

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 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 menunjukkan daftar tuntutan perancangan. Tabel 4.3 menunjukkan karakteristik *polypropylene*.

Tabel 4-1 Data produk.

Data Produk	
Nama	Gabungan sendok dan garpu
Warna	Putih
Material	<i>Polypropylene</i>
Dimensi produk	150 mm x 35 mm x 18 mm
Tebal produk	2 mm

Tabel 4-2 Daftar tuntutan perancangan.

Daftar Tuntutan	
Jenis <i>mold</i>	<i>Two plate mold</i>
Jumlah <i>cavity</i> dan <i>core</i>	10
Standar <i>moldbase</i>	LKM

Tabel 4-3 Karakteristik *polypropylene*.

Berat jenis	gr/ cm ²	0.83 – 0.90
<i>Mold temperature</i>	⁰ C	20 – 100 ⁰ C
<i>Melt temperature</i>	⁰ C	200 – 300 ⁰ C

4.1.1 Menentukan ukuran runner optimal

Dalam menentukan ukuran *runner* dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D = 1,5 \times S_{\max}$$

Diketahui

$$S_{\max} = 2 \text{ mm}$$

Ditanya D (diameter runner)?

Jawab:

$$\begin{aligned} D &= 1,5 \text{ mm} \times 2 \text{ mm} \\ &= 3 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungannya di atas ukuran *runner* yang disarankan adalah *runner* dengan diameter 3 mm, ukuran tersebut yang selanjutnya akan digunakan pada penelitian ini.

4.1.2 Menentukan lokasi gate optimal

Lokasi *gate* yang akan sangat berpengaruh pada cacat produk yaitu cacat *air traps* dan *weld line*, oleh karena itu hal pertama yang dilakukan adalah memilih lokasi *gate* optimal yang akan digunakan pada analisis selanjutnya. Pada penelitian ini ada tiga lokasi *gate* yang berbeda, dari ketiga lokasi *gate* tersebut kemudian dipilih lokasi *gate* dengan rasio cacat yang kecil. Pada ketiga uji coba lokasi *gate* memiliki parameter yang sama sebagai berikut:

Tabel 4-4 Parameter uji coba lokasi gate.

Parameter yang digunakan	
Jenis <i>gate</i>	<i>Pin</i>
Diameter <i>runner</i>	3
Jenis <i>runner</i>	<i>Circular</i>
<i>Melt temperature</i>	200 °C
<i>Mold temperature</i>	50 °C
<i>Max pressure injection</i>	200 MPa
Jumlah <i>cavity</i> dan <i>core</i>	1

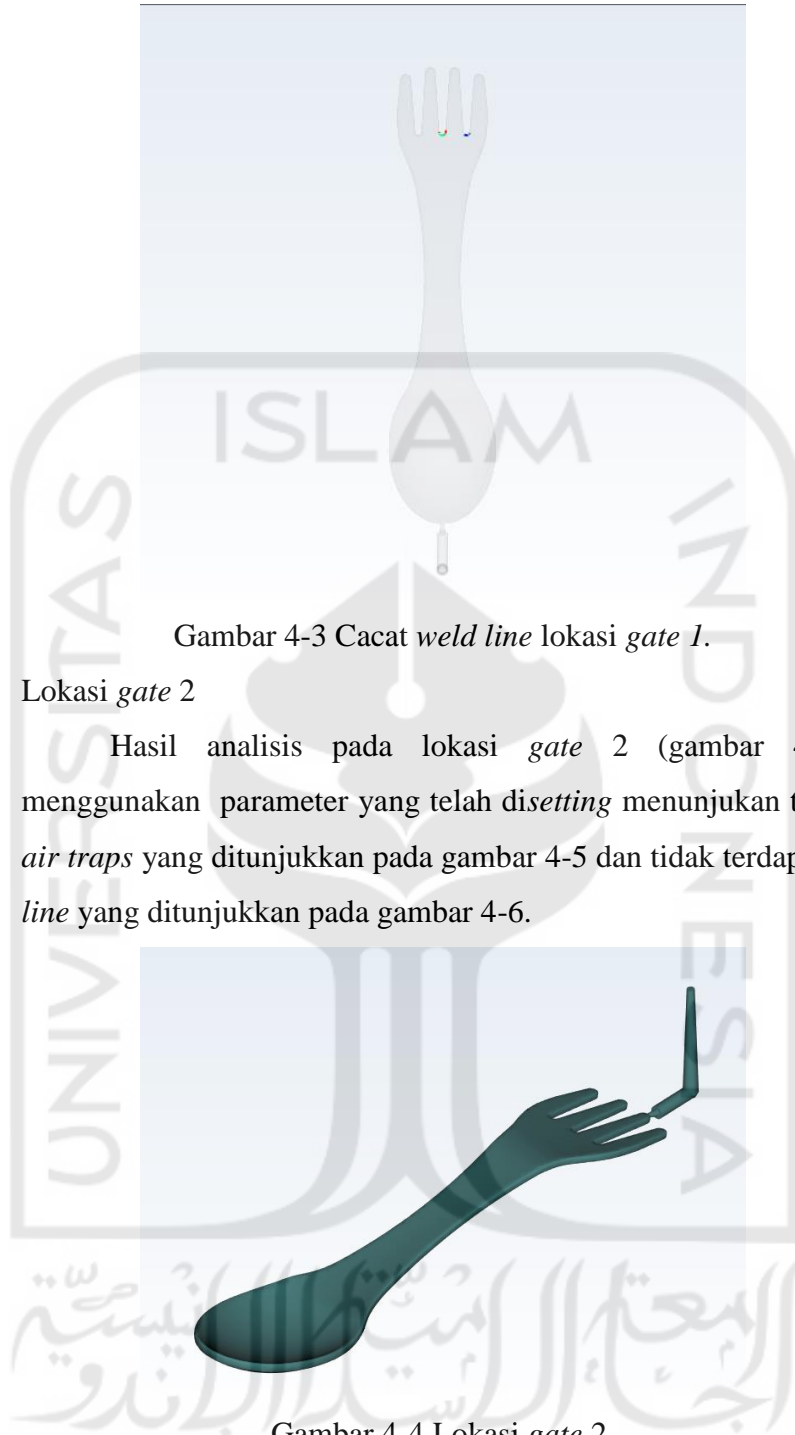
1. Lokasi *gate* 1

Hasil analisis pada lokasi *gate* 1 (gambar 4-1) dengan menggunakan parameter yang telah *disetting* menunjukkan terdapat cacat *air traps* yang ditunjukkan pada gambar 4-2 dan cacat *weld line* pada bagian garpu yang ditunjukkan pada gambar 4-3.



Gambar 4-1 Lokasi *gate* 1.

Gambar 4-2 Cacat *air traps* lokasi *gate* 1.

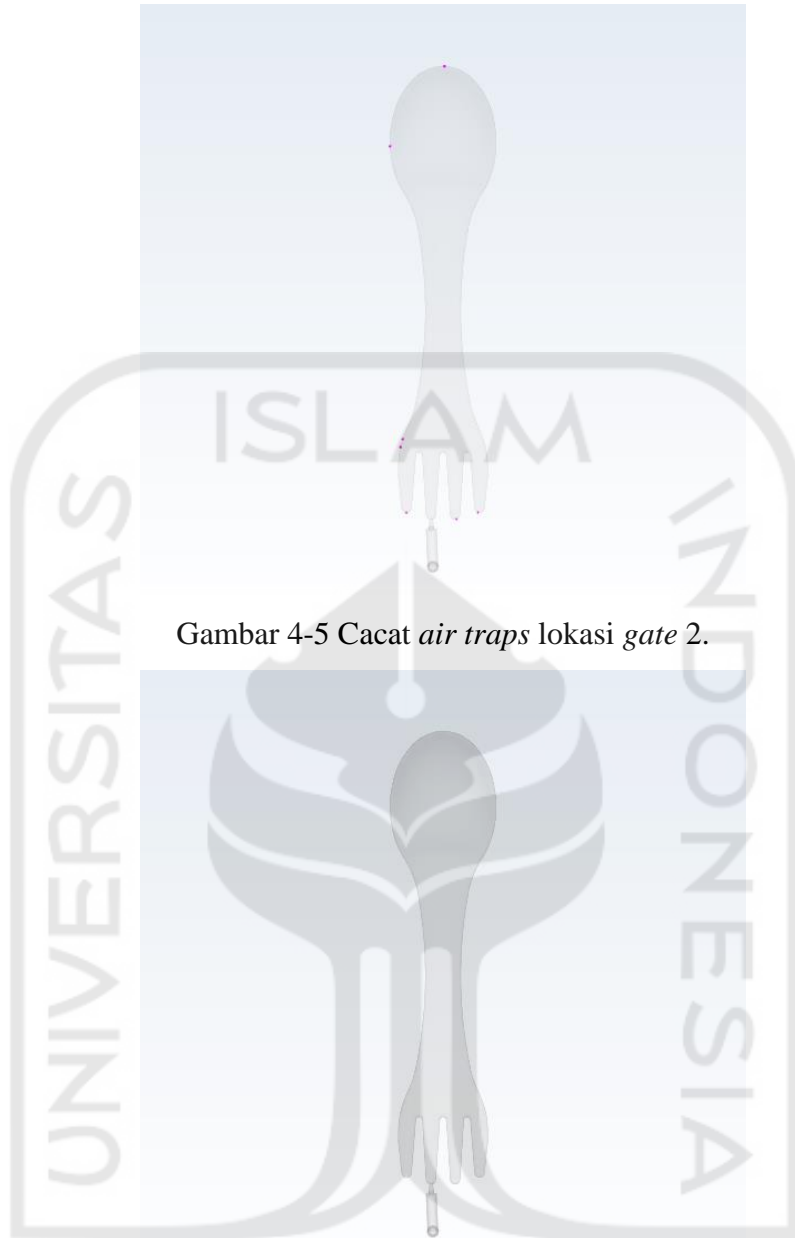


Gambar 4-3 Cacat *weld line* lokasi *gate 1*.

2. Lokasi *gate 2*

Hasil analisis pada lokasi *gate 2* (gambar 4-4) dengan menggunakan parameter yang telah *disetting* menunjukkan terdapat cacat *air traps* yang ditunjukkan pada gambar 4-5 dan tidak terdapat cacat *weld line* yang ditunjukkan pada gambar 4-6.

Gambar 4-4 Lokasi *gate 2*.



Gambar 4-5 Cacat *air traps* lokasi *gate 2*.



Gambar 4-6 Cacat *weld line* lokasi *gate 2*.

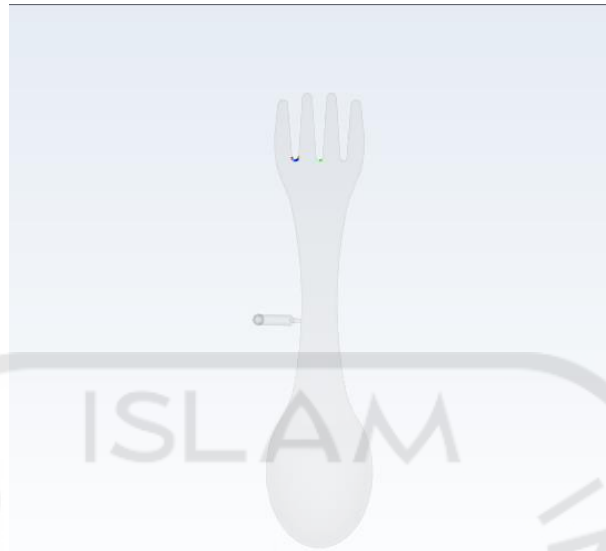
3. Lokasi *gate* 3

Hasil analisis pada lokasi *gate* 3 (gambar 4-7) dengan menggunakan parameter yang telah *disetting* menunjukkan terdapat cacat *air traps* yang ditunjukkan pada gambar 4-8 dan cacat *weld line* pada bagian garpu yang ditunjukkan pada gambar 4-9.



Gambar 4-7 Lokasi *gate* 3.

Gambar 4-8 Cacat *air traps* lokasi *gate* 3.



Gambar 4-9 Cacat *weld line* lokasi *gate* 3.

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, lokasi *gate* 2 merupakan yang paling optimal walaupun masih terdapat cacat *air traps* tetapi tidak terdapat cacat *weld line* pada lokasi *gate* tersebut. Sedangkan lokasi *gate* pertama dan ketiga terdapat cacat *air traps* dan cacat *weld line*.

4.2 Hasil Analisis *Layout* dan *Runner System*

Analisis variasi *runner system* pada *layout grid* dan *layout radial* menggunakan 10 buah *cavity* yang bertujuan untuk memaksimalkan dimensi *mold*. Analisis tersebut bertujuan untuk mendapatkan *layout* yang paling optimal dengan *fill time* yang cepat, cacat *weld line* dengan rasio terkecil dan *injection pressure* yang rendah.

4.2.1 Variasi *runner system* pada *layout grid*

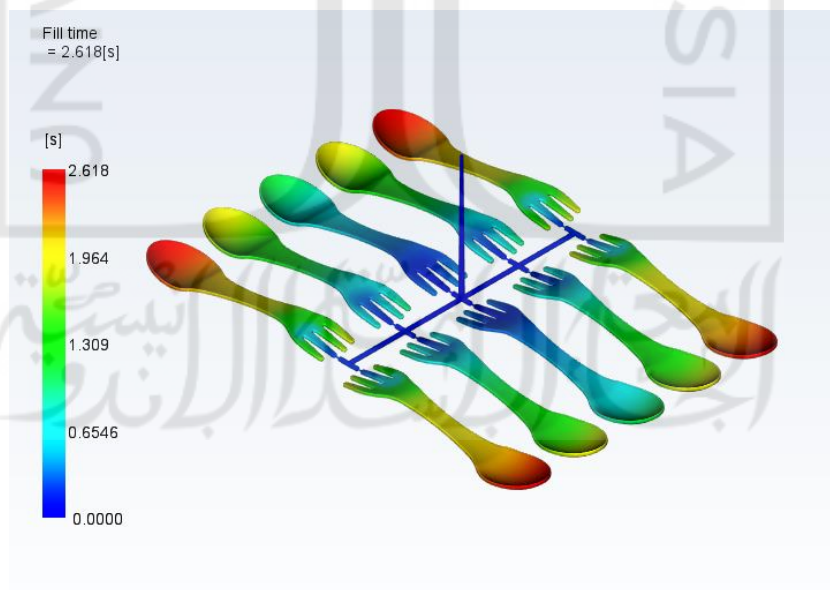
Hasil analisis *fill time*, *injection pressure*, *quality prediction* dan cacat *weld line* pada *layout grid* menggunakan variasi *runner system* H dan *block* yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini dengan *setting* parameter konstan. Parameter yang digunakan pada analisis variasi *runner system* dapat dilihat pada tabel 4-5:

Tabel 4-5 Parameter variasi *runner system* pada *layout grid*.

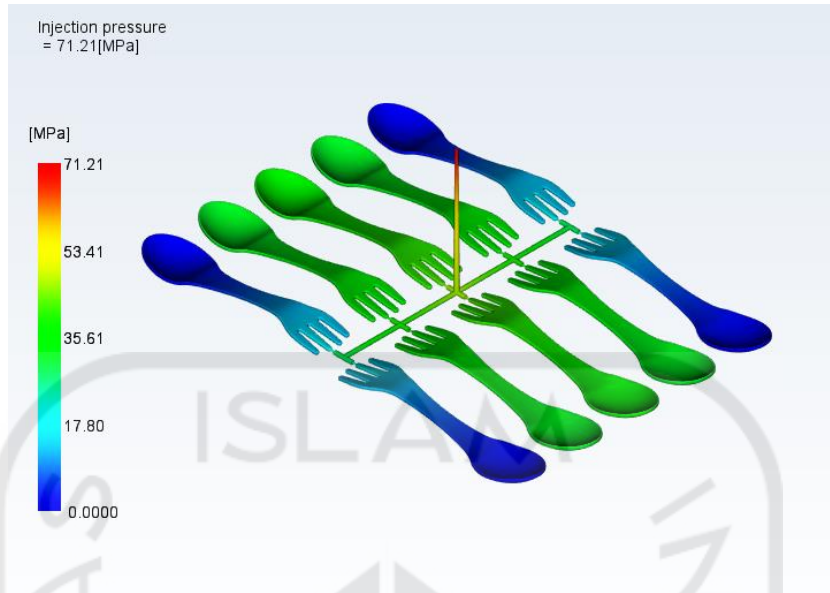
Parameter yang digunakan	
<i>layout</i>	<i>Grid</i>
<i>Layout runner</i>	H dan <i>block</i>
Jenis <i>runner</i>	<i>Circular</i>
Ukuran <i>runner</i>	Diameter 3 mm
Jumlah <i>cavity</i>	10
<i>Mold temperature</i>	50 °C
<i>Max pressure injection</i>	200 MPa
<i>Melt temperature</i>	200 °C

a) *Runner system* H

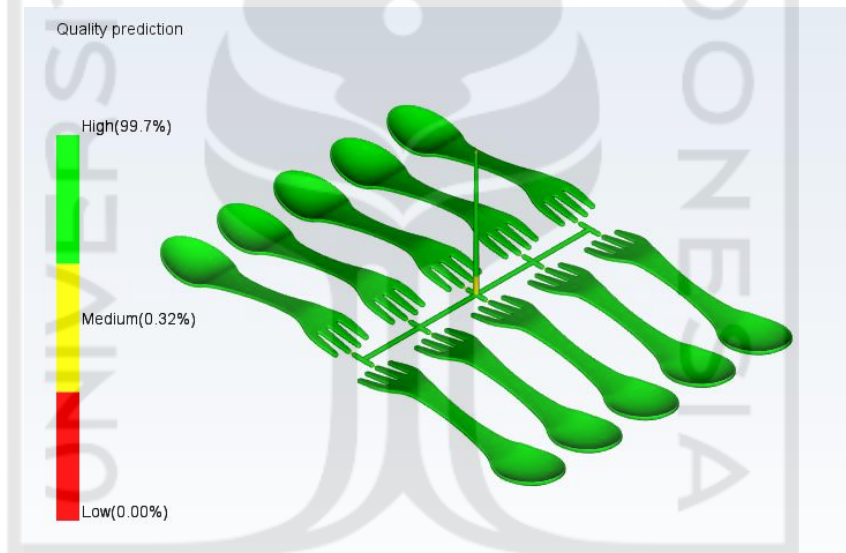
Hasil analisis *runner system* H menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan selama 2,618 detik seperti pada gambar 4-10 dan *pressure* yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan sebesar 71,21 MPa yang ditunjukkan pada gambar 4-11. *Quality prediction* menunjukkan sebesar 99,7% seperti pada gambar 4-12, sedangkan tidak terdapat cacat *weld line* seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-13.



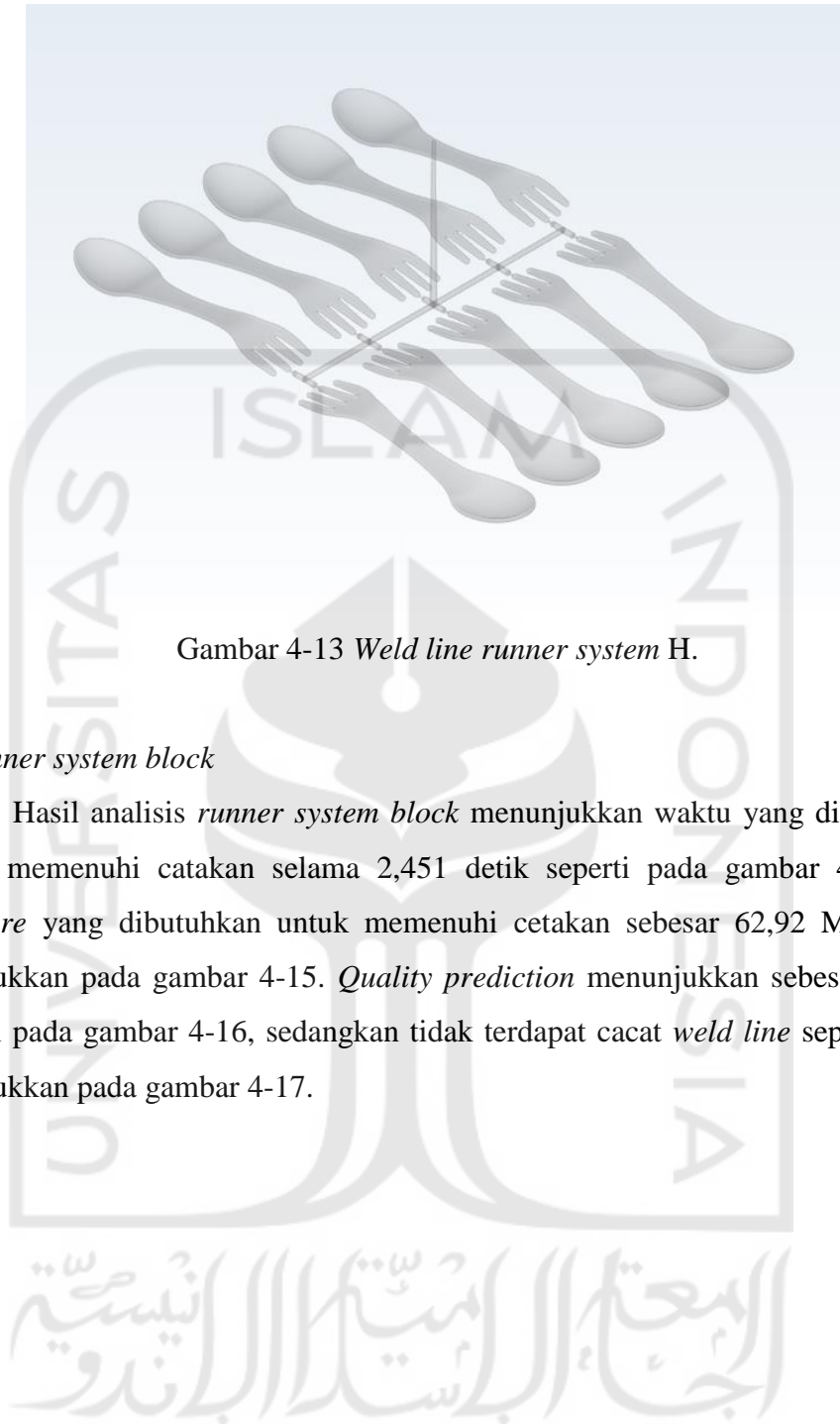
Gambar 4-10 *Fill time runner system* H.



Gambar 4-11 *Injection pressure runner system H.*



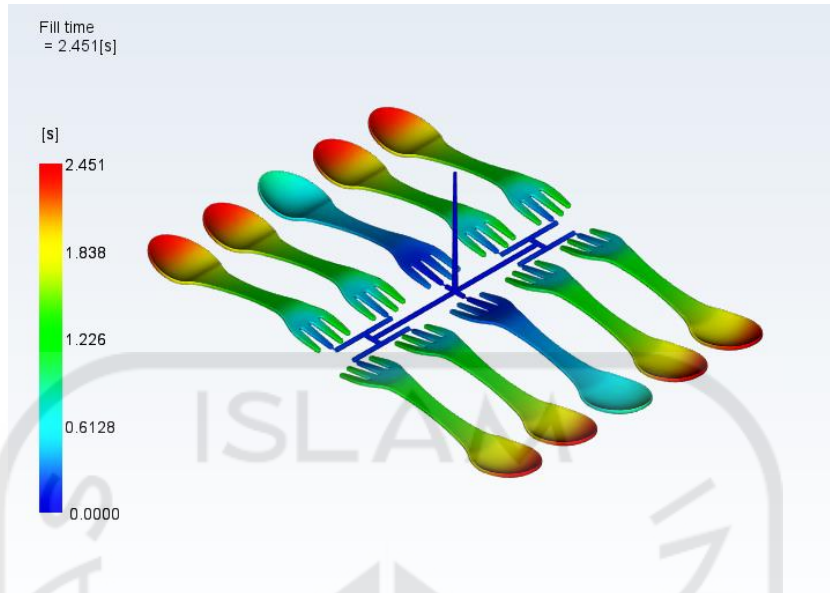
Gambar 4-12 *Quality prediction runner system H.*



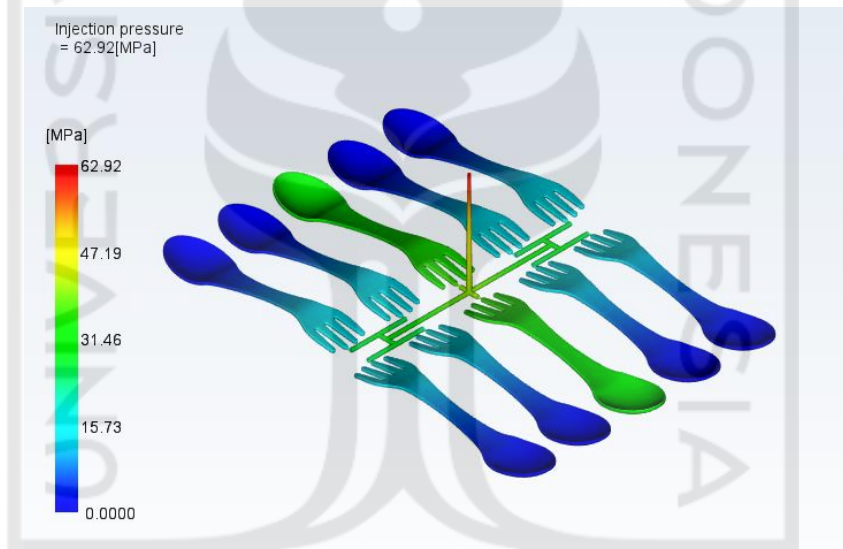
Gambar 4-13 *Weld line runner system H*.

b) *Runner system block*

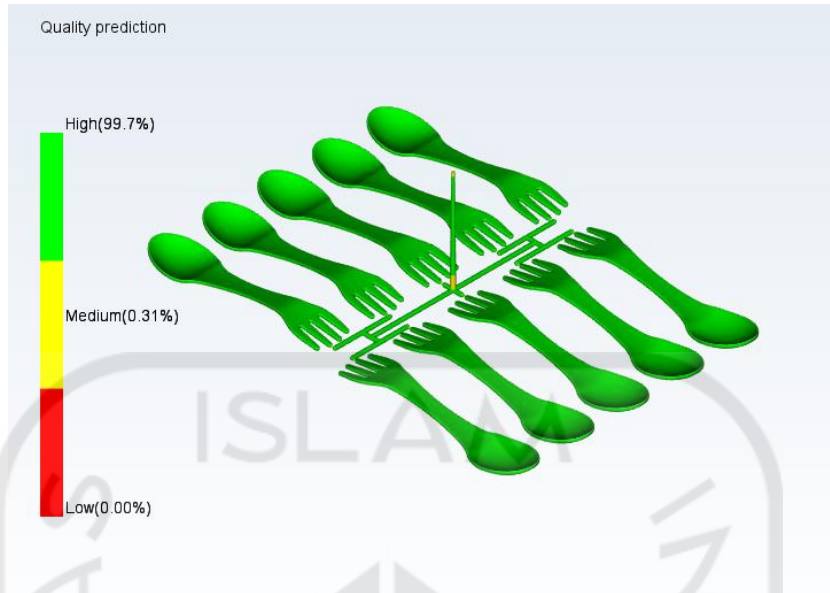
Hasil analisis *runner system block* menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan selama 2,451 detik seperti pada gambar 4-14 dan *pressure* yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan sebesar 62,92 MPa yang ditunjukkan pada gambar 4-15. *Quality prediction* menunjukkan sebesar 99,7% seperti pada gambar 4-16, sedangkan tidak terdapat cacat *weld line* seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-17.



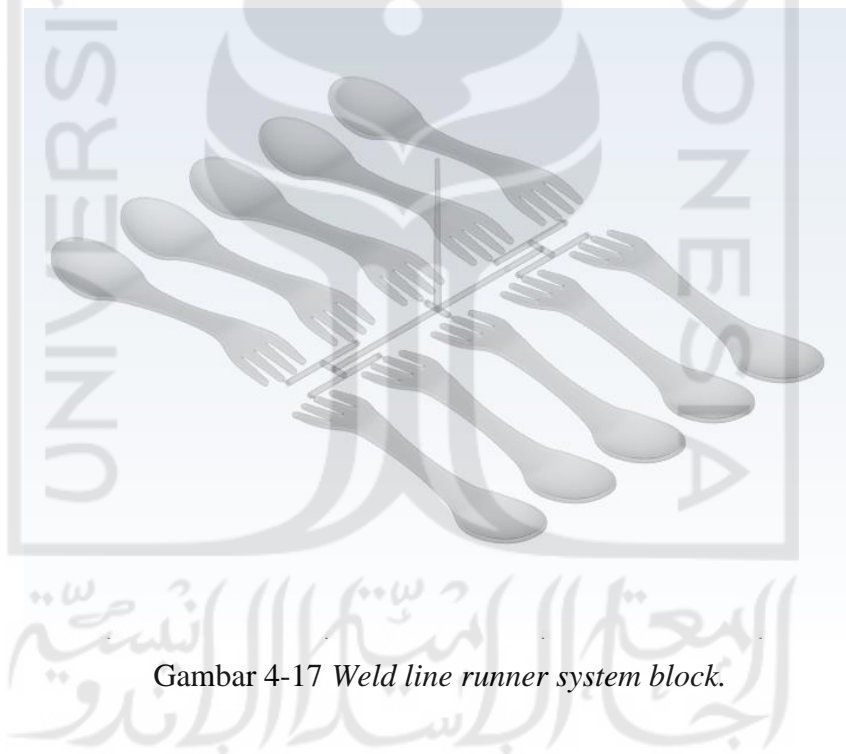
Gambar 4-14 *Fill time runner system block.*



Gambar 4-15 *Injection pressure runner system block.*



Gambar 4-16 *Quality prediction runner system block.*



Gambar 4-17 *Weld line runner system block.*

Tabel 4-6 Hasil analisis *layout grid*.

No	Hasil analisis	<i>Runner system</i>	
		<i>Runner system H</i>	<i>Runner system block</i>
1	<i>Filling time (s)</i>	2,618	2,451
2	<i>Injection pressure (MPa)</i>	71,21	62,92
3	<i>Quality prediction</i>	<i>Quality prediction</i> menunjukkan 99.7% seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-12	<i>Quality prediction</i> menunjukkan 99.7% seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-16
4	<i>Weld lines</i>	Tidak terdapat cacat <i>weld line</i> seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-13.	Tidak terdapat cacat <i>weld line</i> seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-17.

Dari analisis yang telah dilakukan *runner system block* memiliki waktu pengisian selama 2,451 detik (gambar 4-14) beda selisih sedikit dari *runner system H* yang memiliki waktu 2,618 detik (gambar 4-10), *pressure injection* yang dibutuhkan *runner system block* untuk memenuhi rongga cetakan sebesar 62,72 MPa (gambar 4-15) lebih sedikit dari *runner system H* yang sebesar 71,21 MPa (gambar 4-11). Keduanya memiliki *quality prediction* yang sama yaitu 99,7% (gambar 4-16 dan gambar 4-12) dan tidak terdapat cacat *weld line* pada kedua *runner system*. Oleh karena itu untuk proses selanjutnya yaitu perancangan *mold unit*, *runner system* yang akan digunakan adalah tipe *block* karena memiliki *fill time* dan *injection pressure* yang lebih optimal.

4.2.2 Variasi *runner system* pada *layout radial*

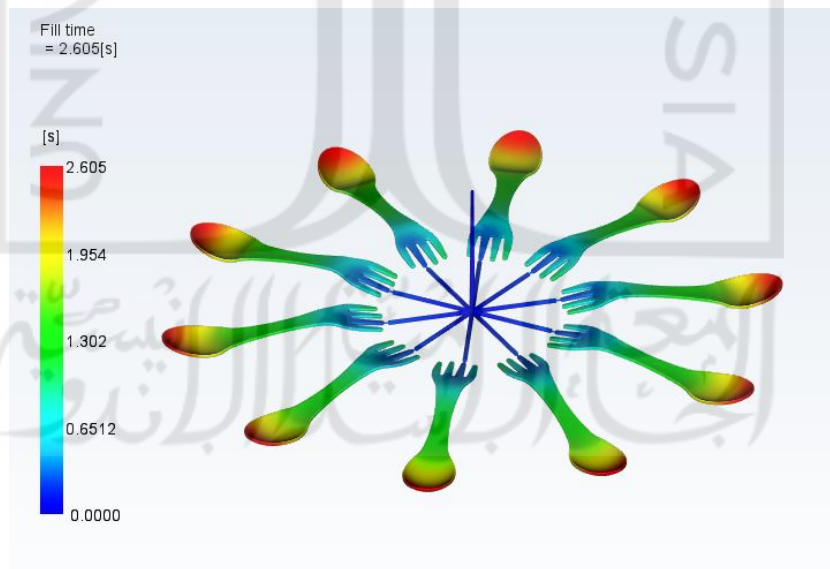
Hasil analisis *fill time*, *injection pressure*, *quality prediction* dan cacat *weld line* pada *layout radial* menggunakan variasi *runner system star* dan *block* yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini dengan *setting* parameter konstan. Parameter yang digunakan pada analisis variasi *runner system* adalah sebagai berikut:

Tabel 4-7 Parameter variasi *runner system* pada *layout radial*.

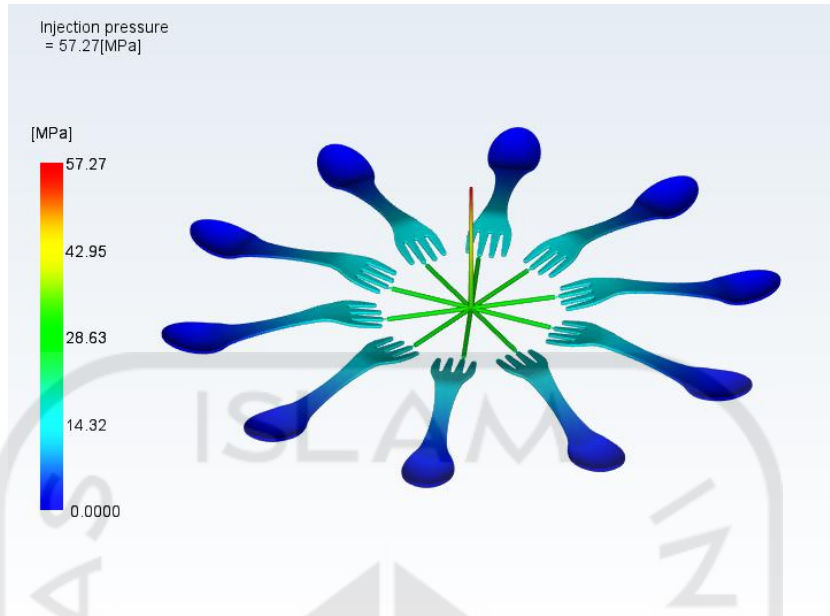
Parameter yang digunakan	
<i>layout</i>	<i>Radial</i>
<i>Layout runner</i>	<i>Star dan block</i>
Jenis <i>runner</i>	<i>Circular</i>
Ukuran <i>runner</i>	Diameter 3
Jumlah <i>cavity</i>	10
<i>Mold temperature</i>	50 °C
<i>Max pressure injection</i>	200 MPa
<i>Melt temperature</i>	200 °C

a) *Runner system star*

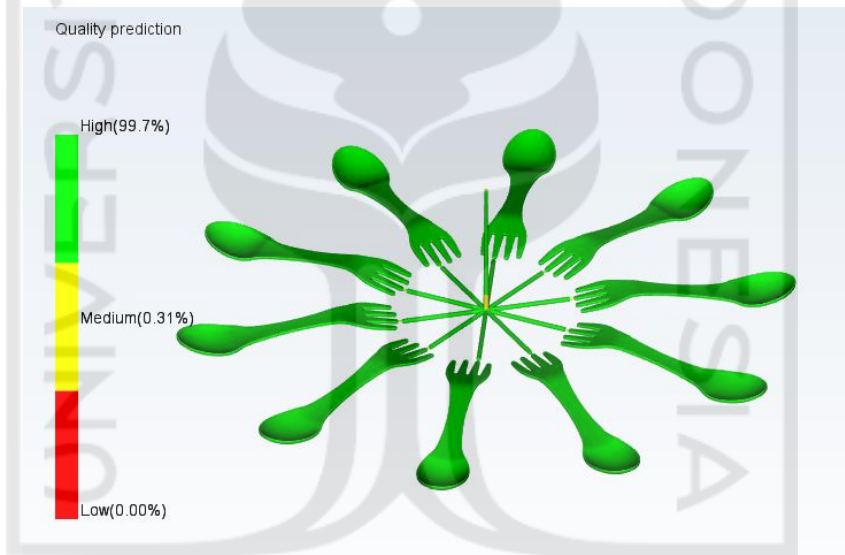
Hasil analisis *runner system star* menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan selama 2,605 detik seperti pada gambar 4-18 dan *pressure* yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan sebesar 57,27 MPa yang ditunjukkan pada gambar 4-19. *Quality prediction* menunjukkan sebesar 99,7% seperti pada gambar 4-20, sedangkan terdapat cacat *weld line* seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-21.



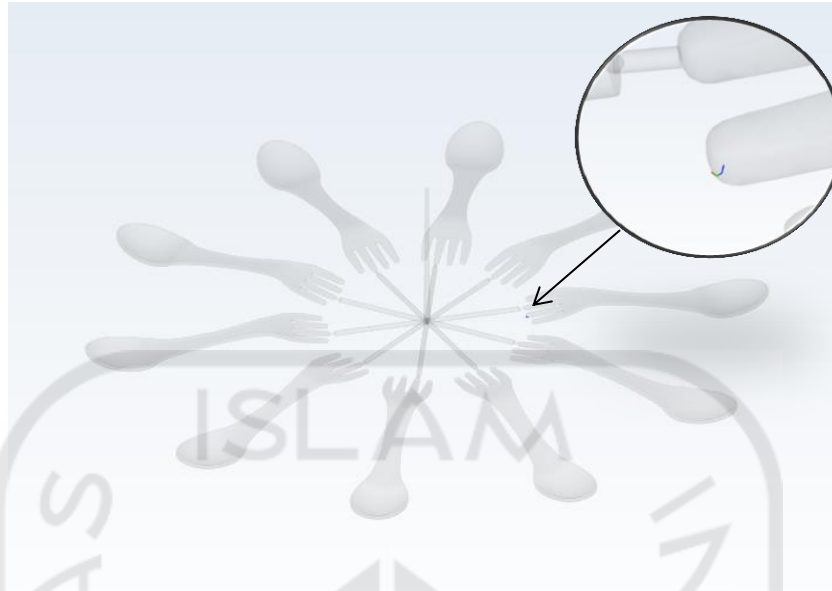
Gambar 4-18 *Fill time runner system star*.



Gambar 4-19 *Injection pressure runner system star.*



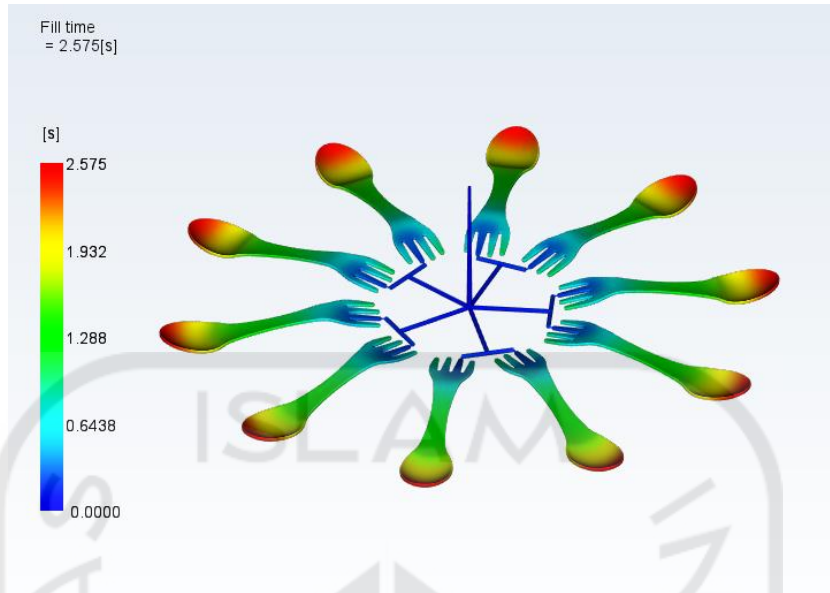
Gambar 4-20 *Quality prediction runner system star.*



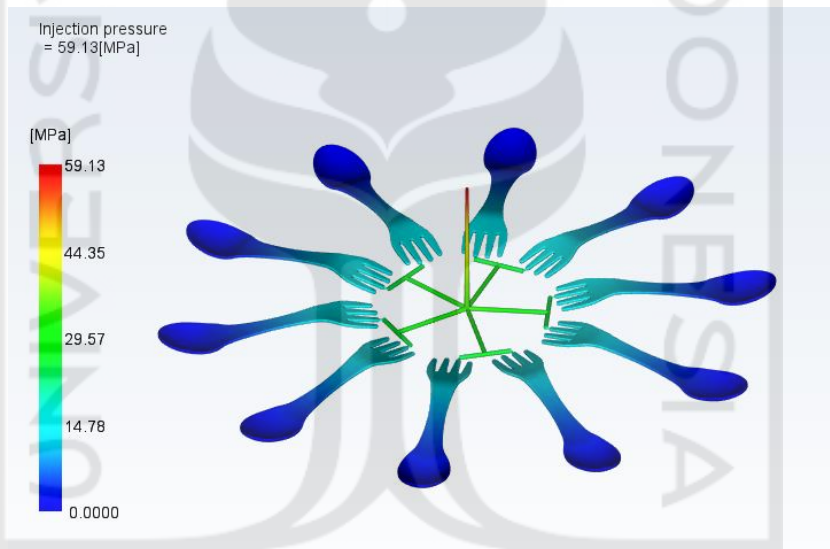
Gambar 4-21 *Weld line runner system star*.

b) *Runner system block*

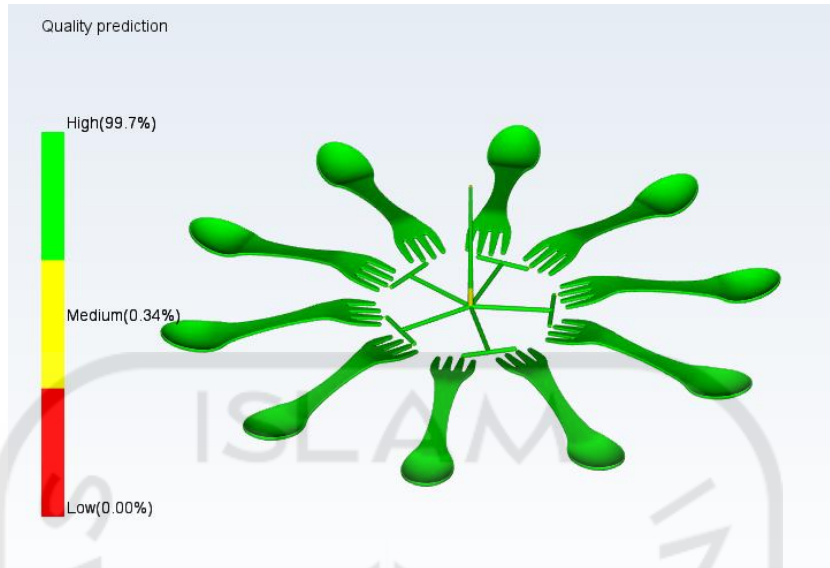
Hasil analisis *runner system block* menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan selama 2,575 detik seperti pada gambar 4-22 dan *pressure* yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan sebesar 59,13 MPa yang ditunjukkan pada gambar 4-23. *Quality prediction* menunjukkan sebesar 99,7% seperti pada gambar 4-24, sedangkan terdapat cacat *weld line* seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-25.



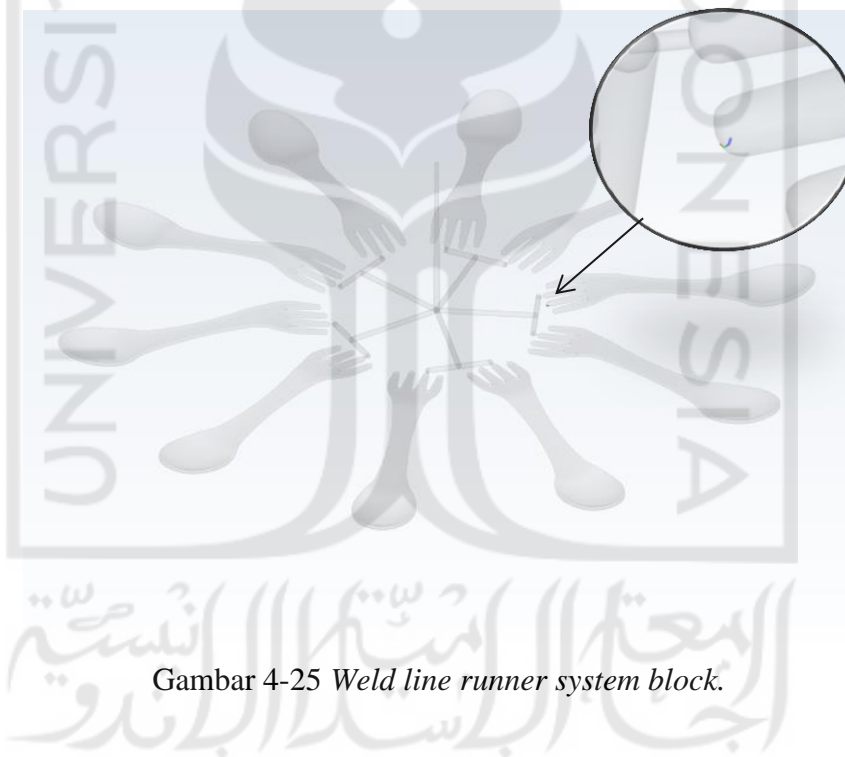
Gambar 4-22 *Fill time runner system block.*



Gambar 4-23 *Injection pressure runner system block.*



Gambar 4-24 *Quality prediction runner system block.*



Gambar 4-25 *Weld line runner system block.*

Tabel 4-8 Hasil analisis *layout radial*.

No	Hasil analisis	<i>Runner system</i>	
		<i>Runner system star</i>	<i>Runner system block</i>
1	<i>Filling time (s)</i>	2,605	2,575
2	<i>Injection pressure (MPa)</i>	57,27	59,13
3	<i>Quality prediction</i>	<i>Quality prediction</i> menunjukkan 99.7% seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-20	<i>Quality prediction</i> menunjukkan 99.7% seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-24
4	<i>Weld lines</i>	Terdapat cacat <i>weld line</i> seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-21.	Terdapat cacat <i>weld line</i> seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-25.

Dari analisis yang telah dilakukan *runner system star* memiliki waktu pengisian selama 2,605 detik (gambar 4-18) beda selisih sedikit dari *runner system block* yang memiliki waktu 2,575 detik (gambar 4-22), *pressure injection* yang dibutuhkan *runner system star* untuk memenuhi rongga cetakan sebesar 57,27 MPa (gambar 4-19) lebih sedikit dari *runner system H* yang sebesar 59,13 MPa (gambar 4-23). Keduanya memiliki *quality prediction* yang sama yaitu 99,7% dan terdapat cacat *weld line* pada kedua *runner system*. Oleh karena itu untuk proses selanjutnya yaitu perancangan *mold unit*, *runner system* yang akan digunakan adalah tipe *block* karena memiliki *fill time* yang lebih optimal.

4.3 Perancangan Mold Berdasarkan Produk Plastik

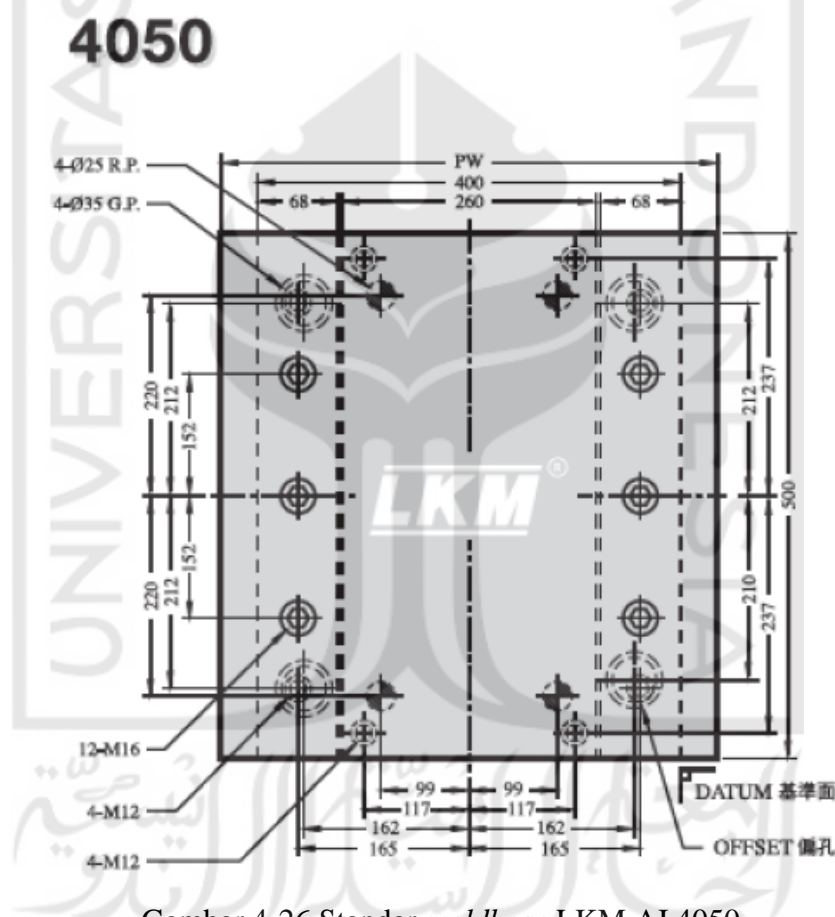
Penentuan *moldbase* dilakukan berdasarkan data hasil analisis *layout* dan *runner system*. Ada dua tipe *layout* yang akan dirancang menjadi *mold unit* yaitu *layout grid* dengan dimensi *core* dan *cavity* 232 x 359 mm dan *layout radial* dengan dimensi *core* dan *cavity* 430 x 439 mm.

4.3.1 Langkah urutan desain

4.3.1.1 Moldbase layout grid

1. Moldbase

Pada produk gabungan sendok garpu *layout grid* yang akan digunakan adalah standar *moldbase* LKM AI 4050 ditunjukkan pada gambar 4-26. Adapun dasar penentuan material plat dan komponen *mold* ini mengacu pada *mold basic* desain *textbook* dengan rujukan langsung dari standar LKM sebagai produsen pembuatan komponen *moldbase*.



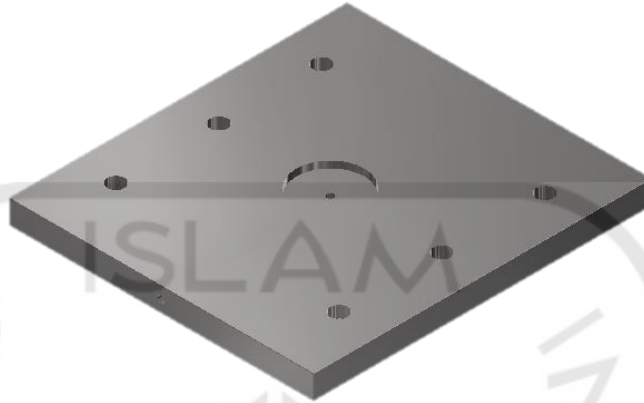
Gambar 4-26 Standar *moldbase* LKM AI 4050.

(Sumber : LKM, 2015)

2. Top clamping plate

Merupakan plat utama yang berfungsi untuk mengikat keseluruhan *system plastic injection molding*. *Top calmping* terletak pada bagian atas (*stanionary plate* dan *movable plate*). *Top clamping* ini menggunakan material S55C yang

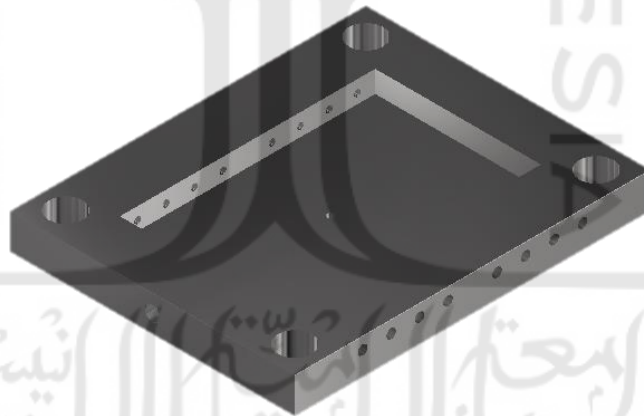
dibuat dari bahan *carbon steel*. Gambar 4-27 menunjukkan pemodelan dari *top clamping*.



Gambar 4-27 *Top clamping plate*.

3. *Cavity plate*

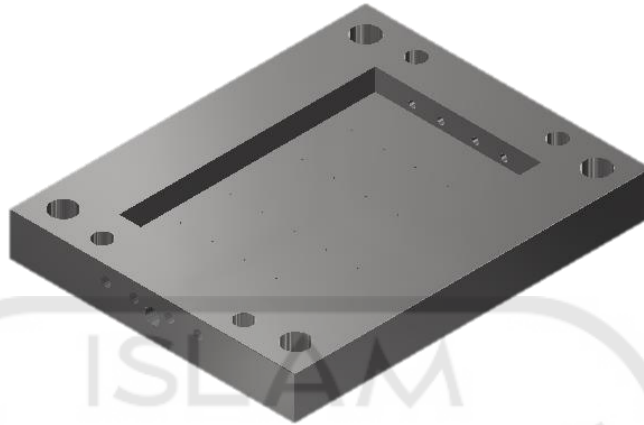
Plat yang digunakan untuk menahan *cavity*. Gambar *cavity plate* ditunjukkan pada gambar 4-28.



Gambar 4-28 *Cavity plate*.

4. *Core plate*

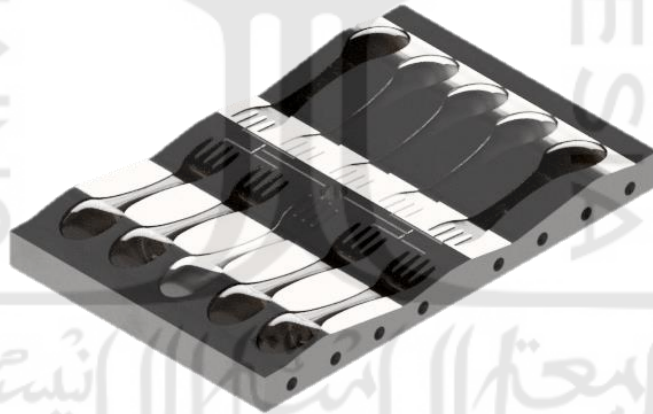
Plat yang digunakan untuk menahan *core*. Gambar *core plate* ditunjukkan pada gambar 4-29.



Gambar 4-29 *Core plate*.

5. *Cavity*

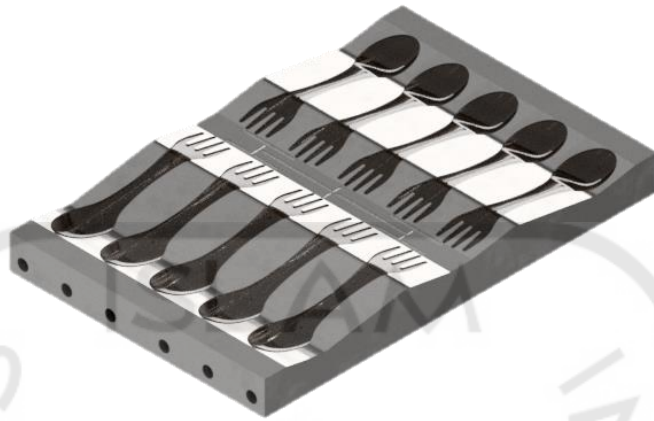
Cavity merupakan salah satu bagian dari *mold injection* yang berguna untuk membentuk sebuah produk. Gambar *cavity* ditunjukkan pada gambar 4-30.



Gambar 4-30 *Cavity*.

6. *Core*

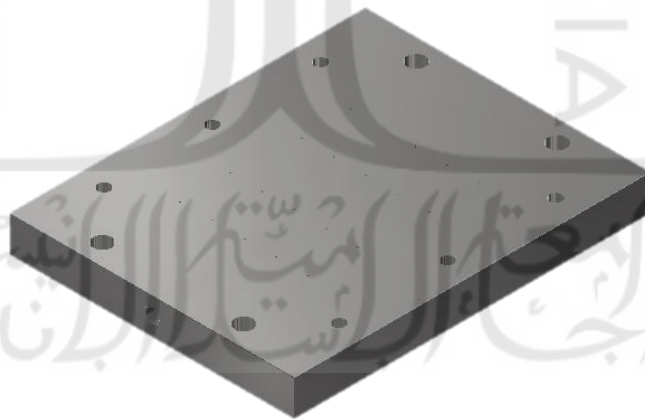
Core merupakan salah satu bagian dari *mold injection* yang berguna untuk membentuk sebuah produk. Gambar *core* ditunjukkan pada gambar 4-31.



Gambar 4-31 *Core*.

7. *Support plate*

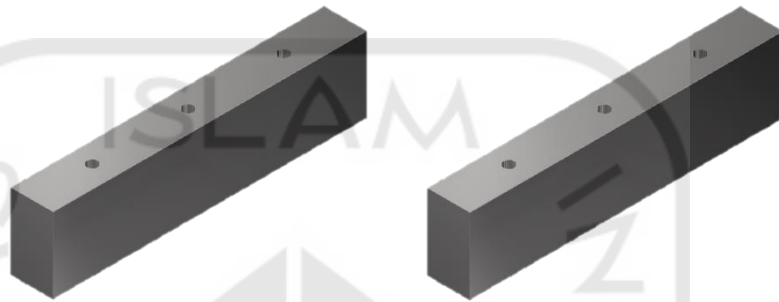
Support plate berfungsi untuk menopang atau membantu *core plate* agar tidak terjadi perubahan bentuk. Letak dari *support plate* berada dibawah *core plate*. lebar dan tingginya plat ini persis sama dengan plat di atasnya hanya ketebalan yang berbeda. Gambar 4-32 menunjukkan pemodelan dari *support plate*.



Gambar 4-32 *Support plate*.

8. *Spacer block*

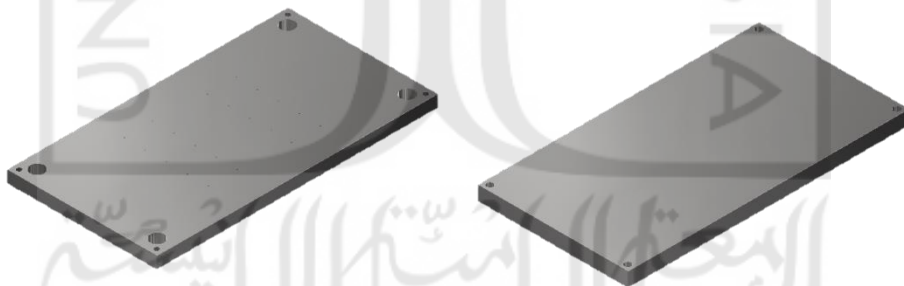
Spacer block berfungsi untuk memberikan batas celah antara *support plate* dan *clamping plate* sehingga memungkinkan *system ejector* bergerak maju mundur untuk mengeluarkan produk, gambar 4-33 menunjukkan pemodelan dari *spacer block right* dan *left*.



Gambar 4-33 *Spacer block*.

9. *System ejector*

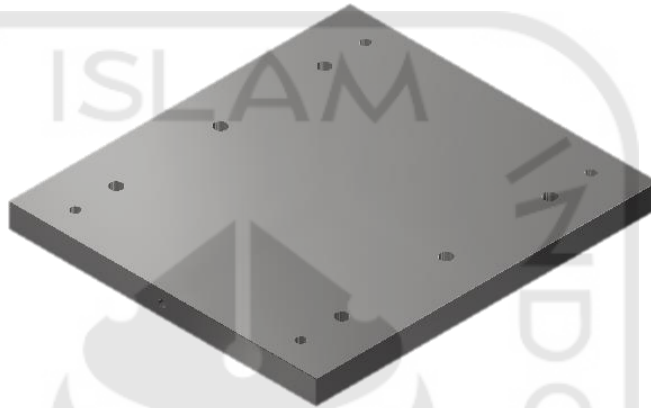
System ejector terbagi menjadi dua, yaitu *ejector plate* dan *ejector retainer* yang berfungsi untuk mengikat *pin ejector* dan *return pin*. *System ejector* juga berfungsi untuk mengeluarkan produk dalam cetakan. Gambar 4-34 menunjukkan pemodelan dari *system ejector*.



Gambar 4-34 *System ejector*.

10. *Bottom clamping plate*

Plat ini berada paling bawah yang mempunyai ukuran lebih besar dan lebar dibandingkan dengan plat inti. Adapun fungsi dari *bottom clamping plate* adalah untuk mengikat (menempelkan) *mold* dengan *machine movable plate*. Gambar 4-35 menunjukkan pemodelan dari *bottom clamping plate*.



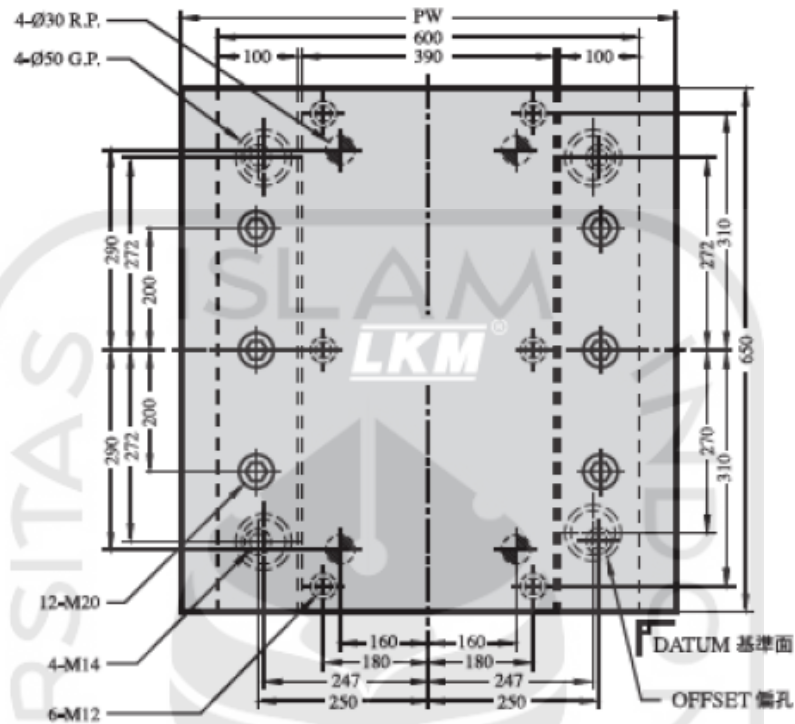
Gambar 4-35 *Bottom clamping plate*

4.3.1.2 *Moldbase layout radial*

1. *Moldbase*

Pada produk gabungan sendok garpu *layout radial* yang akan digunakan adalah standar *moldbase* LKM AI 6065 ditunjukkan pada gambar 4-36. Adapun dasar penentuan material plat dan komponen *mold* ini mengacu pada *mold basic* desain *textbook* dengan rujukan langsung dari standar LKM sebagai produsen pembuatan komponen *mold*.

6065

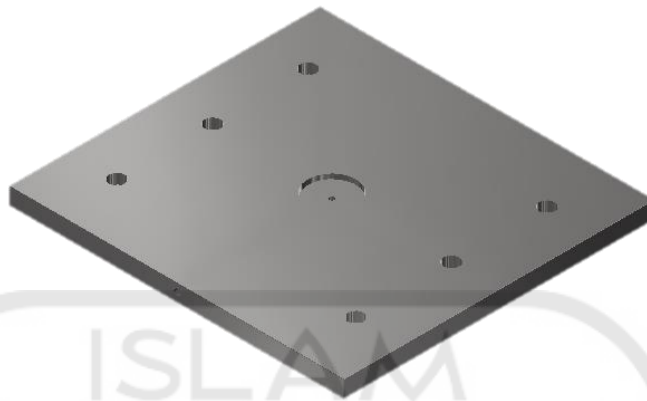


Gambar 4-36 Standar *moldbase* LKM AI 6065.

(Sumber : LKM, 2015)

2. Top clamping plate

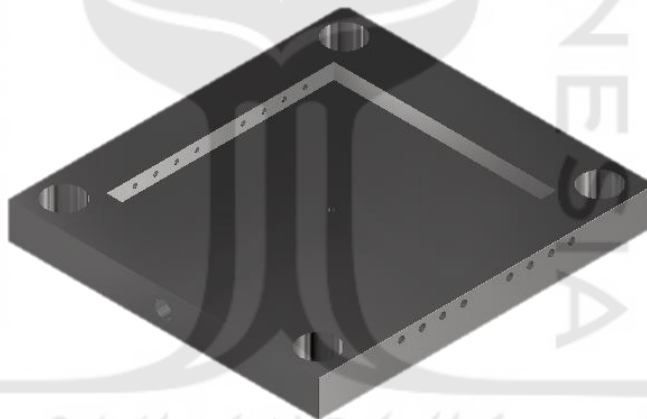
Merupakan plat utama yang berfungsi untuk mengikat keseluruhan *system plastic injection molding*. *Top calmping* terletak pada bagian atas (*stanionary plate* dan *movable plate*). *Top clamping* ini menggunakan material S55C yang dibuat dari bahan *carbon steel*. Gambar 4-37 menunjukkan pemodelan dari *top clamping*.



Gambar 4-37 *Top clamping plate*.

3. *Cavity plate*

Plat yang digunakan untuk menahan *cavity*. Gambar *cavity plate* ditunjukkan pada gambar 4-38.



Gambar 4-38 *Cavity plate*.

4. *Core plate*

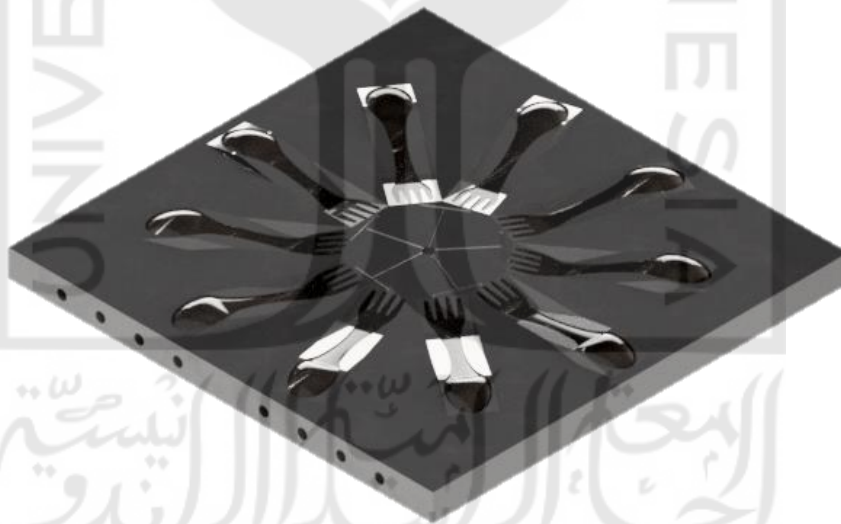
Plat yang digunakan untuk menahan *core*. Gambar *core plate* ditunjukkan pada gambar 4-39.



Gambar 4-39 Core plate.

5. Cavity

Cavity merupakan salah satu bagian dari *mold injection* yang berguna untuk membentuk sebuah produk. Gambar *cavity* ditunjukkan pada gambar 4-40.



Gambar 4-40 Cavity.

6. Core

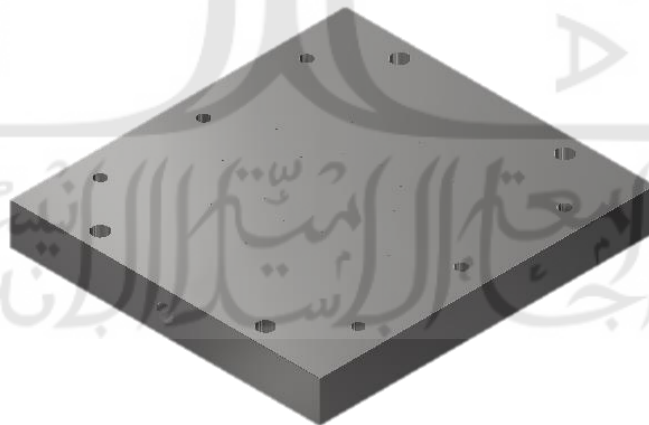
Core merupakan salah satu bagian dari *mold injection* yang berguna untuk membentuk sebuah produk. Gambar *core* ditunjukkan pada gambar 4-41.



Gambar 4-41 Core.

7. Support plate

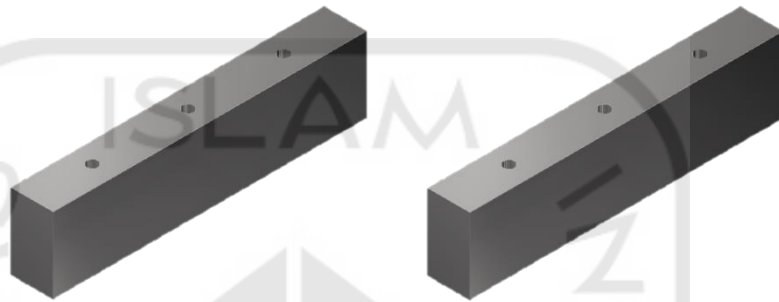
Support plate berfungsi untuk menopang atau membantu *core plate* agar tidak terjadi perubahan bentuk. Letak dari *support plate* berada dibawah *core plate*. lebar dan tingginya plat ini persis sama dengan plat di atasnya hanya ketebalan yang berbeda. Gambar 4-42 menunjukkan pemodelan dari *support plate*.



Gambar 4-42 Support plate.

8. *Spacer block*

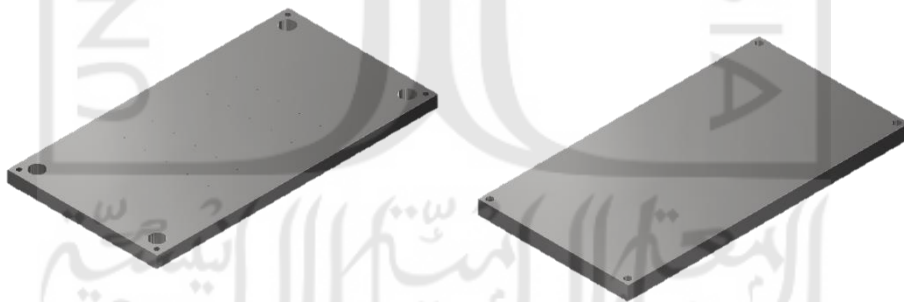
Spacer block berfungsi untuk memberikan batas celah antara *support plate* dan *clamping plate* sehingga memungkinkan *system ejector* bergerak maju mundur untuk mengeluarkan produk, gambar 4-43 menunjukkan pemodelan dari *spacer block right* dan *left*.



Gambar 4-43 *Spacer block*.

9. *System ejector*

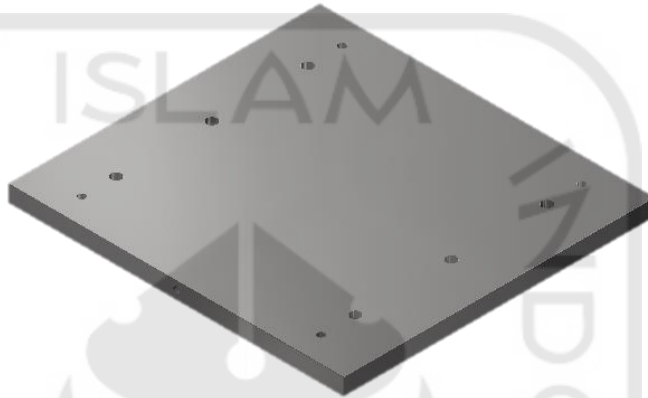
System ejector terbagi menjadi dua, yaitu *ejector plat* dan *ejector retainer* yang berfungsi untuk mengikat *pin ejector* dan *return pin*. *System ejector* juga berfungsi untuk mengeluarkan produk dalam cetakan. Gambar 4-44 menunjukkan pemodelan dari *system ejector*.



Gambar 4-44 *System ejector*.

10. *Bottom clamping plate*

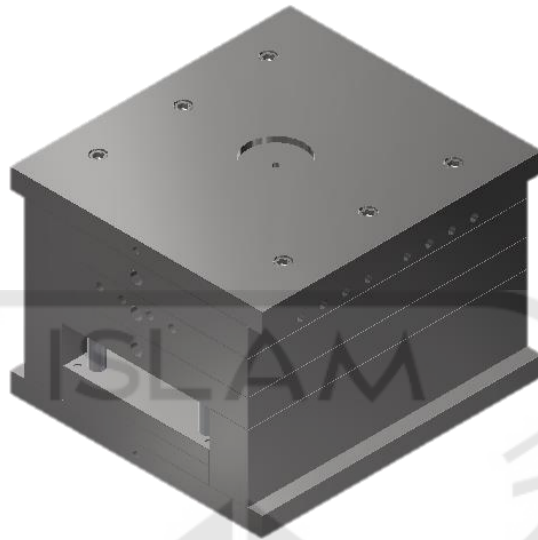
Plat ini berada paling bawah yang mempunyai ukuran lebih besar dan lebar dibandingkan dengan plat inti. Adapun fungsi dari *bottom clamping plate* adalah untuk mengikat (menempelkan) *mold* dengan *machine movable plate*. Gambar 4-45 menunjukkan pemodelan dari *bottom clamping plate*.



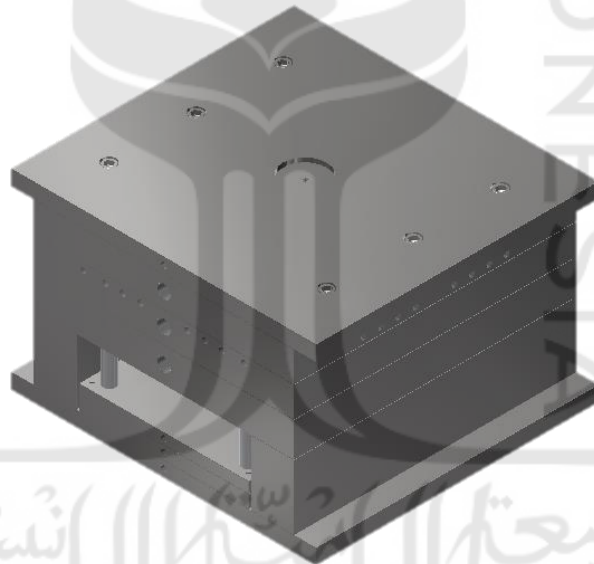
Gambar 4-45 *Bottom clamping plate*.

4.3.2 Hasil desain *mold*

Selanjutnya bagian-bagian *mold* dijadikan satu atau di *assembly* sesuai letak yang telah ditentukan berikut ini konstruksi *mold* yang sudah di *assembly* dengan gambar 3D ditunjukkan pada gambar 4-46 dan gambar 4-47 dibawah ini.



Gambar 4-46 Hasil perancangan *mold layout grid*.



Gambar 4-47 Hasil perancangan *mold layout radial*.

Dari kedua desain *mold unit* dimensi *mold* dengan *layout grid* yaitu 400 x 500 mm sedangkan dimensi *layout radial* yaitu 600 x 650 mm, pemilihan dimensi tersebut sangat berpengaruh pada proses pembuatan dan biaya operasional pembuatan *mold unit*. Oleh karena itu dimensi yang optimal yaitu *layout grid* yang menggunakan *runner system block* yang memiliki dimensi lebih kecil.

4.4 Penentuan *Mold* Material

Penentuan material penting dilakukan untuk menghitung kekuatan material di beberapa konstruksi yang menerima perlakuan yang berbeda sesuai sistem kerja tiap konstruksi pada *mold*. Tabel 4-9 menunjukkan *mold* material.

Tabel 4-9 *Mold* material.

No	Nama	Jumlah	Material
1.	<i>Cavity plate</i>	1	S 55 C
2.	<i>Core plate</i>	1	S 55 C
3.	<i>Top clamping</i>	1	S 55 C
4.	<i>Runner stripper plate</i>	1	S 55 C
5.	<i>Ejector pin hardened</i>	20	DIN 1.2210
6.	<i>Guide pin</i>	4	SUJ 2
7.	<i>Bottom clamping</i>	1	S 55 C
8.	<i>Return pin</i>	4	SUJ 2
9.	<i>Ejector retainer plate</i>	1	S 55 C
10.	<i>Support pin</i>	4	SUJ 2
11.	<i>Guide bush</i>	4	SUJ 2
12.	<i>Cylinder head cap screw</i>	4	STEEL, MILD
13.	<i>Ejector plate</i>	1	S 55 C
14.	<i>Spacer block</i>	2	S 55 C
15.	<i>Sprue bushing</i>	1	1.2826
16.	<i>Locating ring</i>	1	S 45 C
17.	<i>Connector plug</i>	12	COPPER, CU

4.5 Hasil Analisis Parameter Injeksi

4.5.1 Variasi *melt temperature*

Analisis variasi *melt temperature* dilakukan pada *runner system block* yang menggunakan *layout grid* dan *runner system star* yang menggunakan *layout radial* yang bertujuan untuk mendapatkan *melt temperature* yang optimal dengan *fill time* tercepat, *quality prediction* terbaik dan cacat dengan rasio terkecil. Pada variasi *melt temperature* mulai dari 200°C, 210°C, 220°C, 230°C,

240°C, 250°C dan 260°C yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini. Parameter yang digunakan pada analisis variasi *melt temperature* adalah sebagai berikut:

Tabel 4-10 Parameter variasi *melt temperature*.

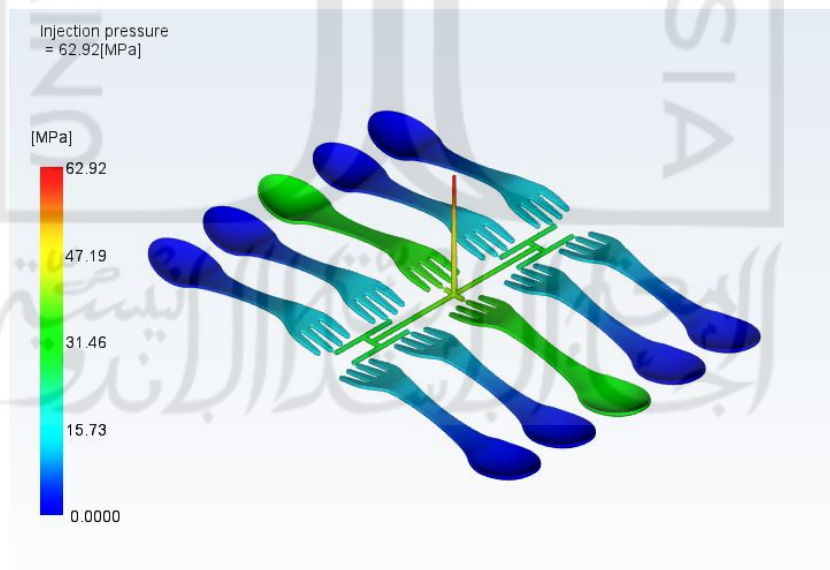
Parameter yang digunakan	
<i>layout</i>	<i>Grid</i>
<i>Layout runner</i>	<i>Block</i>
Jenis <i>runner</i>	<i>Circular</i>
Ukuran <i>runner</i>	Diameter 3 mm
Jumlah <i>cavity</i>	10
<i>Mold temperature</i>	50 °C
<i>Max pressure injection</i>	200 MPa
<i>Melt temperature</i>	200°C, 210°C, 220°C dan 230°C, 240°C, 250°C, 260°C

a) *Melt temperature 200°C*

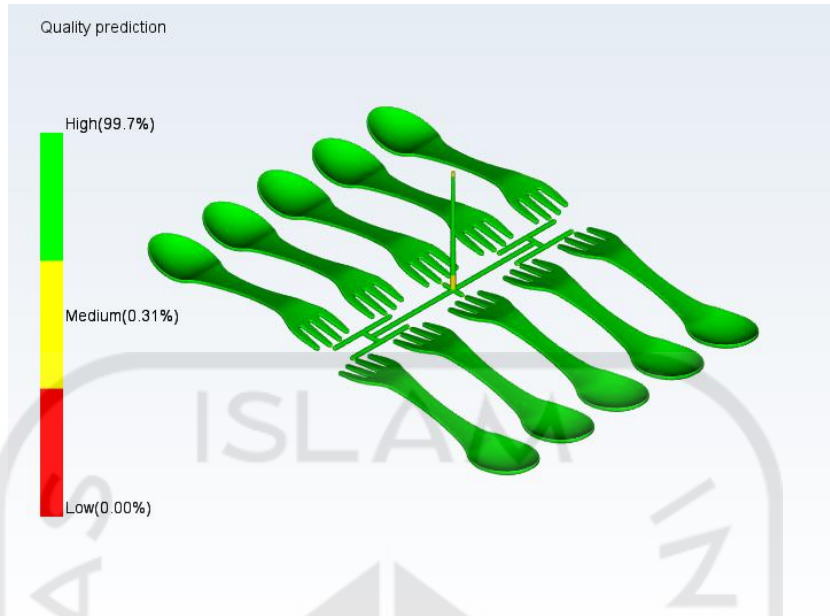
Hasil analisis *melt temperature 200°C* menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan selama 2,451 detik seperti pada gambar 4-48 dan *pressure* yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan sebesar 62,92 MPa yang ditunjukkan pada gambar 4-49, sedangkan *quality prediction* menunjukkan *high* sebesar 99,7% seperti pada gambar 4-50.



Gambar 4-48 *Fill time layout grid melt temperature 200°C.*



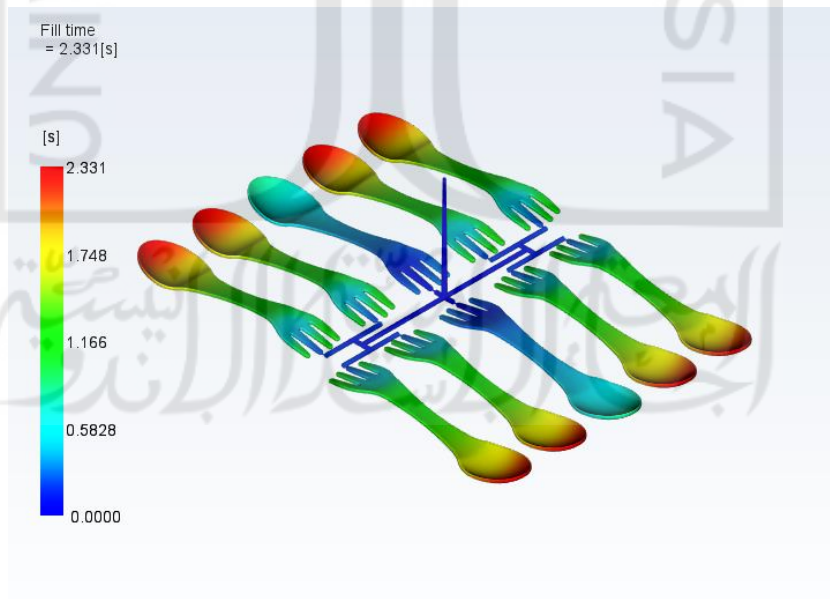
Gambar 4-49 *Injection pressure layout grid melt temperature 200°C.*



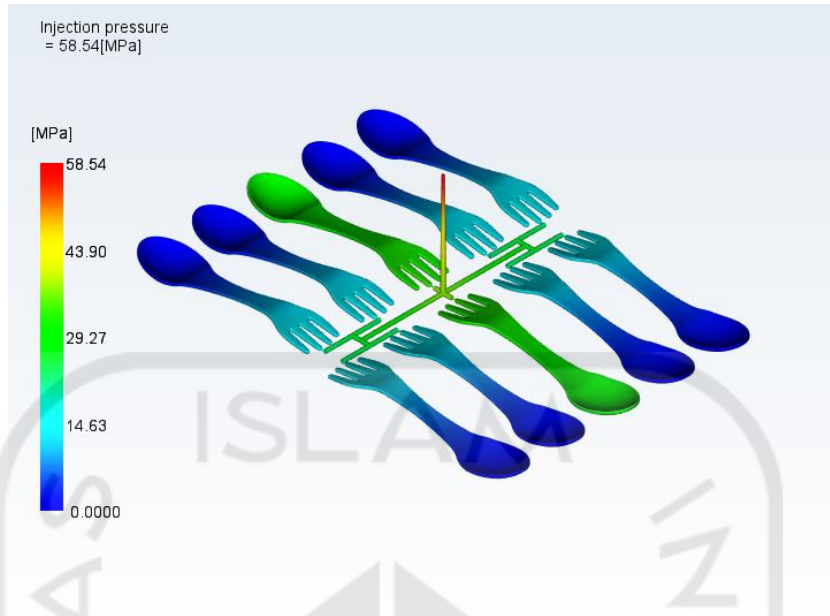
Gambar 4-50 *Quality prediction layout grid melt temperature 200°C.*

b) *Melt temperature 210°C*

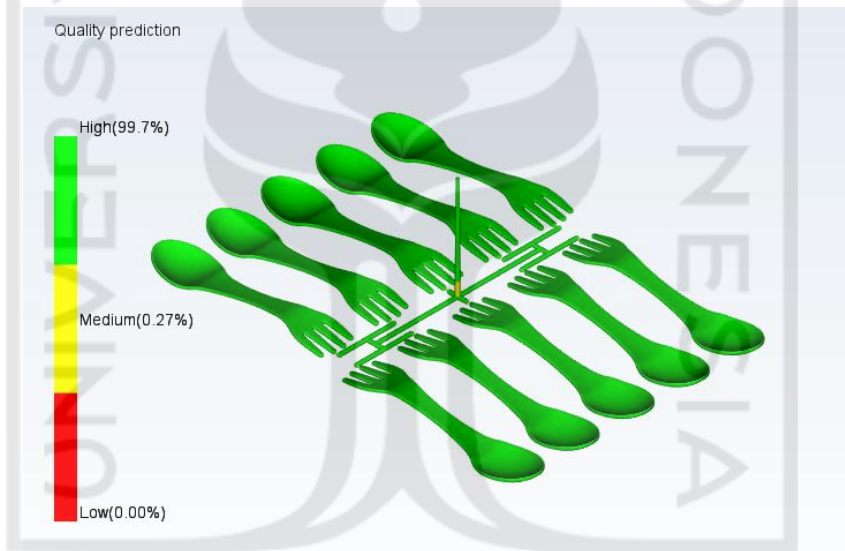
Hasil analisis *melt temperature 210°C* menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan selama 2,331 detik seperti pada gambar 4-51 dan *pressure* yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan sebesar 58,54 MPa yang ditunjukkan pada gambar 4-52, sedangkan *quality prediction* menunjukkan *high* sebesar 99,7% seperti pada gambar 4-53.



Gambar 4-51 *Fill time layout grid melt temperature 210°C.*



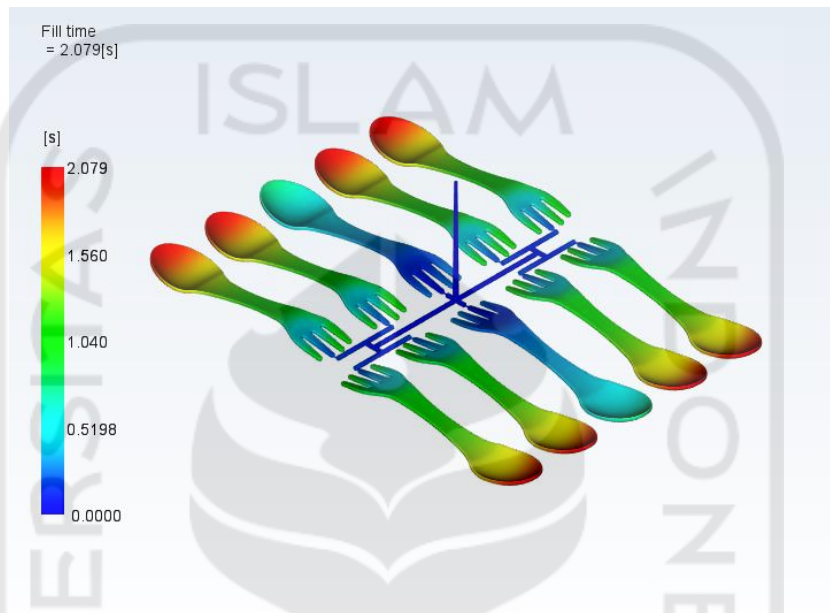
Gambar 4-52 *Injection pressure layout grid melt temperature 210°C.*



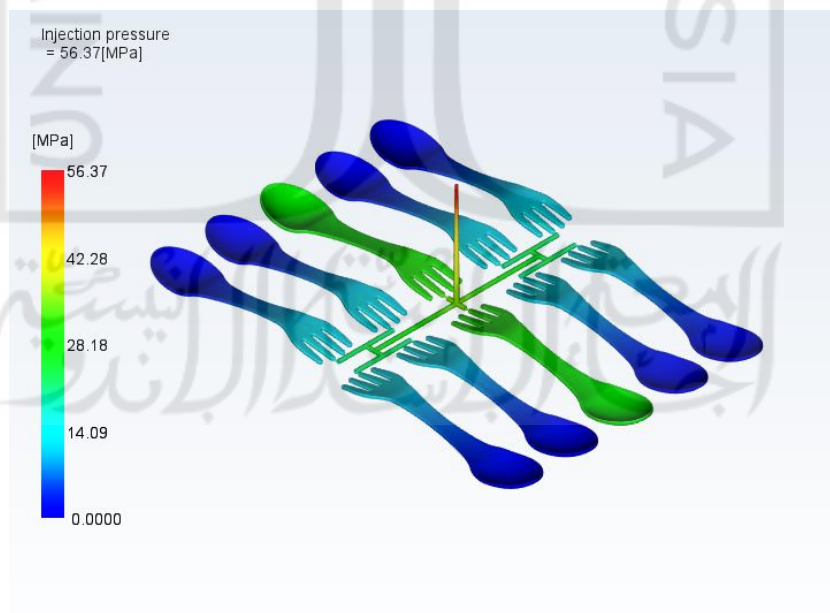
Gambar 4-53 *Quality prediction layout grid melt temperature 210°C.*

c) *Melt temperature 220°C*

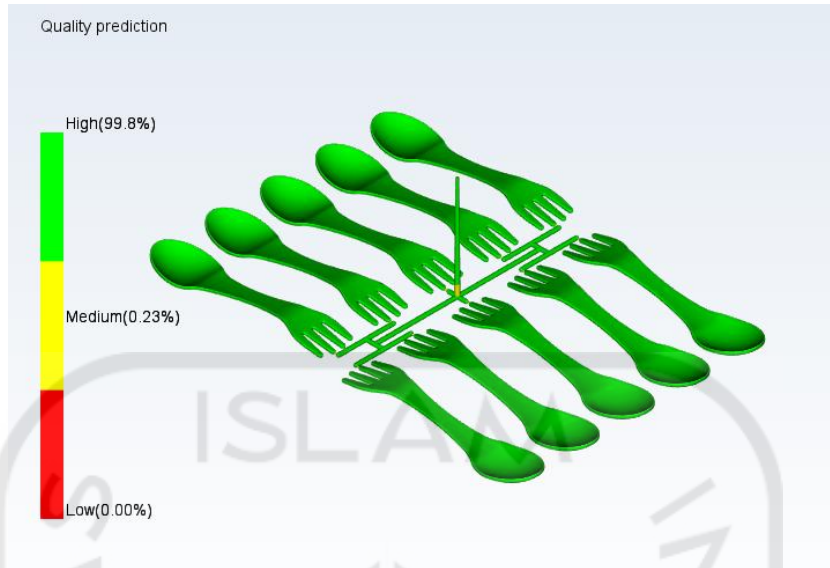
Hasil analisis *melt temperature 220°C* menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan selama 2,079 detik seperti pada gambar 4-54 dan *pressure* yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan sebesar 56,37 MPa yang ditunjukkan pada gambar 4-55, sedangkan *quality prediction* menunjukkan *high* sebesar 99,8% seperti pada gambar 4-56.



Gambar 4-54 *Fill time layout grid melt temperature 220°C.*



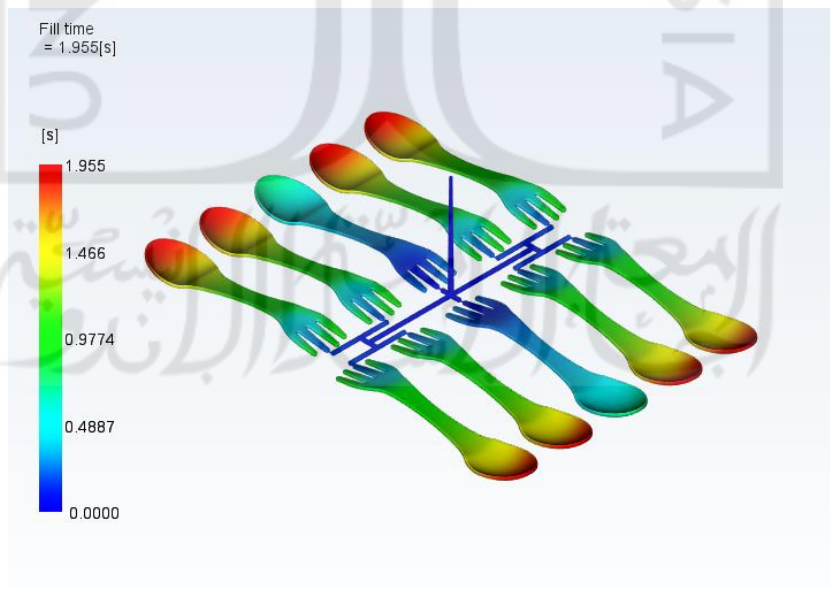
Gambar 4-55 *Injection pressure layout grid melt temperature 220°C.*



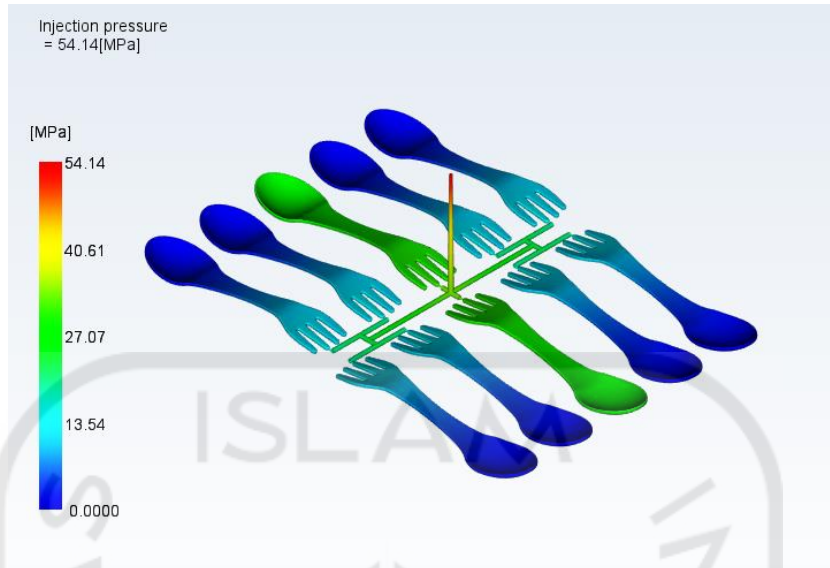
Gambar 4-56 *Quality prediction layout grid melt temperature 220°C.*

d) *Melt temperature 230°C*

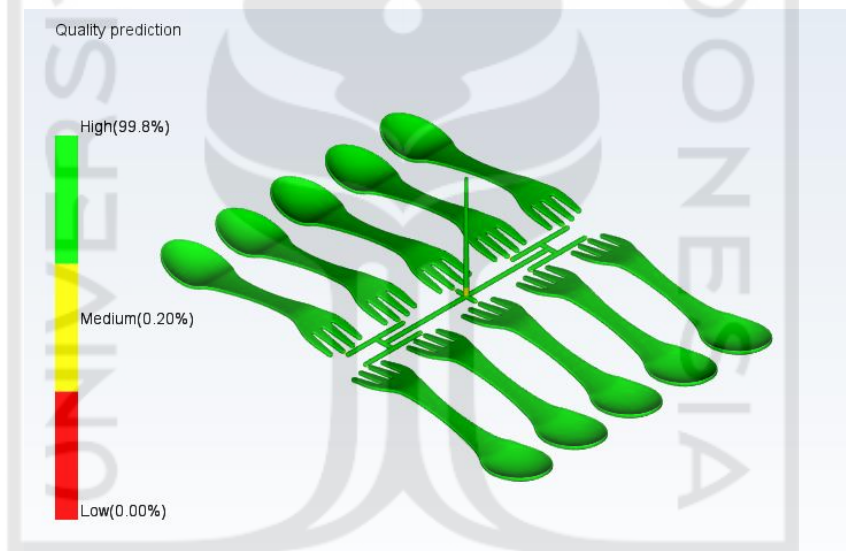
Hasil analisis *melt temperature 230°C* menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan selama 1,955 detik seperti pada gambar 4-57 dan *pressure* yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan sebesar 54,14 MPa yang ditunjukkan pada gambar 4-58, sedangkan *quality prediction* menunjukkan *high* sebesar 99,8% seperti pada gambar 4-59.



Gambar 4-57 *Fill time layout grid melt temperature 230°C.*



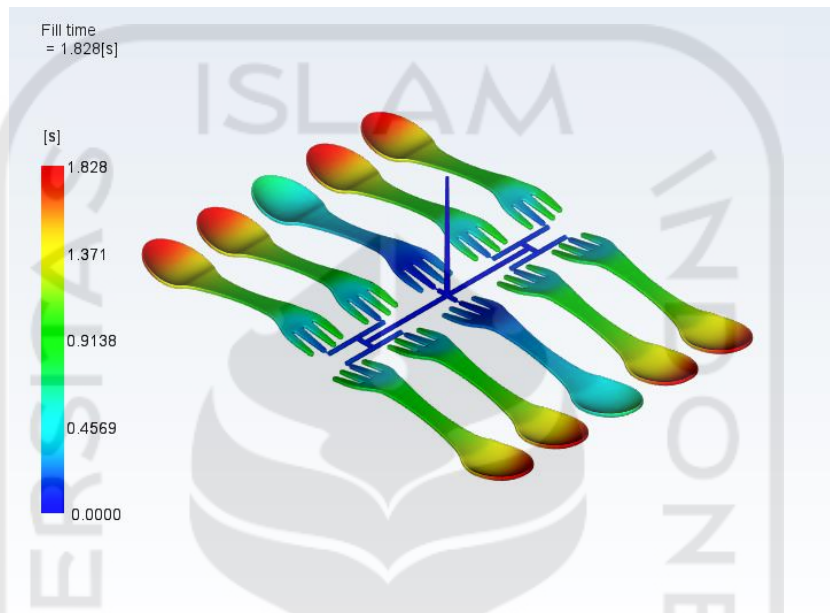
Gambar 4-58 *Injection pressure layout grid melt temperature 230°C*



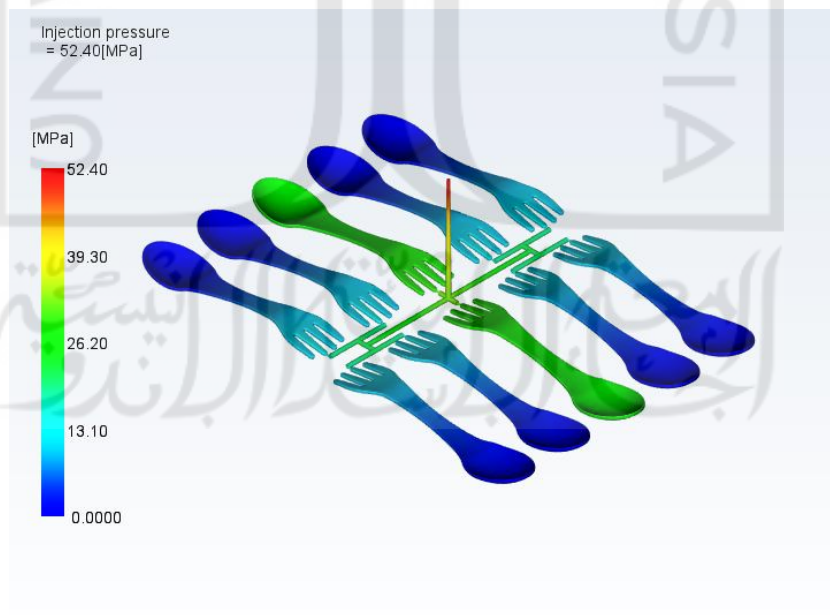
Gambar 4-59 *Quality prediction layout grid melt temperature 230°C.*

e) *Melt temperature 240°C*

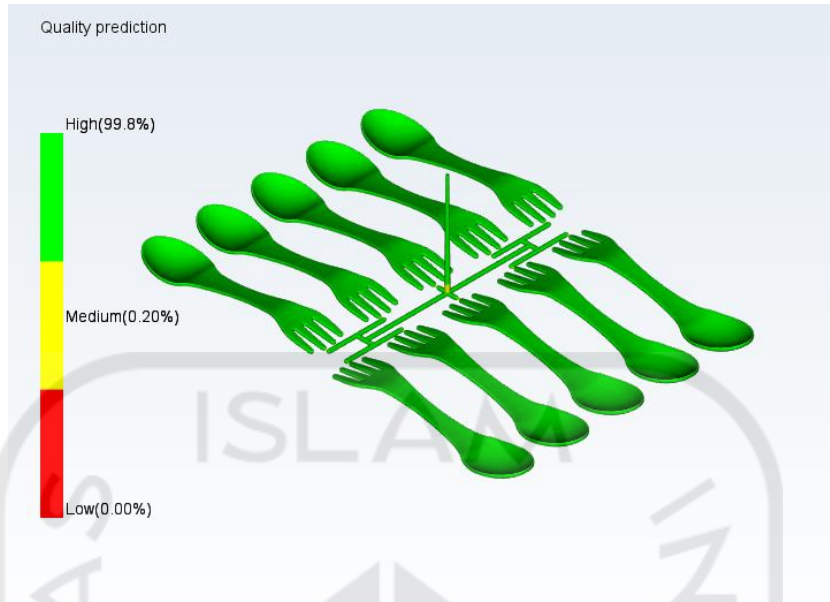
Hasil analisis *melt temperature 240°C* menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan selama 1,828 detik seperti pada gambar 4-60 dan *pressure* yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan sebesar 52,40 MPa yang ditunjukkan pada gambar 4-61, sedangkan *quality prediction* menunjukkan *high* sebesar 99,8% seperti pada gambar 4-62.



Gambar 4-60 *Fill time layout grid melt temperature 240°C.*



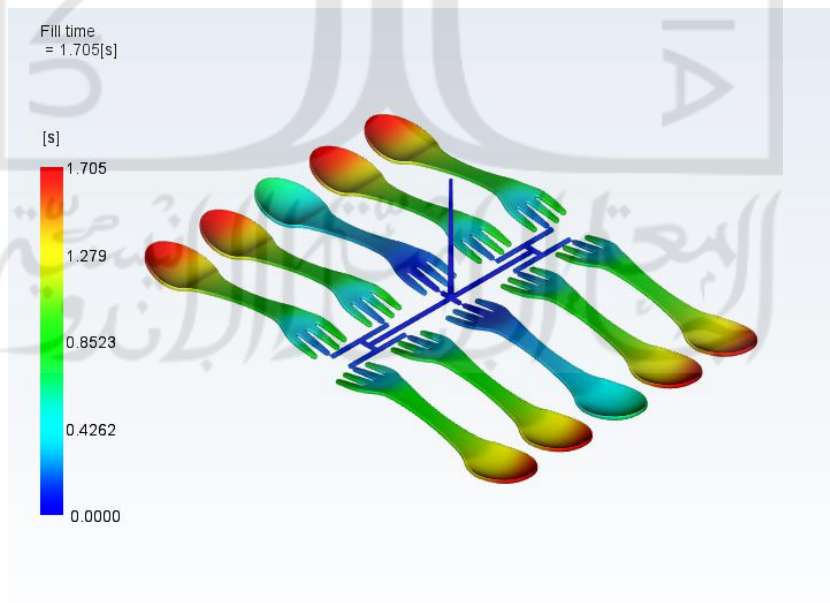
Gambar 4-61 *Injection pressure layout grid melt temperature 240°C.*



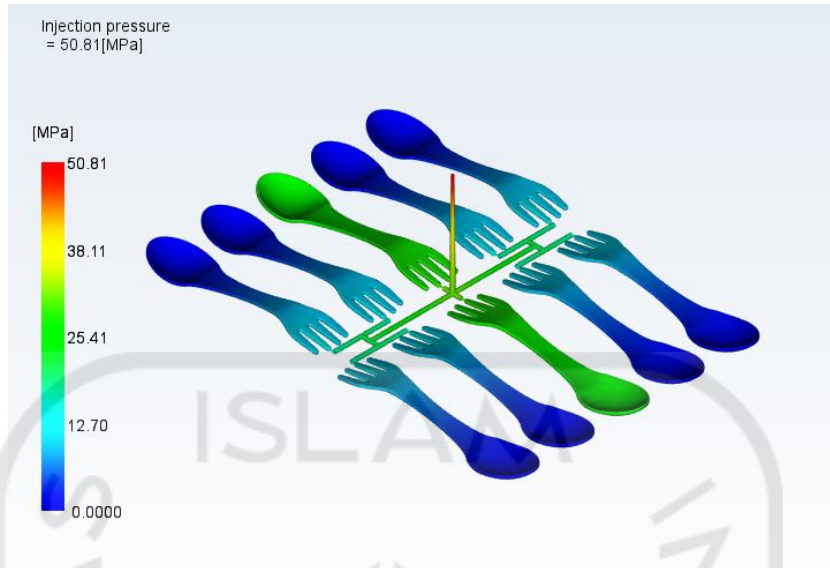
Gambar 4-62 *Quality prediction layout grid melt temperature 240°C.*

f) *Melt temperature 250°C*

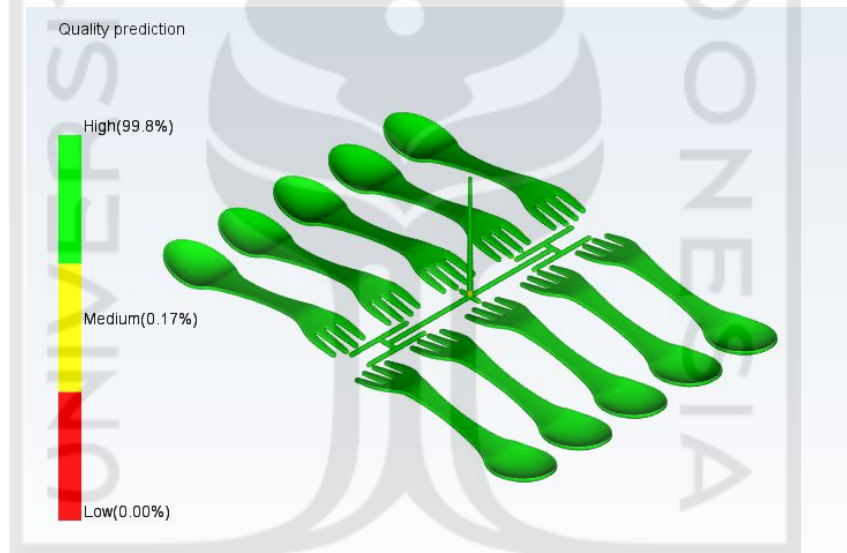
Hasil analisis *melt temperature 250°C* menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan selama 1,705 detik seperti pada gambar 4-63 dan *pressure* yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan sebesar 50,81 MPa yang ditunjukkan pada gambar 4-64, sedangkan *quality prediction* menunjukkan *high* sebesar 99,8% seperti pada gambar 4-65.



Gambar 4-63 *Fill time layout grid melt temperature 250°C.*



Gambar 4-64 *Injection pressure layout grid melt temperature 250°C.*



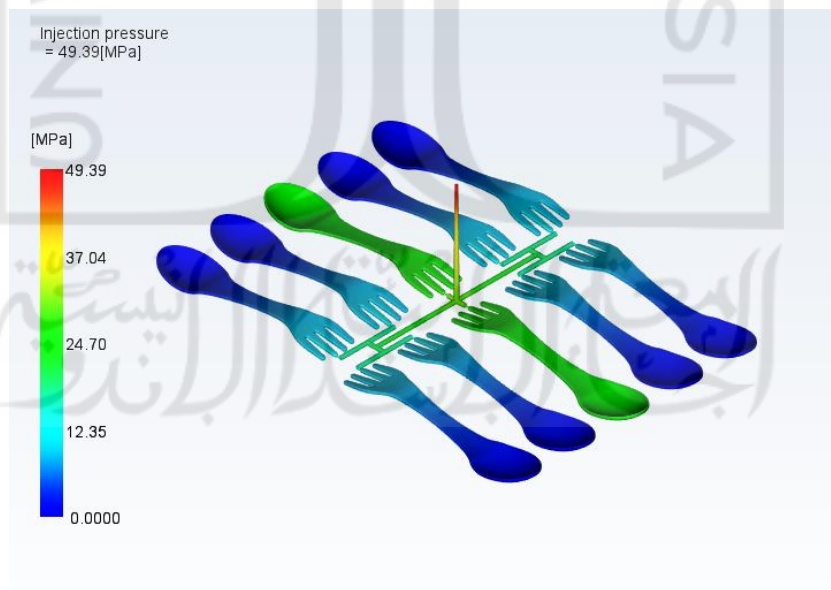
Gambar 4-65 *Quality prediction layout grid melt temperature 250°C.*

g) *Melt temperature 260°C*

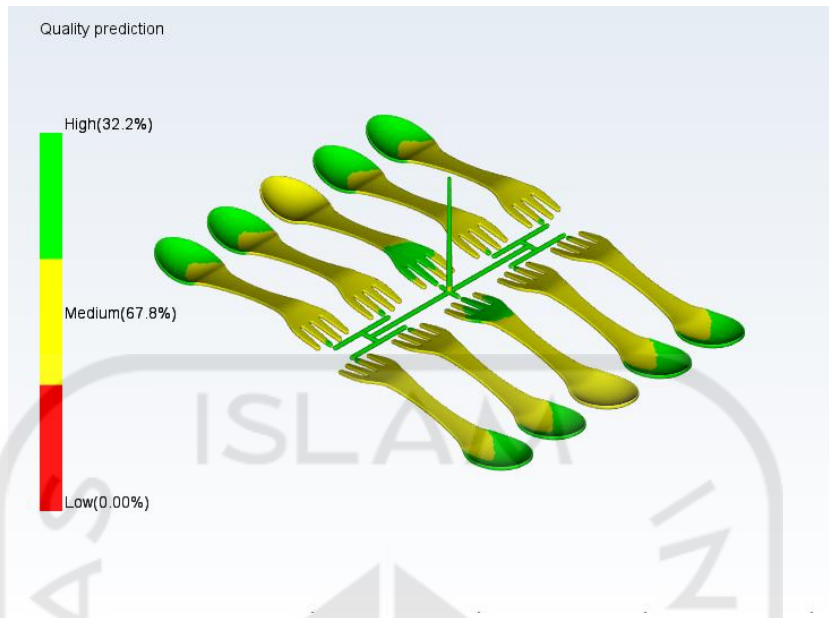
Hasil analisis *melt temperature 260°C* menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan selama 1,578 detik seperti pada gambar 4-66 dan *pressure* yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan sebesar 49,39 MPa yang ditunjukkan pada gambar 4-67, sedangkan *quality prediction* menunjukkan *high* sebesar 32,2% seperti pada gambar 4-68.



Gambar 4-66 *Fill time layout grid melt temperature 260°C.*



Gambar 4-67 *Injection pressure layout grid melt temperature 260°C.*



Gambar 4-68 *Quality prediction layout grid melt temperature 260°C.*

Tabel 4-11 Hasil analisis variasi *melt temperature.*

No	<i>Melt temperature</i>	<i>Fill time</i>	<i>Injection pressure</i>	<i>Quality prediction</i>
1	<i>Melt temperature 200°C</i>	2,451 detik	62,92 MPa	99,7%
2	<i>Melt temperature 210°C</i>	2,331 detik	58,54 MPa	99,7%
3	<i>Melt temperature 220°C</i>	2,079 detik	56,37 MPa	99,8%
4	<i>Melt temperature 230°C</i>	1,955 detik	54,14 MPa	99,8%
5	<i>Melt temperature 240°C</i>	1,828 detik	52,40 MPa	99,8%
6	<i>Melt temperature 250°C</i>	1,705 detik	50,81 MPa	99,8%
7	<i>Melt temperature 260°C</i>	1,578 detik	49,39 MPa	32,2%

Dari data diatas dapat disimpulkan *melt temperature 250°C* yang paling optimum karena memiliki waktu pengisian paling cepat yaitu selama 1,705 detik, *pressure injection* yang paling rendah yaitu sebesar 50,81 MPa dan *quality prediction* sebesar 99,8%. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi *setting* temperatur maka semakin cepat juga waktu pengisian produk. Pada hasil analisis yang dilakukan tidak terdapat cacat *short-shot*. Ini disebabkan karena temperatur yang semakin tinggi akan menghasilkan produk dengan potensi terjadinya cacat *short-shot* semakin rendah. *Setting* temperatur juga tidak boleh terlalu tinggi

karena akan memberikan potensi cacat lain seperti penurunan kualitas material seperti pada variasi *melt temperature* 260°C yang memiliki *quality prediction* sebesar 32,2% .

4.6 Hasil Perhitungan

4.6.1 Perhitungan *clamping force*

Perhitungan *clamping force* bertujuan untuk mengetahui gaya yang dibutuhkan mesin untuk menahan kedua bagian cetakan agar tidak terbuka pada saat proses injeksi berlangsung. Tekanan injeksi dapat dilihat pada gambar 4-69 dan luas penampang proyeksi dapat dilihat pada gambar 4-70.

Actual filling time	1.70 (s)
Actual injection pressure	50.810 (MPa)
Clamp force area	312.3565 (cm ²)

Gambar 4-69 *Actual injection pressure.*

Actual filling time	1.70 (s)
Actual injection pressure	50.810 (MPa)
Clamp force area	312.3565 (cm ²)

Gambar 4-70 *Clamp force area.*

$$F_c = P_{(inj)} \times A$$

Diketahui

$$P_{(inj)} = 50,810 \text{ MPa}$$

$$A = 312,3565 \text{ cm}^2$$

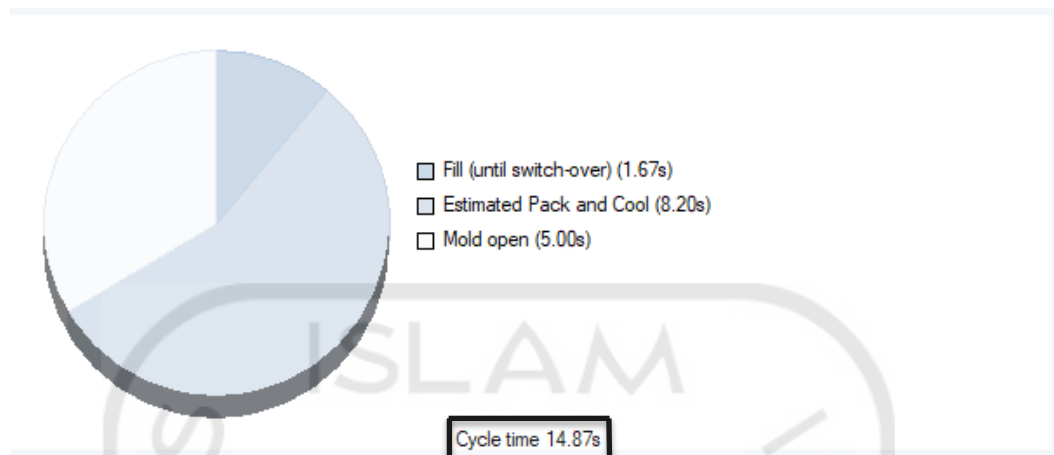
Ditanya F_c (gaya *clamping*)?

Jawab:

$$\begin{aligned} F_c &= P_{(inj)} \times A \\ &= 5081 \text{ N/cm}^2 \times 312.3565 \text{ cm}^2 \\ &= 1.587.083,37 \text{ N} \\ &= 1.587,08 \text{ kN} \end{aligned}$$

Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan mesin injeksi yang cocok digunakan untuk *mold unit* yang telah di desain. Hasil perhitungan *clamping force* yang dibutuhkan oleh *mold* penghapus adalah 1.587,08 kN.

4.6.2 Perhitungan jumlah produksi



Gambar 4-71 Cycle time

Diketahui

$Cycle\ time = 14.87\ \text{detik/injection}$

1 menit = 60 detik

Ditanya jumlah produksi permenit?

Jawab:

Jumlah produksi = $60\ \text{detik} \div 14.87\ \text{detik/injection}$
= $\pm 4\ \text{injection}$

Dalam satu menit dapat melakukan empat kali *injection* dan dalam sekali *injection* menghasilkan sepuluh produk, jadi dalam waktu satu menit dapat menghasilkan produk sebanyak 40 buah.

4.7 Pemilihan Mesin

Pemilihan mesin harus memiliki gaya *clamping* melebihi *clamp force* yang dibutuhkan yaitu sebesar 1.587,08 kN. Mesin yang dapat digunakan adalah mesin injeksi JSW J180AD dengan maksimum gaya *calmping* sebesar 1770 kN. Jadi mold yang di rancang harus memiliki gaya *clamping* dibawah 1770 kN sesuai dengan kekuatan mesin injeksi molding yang ada. Mesin injeksi molding ditunjukkan pada gambar 4-72 dan data sheet mesin injeksi ditunjukkan pada gambar 4-73.



Gambar 4-72 Mesin Injeksi JSW J180AD

Unit	Model	J180AD									
		110H			180H			300H			
Item		K	A	B	K	A	B	K	A	B	
Screw barrel type		K	A	B	K	A	B	K	A	B	
Screw diameter	mm	32	35	40	35	40	45	40	46	51	
Screw stroke	mm	120			140			180			
Theoretical injection capacity	cm ³	97	115	151	135	176	223	226	299	368	
Injection capacity (GP-PS)	g	88	105	137	123	160	203	206	273	335	
Standard	Injection pressure(Max.) MPa(kg/cm ²)	270 [2750]	225 [2290]	172 [1750]	260 [2650]	199 [2020]	157 [1600]	250 [2550]	189 [1920]	154 [1570]	
	Holding pressure(Max.) MPa(kg/cm ²)	245 [2490]	205 [2090]	157 [1600]	236 [2400]	181 [1840]	143 [1450]	227 [2310]	172 [1750]	140 [1420]	
	Injection speed	350			350			240			
	Injection rate	cm ³ /s	281	337	440	337	440	557	302	399	490
	Plasticizing rate (GP-PS)	kg/h	74	92	123	92	127	166	130	184	232
	Screw speed	min ⁻¹	400			400			400		
	Injection Unit	Injection pressure(Max.) MPa(kg/cm ²)	—	—	—	—	—	—	250 [2550]	189 [1920]	154 [1570]
Holding pressure(Max.) MPa(kg/cm ²)		—	—	—	—	—	—	227 [2310]	172 [1750]	140 [1420]	
Injection speed		—			—			330			
Injection rate		cm ³ /s	—	—	—	—	—	415	548	674	
Plasticizing rate (GP-PS)		kg/h	—	—	—	—	—	130	184	232	
Screw speed		min ⁻¹	—			—			400		
Ultra speed (US)	Injection pressure(Max.) MPa(kg/cm ²)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Holding pressure(Max.) MPa(kg/cm ²)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Injection speed	—			—			—			
	Injection rate	cm ³ /s	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Plasticizing rate (GP-PS)	kg/h	—	—	—	—	—	—	—	—	
Screw speed	min ⁻¹	—			—			—			
Nozzle touch force	kN(lbf)	19.7 [2.0]			19.7 [2.0]			24.6 [2.5]			
Nozzle stroke from platen	mm	—			50			—			
Type of nozzle		Open nozzle						Open nozzle (tip type)			
Barrel temperature control		Barrel 4 / Nozzle 2			—			Barrel 4 / Nozzle 1			
Heater wattage	KW	9.2			10.2			13.0			
Clamping Unit	Mechanism	Double toggle									
	Clamping force	1770 [180]									
	Daylight opening (Max.)	950									
	Opening stroke (Max.)	450									
	Mold height	200—500									
	Distance between tie-bars (H×V)	590×530									
	Platen size (H×V)	840×780									
	Ejector point	9 points									
	Ejector force	34.3 [3.5]									
Ejector stroke	130										
General	Machine weight	9.0			9.0			9.5			
	Machine dimensions (L×W×H) m	5.22×1.36×1.92			5.22×1.36×1.92			5.51×1.36×1.92			

Gambar 4-73 Data sheet mesin injeksi JSW J180AD