

BAB III

METODE PENELITIAN

Sebelum dilakukan penelitian terdapat beberapa hal yang perlu dilakukan agar penelitian ini mendapatkan hasil yang optimal diantaranya studi literatur tentang mesin injeksi, simulasi moldflow, metode DOE *taguchi*, cacat pada produk dan studi pustaka tentang penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Selain studi literatur perlu dilakukan juga persiapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini.

3.1 Alat Penelitian

Untuk melakukan penelitian dan simulasi produk tempat nasi (*wakul*) ini digunakan beberapa alat sebagai berikut:

3.1.1. Komputer

Komputer digunakan saat melakukan desain produk dan proses analisa simulasi injection molding. Komputer yang digunakan menggunakan spesifikasi seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Komputer

Processor	Intel® Core™ I3-2130
Hardisk	500 GB
RAM	8 GB
Kartu Grafis	Intel® HD Graphics Family
Sistem Operasi	Windows 7 Profesional 64 bit
Layar	Dell 16 Inch
Keyboard dan Mouse	Logitech

3.1.2. Kalkulator

Perhitungan dan identifikasi desain produk menggunakan kalkulator *scientific* seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kalkulator *Scientific*

3.1.3. *Software Autodesk Inventor Profesional 2016*

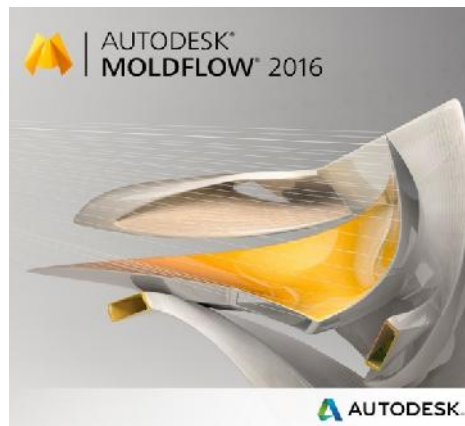
Software perancangan desain yang digunakan dalam penelitian dan simulasi ini adalah Autodesk Inventor Profesional 2016 yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 Autodesk inventor adalah salah satu aplikasi yang sering digunakan untuk merancang suatu produk baik itu berbentuk 2 dimensi, 3 dimensi hingga *assembly part* dan beberapa fitur – fitur lainnya.



Gambar 3.2 Logo Autodesk Inventor

3.1.4. *Software Simulasi Autodesk Moldflow Insight*

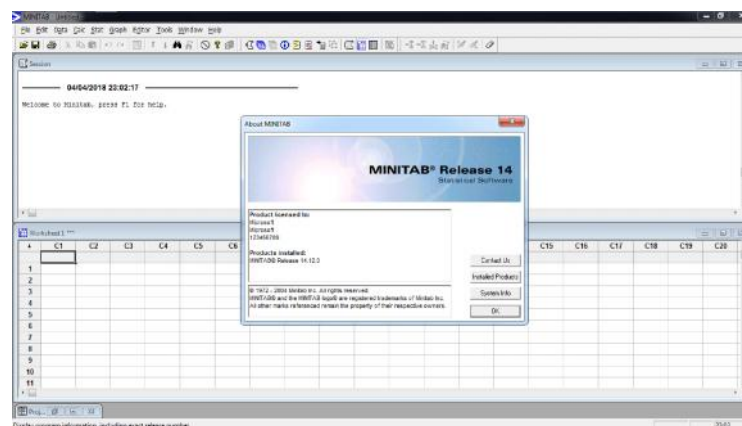
Software autodesk moldflow merupakan aplikasi yang digunakan untuk simulasi dan analisis suatu produk polimer dengan menganalisis bentuk produk dan input parameter prosesnya. *Software* simulasi yang digunakan dalam penelitian dan simulasi ini adalah Autodesk Moldflow Insight yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Logo Autodesk Moldflow

3.1.5. Software Minitab

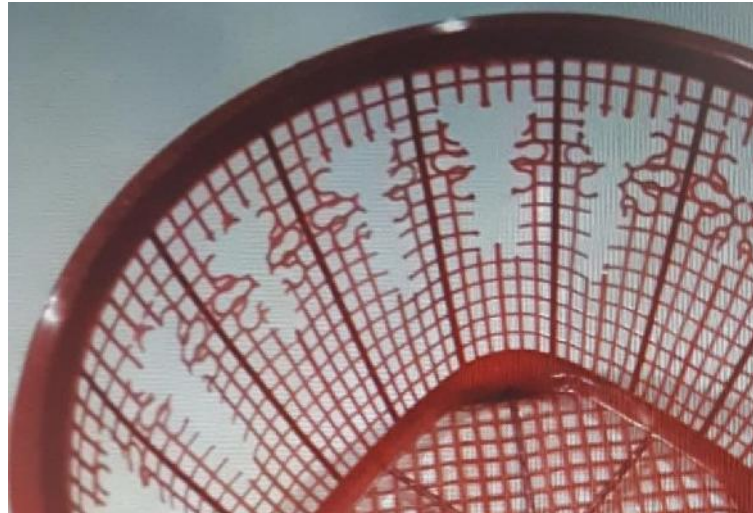
Software minitab digunakan untuk mengolah data dari hasil simulasi moldflow sehingga didapatkan parameter proses yang optimal. Gambar 3.4 adalah tampilan awal dari aplikasi minitab 14.



Gambar 3.4 Tampilan awal Minitab 14

3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah produk tempat nasi yang didapat dari PT. ATMI IGI CENTER. Berikut ini adalah bentuk dari produk tempat nasi (*wakul*) yang terdapat *short shot* pada Gambar 3.5 berikut. Produk yang diteliti memiliki spesifikasi yang di tunjukan pada Tabel 3.2.



Gambar 3.5 bentuk produk tempat nasi (*wakul*) yang terdapat *short shot*

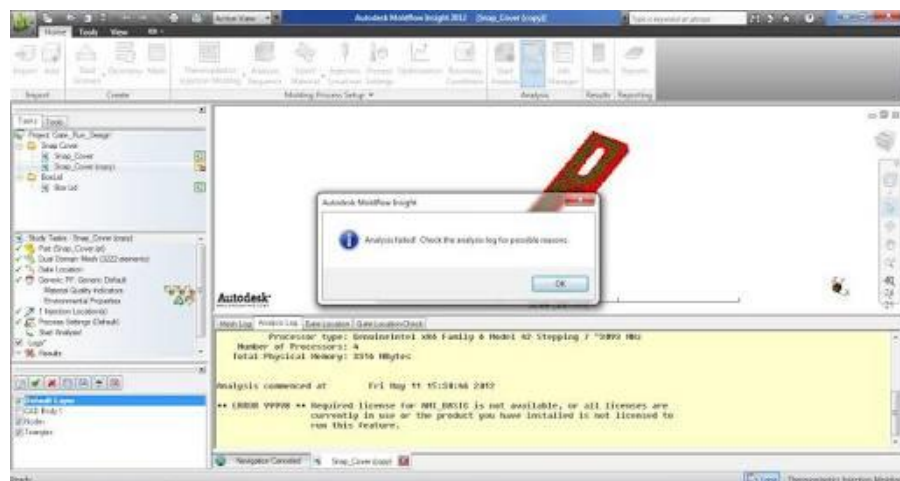
Tabel 3.2 Data produk penelitian

Nama	Tempat Nasi
Material	Polypropylene
Dimensi	190 x 95 x 2 mm
Berat	18 gram
Tebal	2 mm

Dari foto yang terjadi *short shot* pada Gambar 3.5 selanjutnya dibuat pemodelan 3 dimensi seperti pada Gambar 3.7. Kendala yang ditemukan pada saat simulasi moldflow dengan menggunakan desain 3.5 adalah waktu yang dibutuhkan untuk *meshing element* yang cukup lama dan selalu terjadi *error* pada *analysis gate location, fill* dan *cool* seperti pada Gambar 3.6. *Error* yang terjadi biasanya dikarenakan bentuk produk yang cukup kompleks atau karena spesifikasi dan keadaan komputer yang tidak memadai. Spesifikasi yang dimiliki komputer yang digunakan untuk simulasi sebenarnya sudah memenuhi *requirements* dari aplikasi moldflow namun aplikasi lain yang terinstal pada komputer tersebut sangat banyak atau dapat dikategorikan cukup berat dan memakan banyak *memory*.

Komputer dapat saja di bersihkan dari aplikasi yang tidak digunakan, tetapi karena komputer tersebut adalah milik laboratorium dan juga digunakan untuk perkuliahan yang membutuhkan aplikasi lainnya maka sebaiknya dicari solusi lain untuk memecahkan masalah tersebut. Berdasarkan masalah tersebut solusi yang dibutuhkan adalah melakukan modifikasi produk dengan menghilangkan corak bunga pada dinding produk dan beberapa lubang pada dinding dan dibawah produk ditutup.

Modifikasi produk yang dilakukan dapat dilihat lebih detil pada Gambar 3.8. Setelah dilakukan modifikasi tersebut dan dilakukan simulasi kendala yang sebelumnya dihadapi menghilang dan didapatkan hasil analisis dengan waktu yang lebih cepat. Kelebihan dari modifikasi produk ini adalah bentuk yang lebih sederhana namun tetap fungsional. Produk yang dimodifikasi juga dapat dianalisis lebih mudah dan lebih cepat di autodesk moldflow.



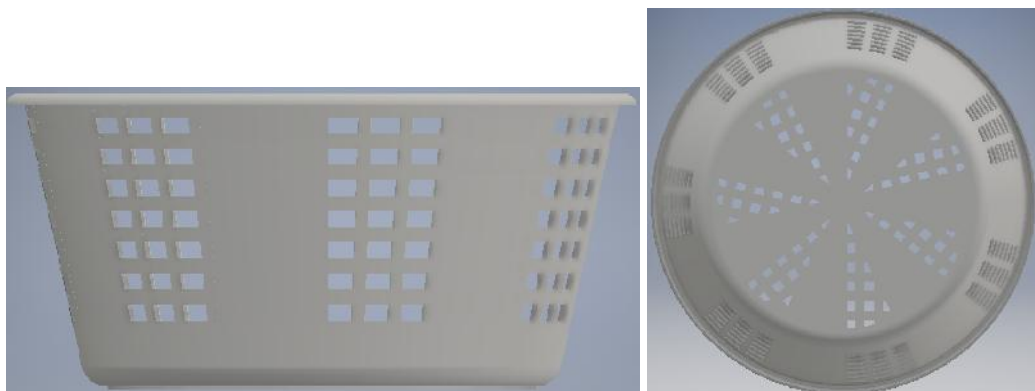
Gambar 3.6 Error saat analisis moldflow



Gambar 3.7 Produk tempat nasi 3 dimensi

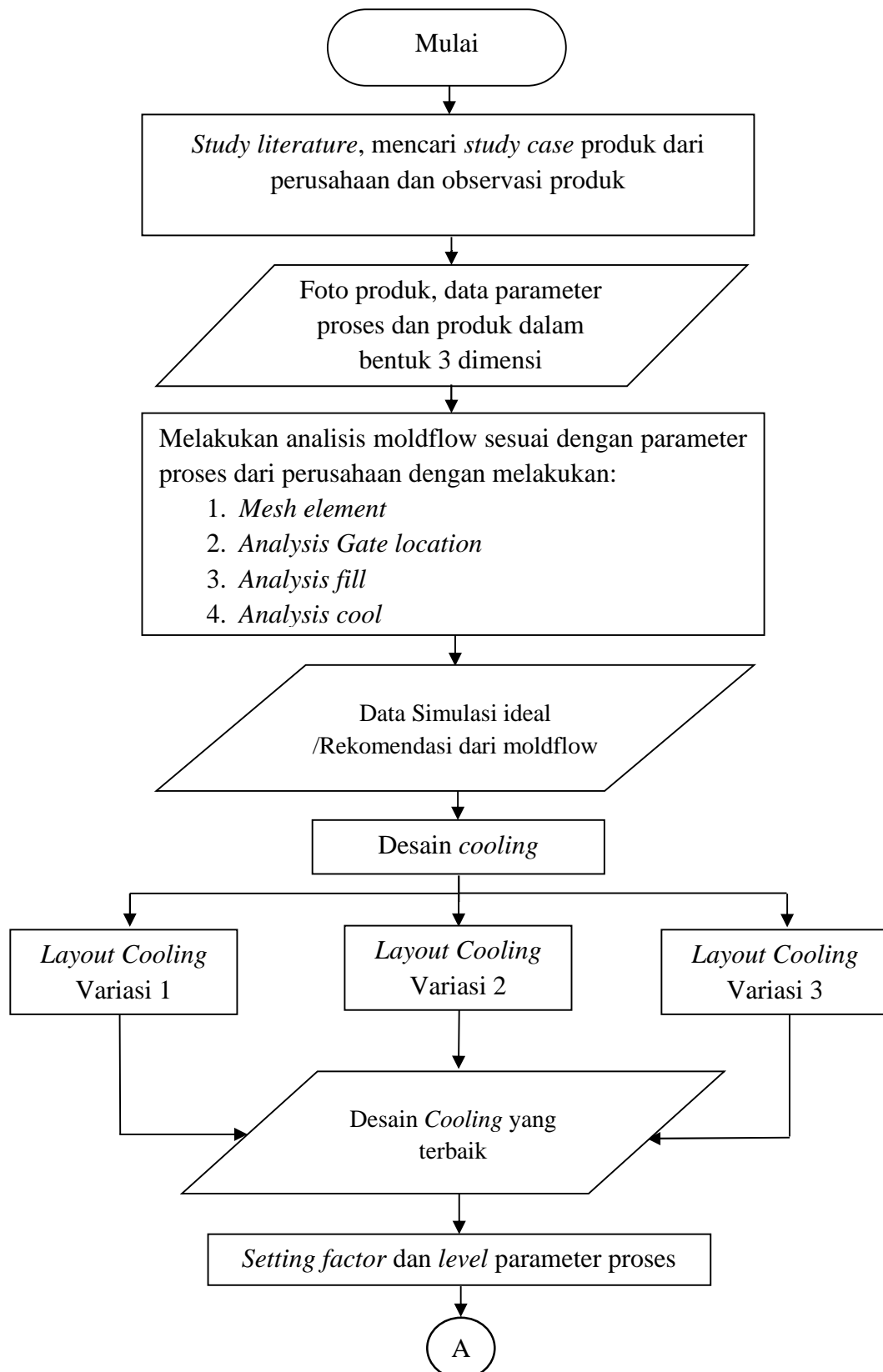
Beberapa bagian yang dimodifikasi adalah sebagai berikut:

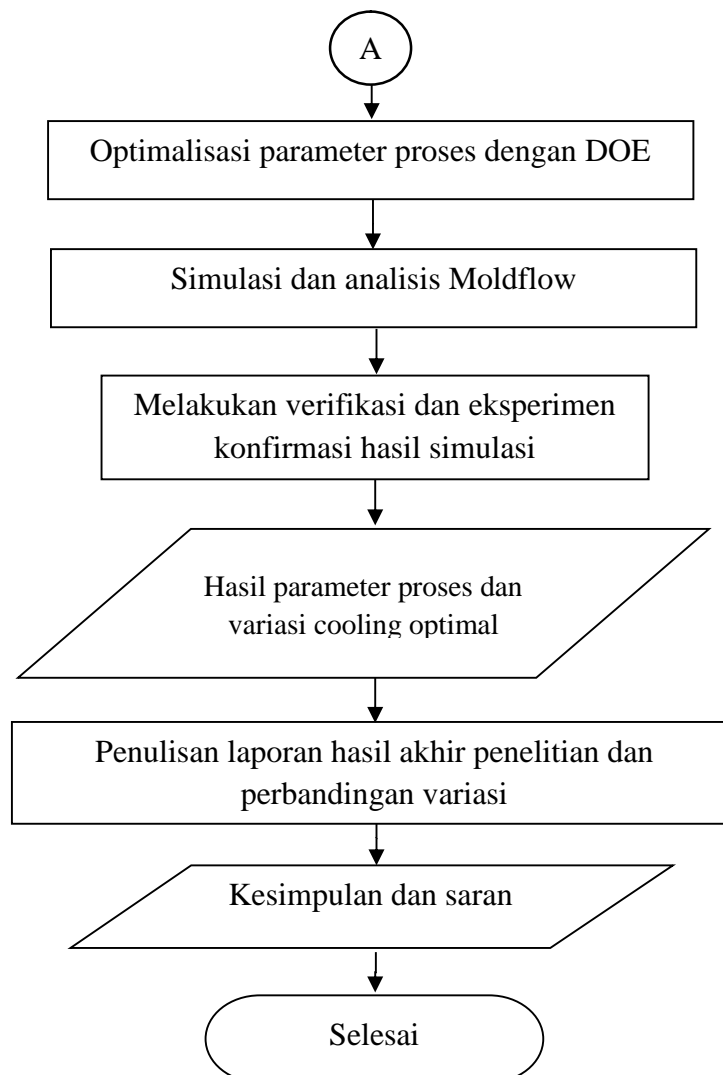
1. Corak bagian dinding dihilangkan dan diganti dengan dinding tertutup.
2. Ukuran dan jarak lubang pada dinding diperbesar namun menjadi lebih sedikit.
3. Pemberian dinding solid dengan selingan antara bagian yang berongga.
4. Bagian bawah sama seperti bagian dinding yang mana bagian solid menyatu dari samping atas hingga bawah.



Gambar 3.8 Detail modifikasi desain produk

3.3 Diagram alir penelitian





Gambar 3.9 Diagram alir penelitian

3.4 Tahapan Analisis Moldflow Insight

A. Mesh Element

Setelah produk di-*import* ke dalam aplikasi moldflow, produk tersebut harus dilakukan *mesh element* terlebih dahulu. *Mesh element* adalah suatu proses dimana software meletakkan jaring-jaring statistik untuk mempermudah proses analisis selanjutnya. Setelah dilakukan mesh sangat disarankan untuk melakukan pengecekan pada *orientation element*, *aspect ratio*, *overlap*, *connectivity region* dan beberapa parameter yang ada di *mesh diagnostic*.

B. Pemilihan material plastik

Pada aplikasi moldflow terdapat beberapa pilihan material plastik yang diberikan. Langkah selanjutnya adalah memilih material plastik sesuai dengan produk yang ada. Pemilihan material plastik ini harus sesuai dengan yang diinginkan karena jika berbeda akan mengakibatkan hasil analisis yang berbeda pula. Setiap material plastik memiliki *melt temperature*, *mold temperature*, viskositas dan spesifikasi tersendiri.

C. Analisis *Gate location*

Hasil analisis *gate location* pada moldflow memberikan saran daerah mana saja yang tepat untuk dijadikan *gate* yang paling baik dan yang paling buruk. Dengan analisis ini peneliti dapat mengetahui bagian mana saja yang sebaiknya dihindari untuk meletakkan *injection location*. *Gate location* yang disarankan oleh moldflow pada produk tempat nasi ini adalah di daerah bawah bagian tengah.

D. Analisis *Molding window*

Pada analisis *molding window* didapatkan hasil parameter proses yang direkomendasikan. Rekomendasi parameter proses ini sangat berguna karena dapat menggambarkan parameter proses mana saja yang menyebabkan produk menjadi gagal atau menjadi berkualitas tinggi.

E. Analisis *Fill, Cool, Pack*

Analisis *fill, cool, pack* ini adalah kombinasi analisis yang lengkap karena dalam satu analisis akan memberikan beberapa hasil dalam satu waktu. Pada analisis *fill* akan diberikan hasil berupa waktu pengisian material, tekanan saat pengisian, tekanan saat akhir dan beberapa hasil lainnya. Pada analisis *fill, cool, pack* ini akan menunjukkan hasil simulasi injeksi yang dilakukan dengan menggunakan parameter proses dan desain *cooling* tertentu. Pada analisis ini akan menunjukkan cacat atau kegagalan pada produk sebelum di produksi secara masal.

F. Verifikasi hasil simulasi

Setelah dilakukan simulasi awal maka dapat diperkirakan dan diperhitungkan penggunaan parameter proses dan desain *cooling* mana saja yang akan dipilih untuk analisis selanjutnya. Dengan mengetahui rekomendasi dari moldflow, penentuan parameter proses dan desain *cooling* lebih terarah untuk menghasilkan produk yang berkualitas.

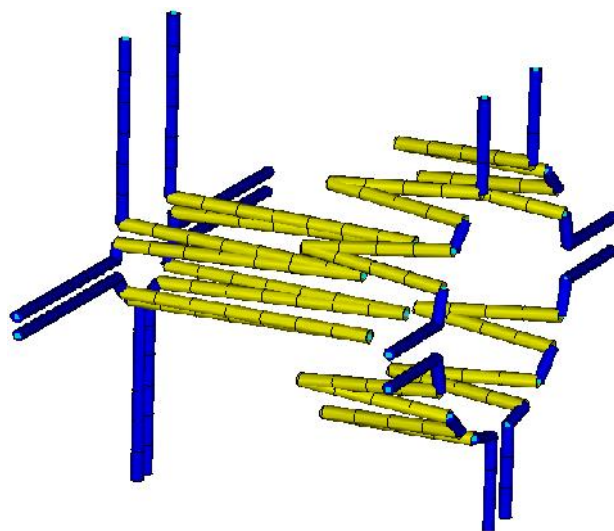
G. *Design Of Experiment* (DOE)

Design of experiment dilakukan untuk menentukan parameter proses dan desain *cooling* yang akan digunakan dalam penelitian. Penggunaan DOE akan memperlihatkan seperti apa kualitas produk saat variabel input berubah.

3.5 Tahapan desain *layout cooling*

A. *Baffle*

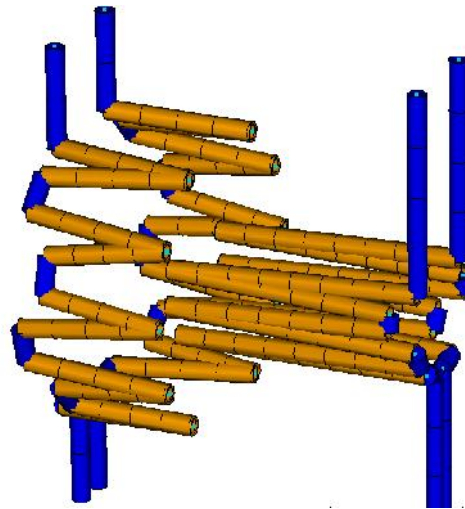
Desain *cooling baffle* dipilih karena data dari perusahaan yang diberikan menggunakan tipe *baffle* seperti Gambar 3.10 berikut. Tahapan selanjutnya adalah menganalisis dan mengoptimisasi desain *cooling* jika terdapat kekurangan pada tipe ini.



Gambar 3.10 *Layout cooling baffle*

B. *Bubbler*

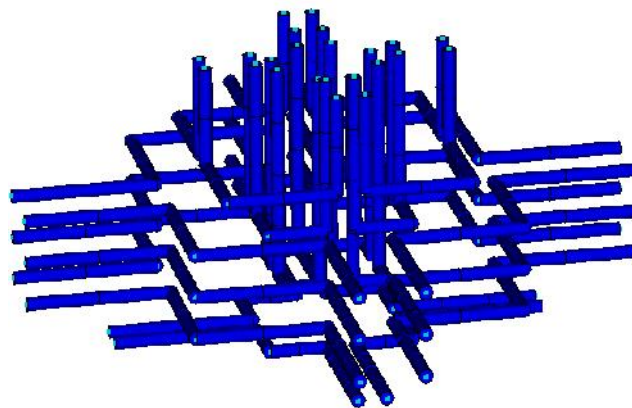
Bubbler adalah tipe cooling yang efektif untuk mendinginkan *part injection molding* sehingga dipilih untuk tipe *cooling* pada penelitian ini. Tipe cooling ini memiliki keurangan pembuatannya yang tidak mudah namun cukup efektif untuk mendinginkan benda. Berikut ini adalah Gambar 3.11 yang menunjukkan bentuk *layout cooling bubbler*.



Gambar 3.11 *Layout Cooling Bubbler*

C. *Conformal*

Tipe *cooling conformal* merupakan tipe yang sering digunakan karena proses pembentukannya tidak terlalu rumit. Pada beberapa bentuk benda tipe *cooling* ini dapat mendinginkan *part injection molding* secara efektif. Layout Cooling Conformal Square seperti Gambar 3.12 karena bentuknya yang tidak terlalu rumit.



Gambar 3.12 *Layout Cooling Conformal*

3.6 Tahapan Simulasi Moldflow Akhir

A. Input data parameter proses

Setelah dilakukan simulasi awal berdasarkan data dari perusahaan tahapan selanjutnya adalah simulasi moldflow akhir. Tahapan ini dimulai dengan memperhitungkan parameter proses yang sesuai dan diperkirakan dapat mengatasi masalah yang ada. Beberapa data dari perusahaan yang ditunjukkan pada Tabel 3.3 akan optimalisasi dan dimasukkan kedalam *process setting* di moldflow.

Tabel 3.3 Input data *process setting*

<i>Melt Temperature</i>	220 °C	
<i>Mold Open Time</i>	0,27 sec	
<i>Injection+Packing+Cooling Time</i>	(Specified) 7,8 sec	
<i>Filling Control</i>	(Injection Time) 0,88 sec	
<i>Velocity/Pressure Switchover</i>	(Automatic)	
<i>Pack/ Holding Control</i>	(Packing Pressure vs Time)	
	<i>Duration (s)</i>	<i>Packing Pressure (MPa)</i>
	0	100
	2	100
	2,1	0
<i>Injection Molding Machine</i>	150 Ton	