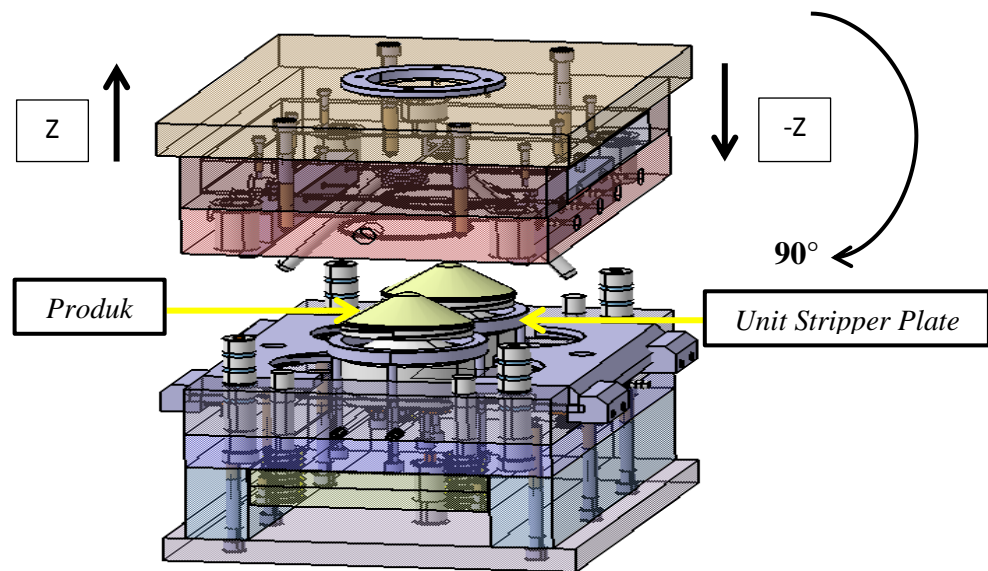
Gambar 4.45. Molding open full slider (Vertical)



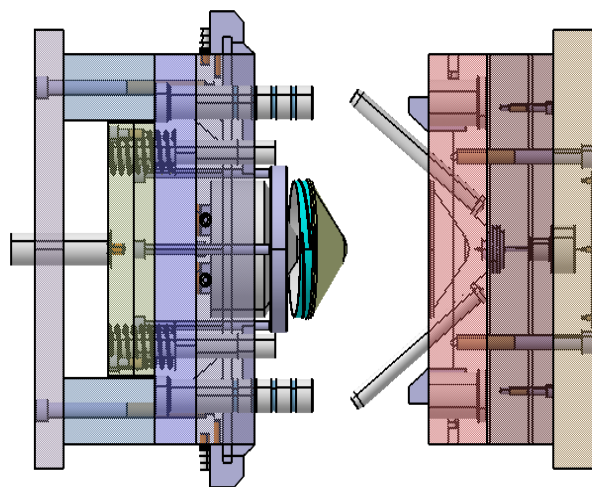
Gambar 4.46. Molding open full slider (Isometric 2D)

4.9.4. Molding Open dan Ejection Produk

Tahap pengeluaran produk (*ejection produk*) ketika dilihat dengan posisi *vertical* dengan satu *unit stripper plate* proses kerjanya yaitu dengan mendorong produk *preform stick* T15 dengan arah Z, akibat gaya dorong dari *knockout* yang mendorong *ejector back plate* dan *ejector plate* secara otomatis mendorong produk *preform* keluar dari cetakan dengan kebutuhan *stroke* 30 mm. Bagian yang untuk mengembalikan sebuah *unit stripper plate* dan *ejector plate*, serta *ejector back plate* pada bagian semula maka dibutuhkan gaya *spring*. Pada gambar 4.47 dan 4.48 menunjukkan *mold ejection* produk.



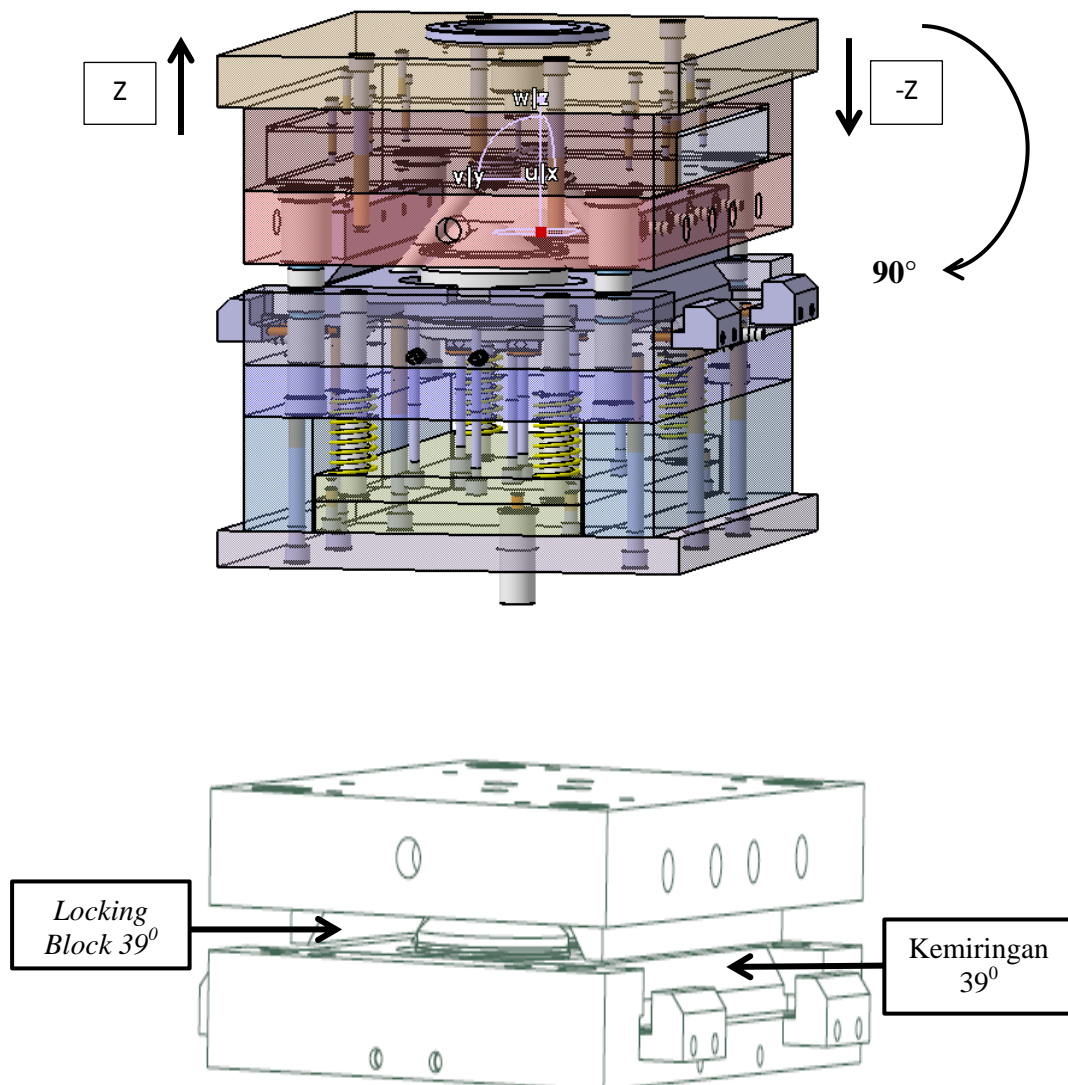
Gambar 4.47. Molding open dan ejection produk (*vertical*)



Gambar 4.48. Molding open dan ejection produk (*horizontal*)

4.9.5. Locking Block

Tahap terakhir setelah pengeluaran produk, proses selanjutnya yaitu cetakan menutup (*molding close*). Ketika cetakan bergerak menutup dengan dorongan dari *clamping unit* maka dari *angular pin* dengan kemiringan 37° ini akan memandu lubang yang sudah ada dibagian *slider core*, kemudian pada kemiringan bagian *locking block* dengan kemiringan 39° bertatapan pada bagian *slider*, dengan bertujuan untuk menahan *slide core (slider)* yang didorong tidak mundur saat tekanan injeksi. Gambar 4.49 menunjukkan proses kerja *locking block*.



Gambar 4.50. Locking block (Isometric 2D)

4.10. Kebutuhan Mesin

Tabel 4.10, menunjukkan kebutuhan mesin cetakan injeksi yang akan digunakan saat proses pembuatan produk *preform stick* T15.

Tabel 4.9. Data kebutuhan mesin injeksi

Data Kebutuhan Mesin	
<i>Clamping force</i>	125 Ton
<i>Opening stroke</i>	625 mm
<i>Mould height, fixed</i>	465 mm
<i>Platen daylight fixed</i>	700
<i>Distance between tie bars</i>	450 x 600
<i>Weight of movable mould half</i>	129,97 kg
<i>Ejector stroke</i>	30 mm

Kebutuhan mesin di atas, maka ditentukan mesin Arburg AllRounder 570S dengan maximum *clamping force* 160 Ton. Adapun spesifikasi sudah terlampir pada (Lampiran C).