

## **BAB V**

### **ANALISIS HASIL EKSPERIMEN**

#### **5.1 Analisis Keadaan Industri Kecil**

Tiga Gemilang selama ini memproses produk plastik dengan menggunakan mesin injeksi konvensional. Seperti kebanyakan industri kecil pada umumnya, Tiga Gemilang membuat produk sesuai dengan perjanjian dengan konsumen. Tidak semua konsumen menuntut produk dengan kualitas tinggi, Biasanya konsumen menganggap walaupun produk tersebut cacat tidak menjadi masalah apabila masih memenuhi fungsinya. Seringkali konsumen kecewa, Namun mereka tidak dapat menyalahkan pihak industri kecil karena dalam negosiasi konsumen dalam hal ini tidak bisa menggambarkan karakteristik mutu yang spesifik. Permasalahan meningkat ketika produk yang dibuat akan dirakit dengan produk lain atau produk-produk yang akan dipakai sebagai komponen mesin. Tiga Gemilang menyadari bahwa tidak mungkin untuk membuat produk 100% tanpa cacat, maka dari itu untuk mengantisipasi produk yang cacat jumlah produk yang diproduksi selalu lebih banyak dari volume produk yang dipesan. Kelebihan produksi untuk mengantisipasi produk cacat ini bukan merupakan tanggungan konsumen. Apabila kelebihan produksi ini disimpan, belum tentu pada suatu saat produk ini akan dipesan kembali sehingga hal ini menyebabkan ketidakefisienan dalam hal banyaknya tenaga, waktu, dan bahan yang terbuang.

Menurut hasil pengamatan yang dilakukan di industri kecil yang bergerak dibidang plastik, selain faktor produksi terdapat faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap kualitas antara lain:

1. Perlakuan terhadap material bahan baku plastik sebelum diproses.
2. Pemeriksaan baik itu untuk bahan-bahan input maupun produk sebagai output.

### **5.2 Analisis Pengamatan Kondisi Awal**

Setelah operator terbiasa dan tidak merasa diamati baru dilakukan pengambilan data kondisi awal. Operator dibiarkan bekerja seperti biasa misalnya ketika memanaskan material plastik, melakukan proses injeksi (menarik tuas injeksi), membiarkan posisi tuas injeksi dan membuka cetakan sesuai dengan pola kerja dan pengalaman kerjanya apakah sudah waktunya membuka atau belum, apakah jumlah material yang dimasukkan cukup atau tidak. Pada pengamatan kondisi awal ini dapat dilihat kondisi dan proses kerja yang sebenarnya dan dari data kondisi awal dapat ditentukan nilai level faktor yang diperlukan dalam perancangan eksperimen.

Sebagai konsekuensi dari proses konversi variabel menjadi variabel waktu menyebabkan tidak mudah untuk melihat sensitivitas temperatur cetakan terhadap waktu karena tidak mungkin untuk melihat perubahan temperatur cetakan dalam satuan detik. Akhirnya perubahan temperatur cetakan dikelompokkan menjadi tiga berdasarkan lamanya proses pendinginan antara lain:

1. Waktu pendinginan kurang dari 80 detik
2. Waktu pendinginan antara 80 detik sampai 100 detik

### 3. Waktu pendinginan lebih dari 100 detik

Pembagian ini bertujuan untuk melihat apa yang akan terjadi pada produk apabila waktu pendinginnya terlalu cepat dan melihat apa yang akan terjadi pada produk apabila waktu pendinginnya lama. Waktu pendinginan yang baik adalah waktu yang cukup untuk membiarkan material mengikuti bentuk cetakan dan mengalami penyusunan molekul agar teratur.

Dalam penelitian awal diperkirakan ada pengaruh lamanya waktu pemanasan, waktu penahan, dan waktu pendinginan pada kualitas produk. Di mana tidak selamanya waktu pemanasan yang lama ataupun kurang dianggap sebagai satu-satunya penyebab cacat pada produk. Cacat mungkin diakibatkan karena waktu penahan atau waktu pendinginnya yang terlalu singkat.

### 5.3 Analisis Data Hasil Eksperimen

Analisis data hasil eksperimen bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk yang dibuat dengan mesin injeksi konvensional. Dalam penelitian ini digunakan metode Taguchi yang menekankan bahwa untuk menjamin kualitas adalah dengan membuat produk dan proses yang *robust*. Metode ini bertujuan untuk mencari desain yang tidak sensitif terhadap faktor gangguan.

Pengolahan data meliputi perhitungan rata-rata dan rasio *signal to noise*. Pendekatan Taguchi menyarankan agar memilih level faktor yang dapat dikendalikan yang mereduksi variabilitas apabila dihadapkan pada pemilihan level faktor di mana terjadi trend yang berlainan antara rata-rata dan *signal to noise ratio*. Analisis data

hasil eksperimen meliputi analisis nilai S/N, efek interaksi antara faktor utama, dan analisis variansi.

### 5.3.1 Analisis Nilai S/N

Nilai S/N merupakan transformasi dari data-data menjadi nilai lain untuk mengukur keberadaan variansi. Perhitungan S/N pada pengolahan data eksperimen digunakan untuk memilih level faktor yang akan membawa produk pada nilai target dengan variasi yang rendah. Dari hasil perhitungan nilai S/N dan rata-rata perubahan level faktor dapat ditentukan nilai level faktor utama yang dapat mereduksi variabilitas.

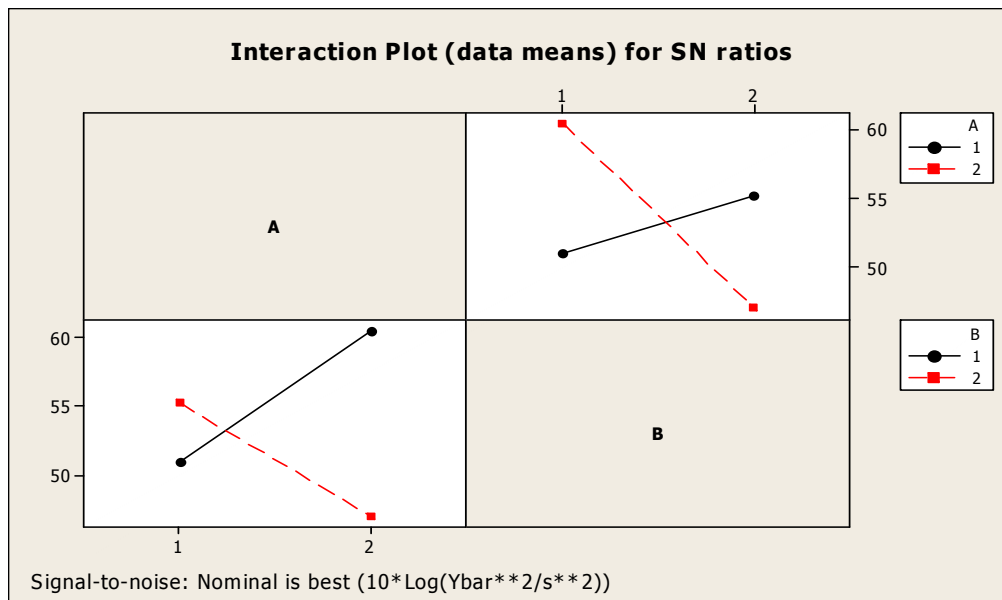
*Noise* diartikan sebagai gangguan terhadap variabilitas produk yang dalam penelitian ini digambarkan oleh ketidakstabilan dimensi, artinya apabila produk semakin tidak stabil dimensinya maka standar deviasinya akan semakin besar atau dengan kata lain ukuran produk menjadi tidak presisi akibatnya terjadi inkonsisten diantara produk, maka dari itu pemilihan level faktor yang memberikan variansi rendah didasarkan pada nilai S/N terbesar. Pada Tabel 4.12 dan grafik efek faktor pada Gambar 4.1, Gambar 4.2, dan Gambar 4.3 menunjukkan bahwa untuk mereduksi variabilitas maka faktor A (waktu pemanasan), faktor C (waktu penahan), dan faktor D (waktu pendinginan) diset pada level 2 sedangkan faktor B (waktu injeksi) diset pada level 1. Dengan nilai level dan rentang nilai level sebagai berikut:

Tabel 5.1  
 Nilai Level Faktor Yang Dapat Mereduksi Variabilitas

<b>Faktor</b>	<b>Level</b>	<b>Nilai</b>	<b>Rentang</b>
A: Waktu Pemanasan	2	173 detik	170-180 detik
B: Waktu Injeksi	1	8 detik	5-8 detik
C: Waktu Penahan/Holding	2	66 detik	60-70 detik
D: Waktu Pendinginan/Cooling	2	100 detik	95-100 detik

### 5.3.2 Analisis Efek Interaksi Antara Faktor Utama

Analisis selanjutnya adalah untuk melihat efek interaksi pada nilai S/N. Hanya interaksi antara dua faktor utama saja yang akan diperhatikan. Nilai S/N hasil interaksi antara dua faktor utama diplot untuk menentukan bagaimana seharusnya pemilihan level pada faktor utama dengan memperhatikan efek interaksi. Interaksi faktor utama yang diperhatikan adalah AB, AC, AD, BC, BD, dan CD. Grafik interaksi antara faktor utama dapat dilihat pada gambar berikut ini:

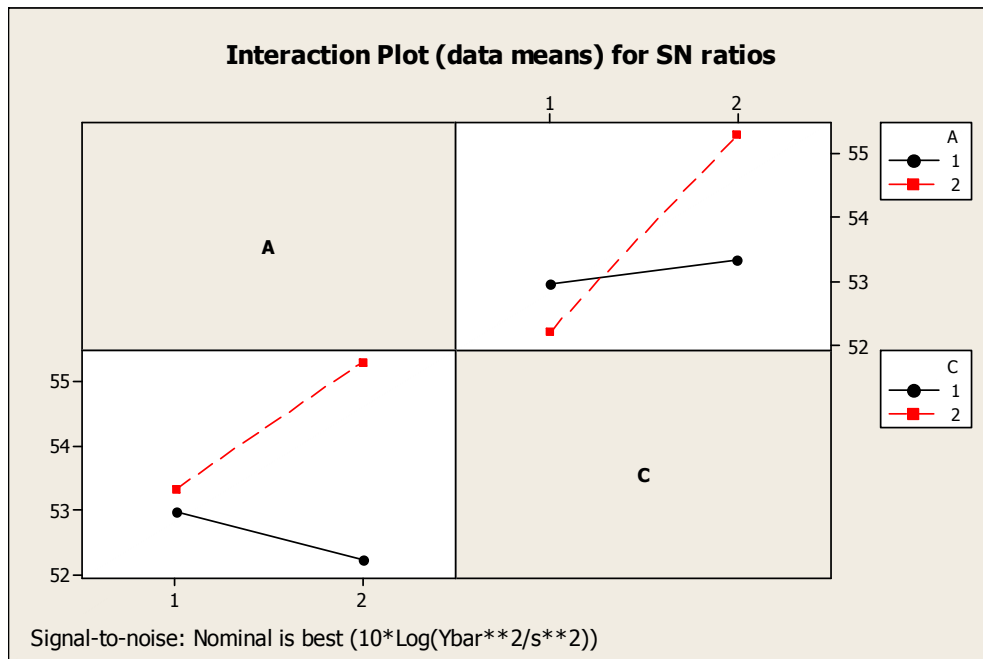


Gambar 5.1

## Grafik Interaksi Faktor A dan Faktor B

Gambar 5.1 menunjukkan adanya interaksi antara faktor A (waktu pemanasan) dan faktor B (waktu injeksi). Nilai S/N terbesar didapat pada kondisi di mana A diset pada level 2 dan B diset pada level 1. Grafik interaksi tersebut menunjukkan bahwa waktu pemanasan harus lama dan waktu injeksi harus cepat. Secara teoritis plastik akan diinjeksi ke dalam cetakan setelah plastik sudah cukup lunak untuk dapat mengalir. Dalam proses injeksi konvensional, energi yang besar untuk melunakkan material diartikan sebagai waktu pemanasan yang lama sedangkan waktu injeksi yang cepat diartikan sebagai upaya untuk memberikan tekanan yang besar pada plastik. Sedangkan apabila interaksi ini dikaitkan dengan fenomena fisik

adalah terjadinya cacat *flashing* dan terdapat garis-garis keperakan apabila material terlalu panas dan terjadi ketidakstabilan dimensi.

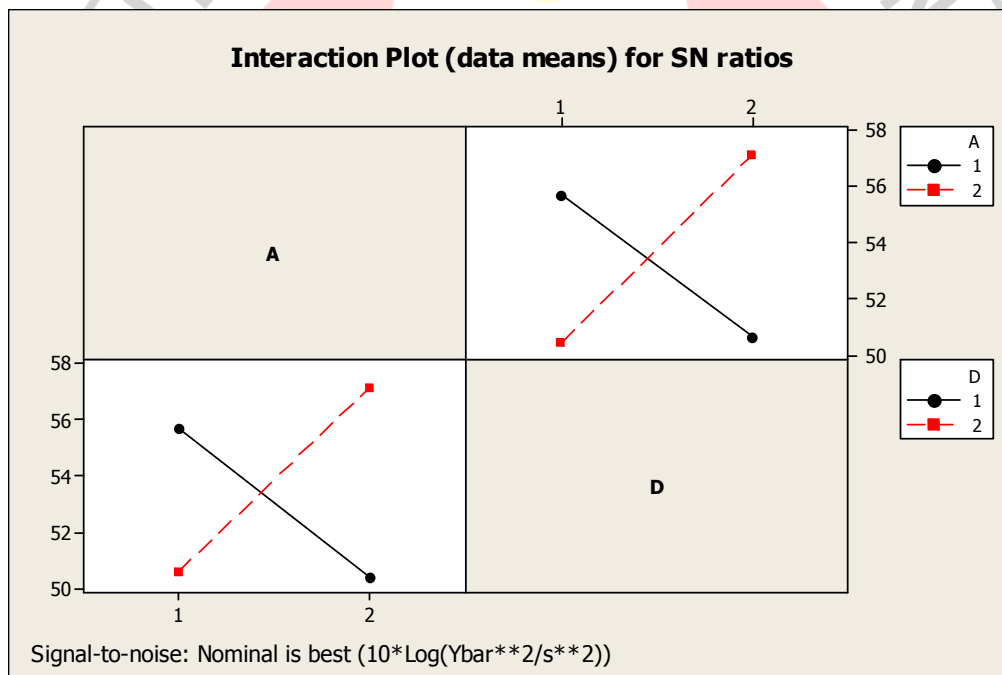


Gambar 5.2

Grafik Interaksi Faktor A dan Faktor C

Gambar 5.2 menunjukkan interaksi antara faktor A (waktu pemanasan) dan faktor C (waktu penahan). Nilai S/N terbesar didapat pada kondisi di mana A diset pada level 2 dan C diset pada level 2. Artinya waktu pemanasan harus lama dan waktu penahan juga harus lama. Apabila waktu pemanasan berada pada level 2 dan waktu penahan berada pada level 1 menyebabkan nilai S/N turun secara drastis. Grafik ini menunjukkan ada interaksi antara waktu pemanasan dan waktu penahan. Secara teoritis waktu pemanasan yang lama menyebabkan temperatur plastik semakin

tinggi, temperatur plastik yang tinggi ini menyebabkan plastik menjadi lunak bahkan mungkin cair, apabila tidak diberi waktu penahan yang cukup menyebabkan plastik dapat keluar lagi dari dalam cetakan karena gate atau saluran plastik belum membeku. Maka dari itu sebaiknya apabila waktu pemanasan lama atau diset pada level 2, waktu penahan pun sebaiknya diset pada level 2. Temperatur plastik yang tidak sesuai dan tekanan penahan yang kurang dapat menyebabkan ketidakstabilan dimensi.



Gambar 5.3

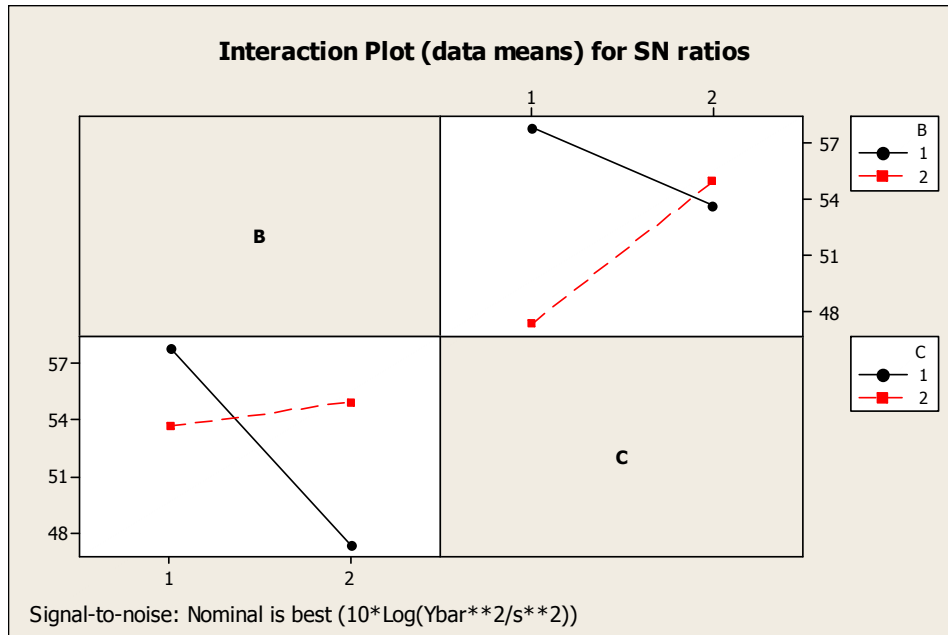
Grafik Interaksi Faktor A dan Faktor D

Gambar 5.3 menunjukkan interaksi antara faktor A (waktu pemanasan) dan faktor D (waktu pendinginan). Nilai S/N terbesar didapat pada kondisi di mana A



diset pada level 2 dan D diset pada level 2. Artinya waktu pemanasan harus lama dan waktu pendinginan juga harus lama. Apabila waktu pemanasan berada pada level 2 dan waktu pendinginan berada pada level 1 menyebabkan nilai S/N turun secara drastis.

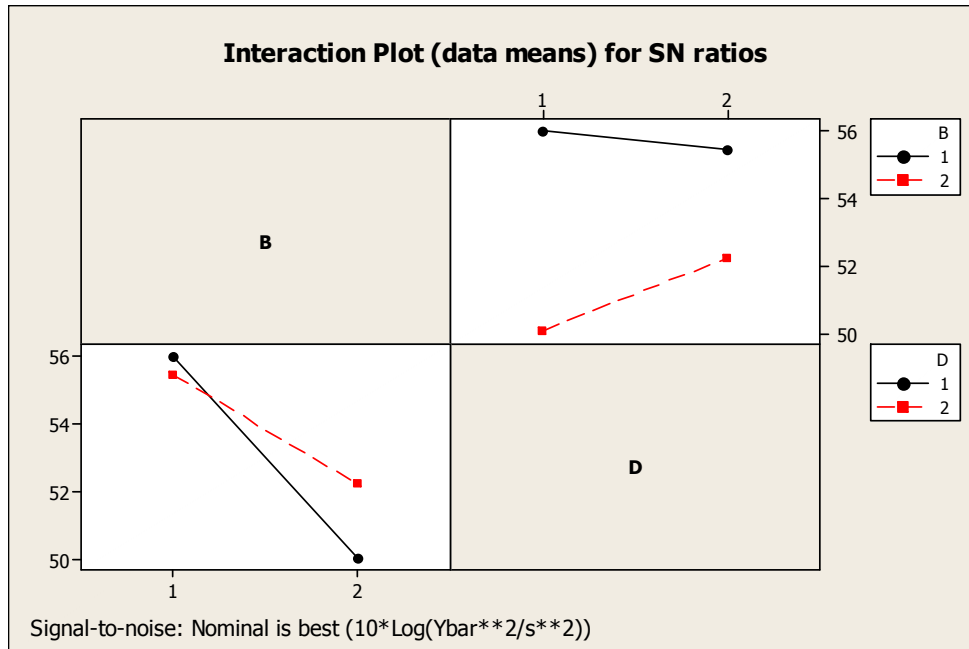
Grafik ini menunjukkan ada interaksi antara waktu pemanasan dan waktu pendinginan. Namun sebenarnya apabila telah diberikan waktu penahan yang cukup maka pendinginan yang sebentar atau diset pada level 1 tidak menjadi masalah karena dalam proses injeksi konvensional material plastik sudah dikatakan mengalami proses pendinginan setelah seluruh material plastik diinjeksikan ke dalam cetakan. Artinya proses pendinginan yang sebenarnya telah dimulai pada saat material plastik pada cetakan mulai diberikan waktu penahan. Sebenarnya secara teoritis tidak terjadi ketidakstabilan dimensi apabila waktu pendinginan kurang lama namun akan terjadi cacat berupa *surface mark* atau tanda pada permukaan apabila cetakan terlalu dingin.



Gambar 5.4

## Grafik Interaksi Faktor B dan Faktor C

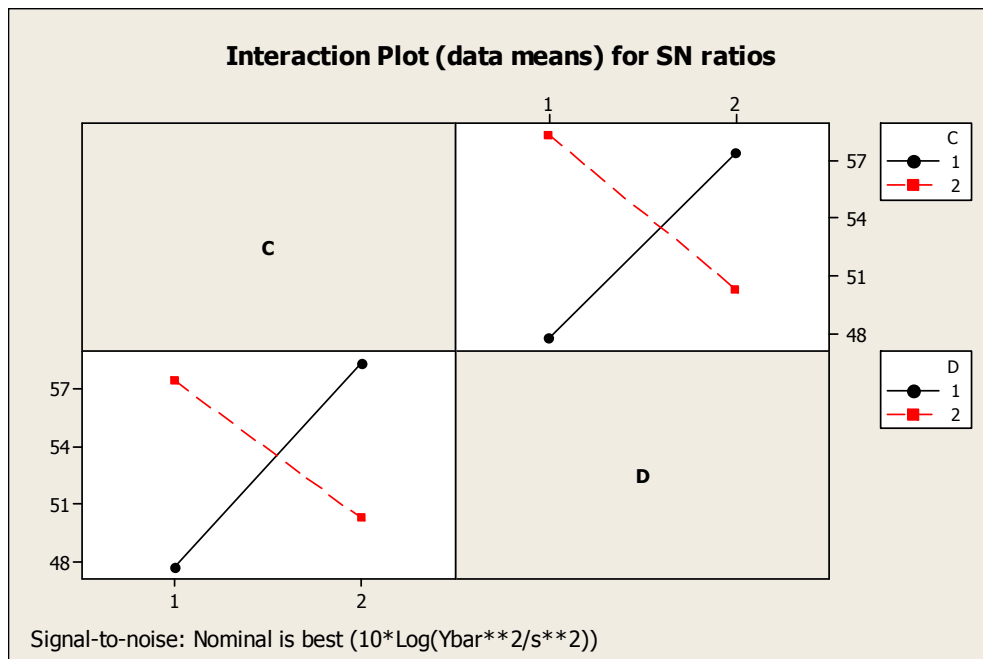
Gambar 5.4 menunjukkan interaksi antara faktor B (waktu injeksi) dan faktor C (waktu penahan). Nilai S/N terbesar didapat pada kondisi di mana B diset pada level 1 dan C diset pada level 1. Artinya waktu injeksi harus cepat dan waktu penahan harus singkat. Nilai S/N yang rendah akan dihasilkan apabila waktu injeksi lama dengan waktu penahan yang singkat. Lamanya waktu penahan dan waktu injeksi sebenarnya dipengaruhi oleh kecepatan pembekuan plastik yang tentunya sangat dipengaruhi oleh sifat material plastik.



Gambar 5.5

## Grafik Interaksi Faktor B dan Faktor D

Gambar 5.4 menunjukkan interaksi antara faktor B (waktu injeksi) dan faktor D (waktu pendinginan). Nilai S/N terbesar didapat pada kondisi di mana B diset pada level 1 dan D diset pada level 1. Artinya waktu injeksi harus cepat dan waktu pendinginan harus singkat. Nilai S/N yang rendah akan dihasilkan apabila waktu injeksi lama dengan waktu pendinginan yang lama.



Gambar 5.6

## Grafik Interaksi Faktor C dan Faktor D

Gambar 5.5 menunjukkan interaksi antara faktor C (waktu penahan) dan faktor D (waktu pendinginan). Nilai S/N terbesar didapat pada kondisi di mana C diset pada level 2 dan D diset pada level 1. Artinya waktu penahan harus lama dan waktu pendinginan harus singkat. Nilai S/N yang rendah akan dihasilkan apabila waktu penahan singkat dengan waktu pendinginan yang singkat. Seperti pada penjelasan sebelumnya bahwa lamanya waktu penahan dan waktu pendinginan sangat tergantung pada kecepatan pembekuan material yang dalam hal ini sangat ditentukan oleh sifat material plastik.

Grafik interaksi pada Gambar 5.1 sampai Gambar 5.5 dapat dihubungkan dengan jenis-jenis cacat yang terjadi pada produk yang dibuat dengan mesin injeksi konvensional serta penyebab dan tindakan untuk mengatasinya yang dapat dilihat pada Tabel 4.2. Berdasarkan grafik interaksi dapat dikatakan bahwa semua faktor berinteraksi, karena itu konsekuensinya diperlukan pengendalian pada semua faktor tersebut. Grafik interaksi serta jenis cacat pada Tabel 4.2 membuktikan bahwa pada kasus mesin injeksi konvensional kualitas produk tergantung pada pengalaman operator. Namun dari grafik interaksi tersebut belum dapat diketahui faktor mana yang dominan untuk dikendalikan. Dengan mempertimbangkan efek interaksi antara faktor utama maka faktor-faktor utama ditetapkan pada level sebagai berikut:

Tabel 5.2  
Nilai Rentang Faktor

Faktor	Interaksi dengan Faktor	Pemilihan Level Faktor
A (waktu pemanasan)	B (waktu injeksi)	A(2), B(1)
	C (waktu penahan)	A(2), C(2)
	D (waktu pendinginan)	A(2), D(2)
B (waktu injeksi)	C (waktu penahan)	B(1), C(1)
	D (waktu pendinginan)	B(1), D(1)
C (waktu penahan)	D(waktu pendinginan)	C(2), D(1)

Nilai level faktor utama pada Tabel 5.2 ditentukan berdasarkan grafik efek interaksi pada Gambar 5.1 sampai Gambar 5.5 yaitu nilai level faktor yang memberikan S/N

terbesar. Namun terlihat pada Tabel 5.2 terdapat kontradiksi antarafaktor C (waktu penahan) dan faktor D (waktu pendinginan) yaitu:

1. Interaksi antara faktor A (waktu pemanasan) dengan faktor C dan D menghasilkan produk bervariasi rendah apabila faktor A dipasang pada level 2 dan faktor C dan D dipasang pada level 2.
2. Interaksi antara faktor B (waktu injeksi) dengan faktor C dan D menghasilkan produk bervariasi rendah apabila faktor B dipasang pada level 1, C dan D dipasang pada level 1.
3. Sedangkan interaksi antara faktor C (waktu penahan) dengan faktor D (waktu pendinginan) akan menghasilkan produk bervariasi rendah apabila faktor C dipasang pada level 2 dan faktor D pada level 1.

Interpretasi hasil pengolahan data yang diplot pada grafik interaksi tidak selamanya sesuai dengan perkiraan karena secara teoritis fungsi dari waktu pemanasan adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengubah material dari keadaan padat menjadi leleh atau cukup lunak untuk dapat mengalir. Waktu pemanasan yang baik adalah waktu di mana material diinjeksi pada saat yang tepat yaitu pada saat sudah cukup lunak untuk dapat mengalir. Mengingat kompor menghasilkan api dengan temperatur  $128^{\circ}\text{C}$  maka sebaiknya memang waktu pemanasan diset pada level 2 karena apabila diset pada level 1 dikhawatirkan material plastik belum cukup lunak untuk dapat diinjeksikan. Secara teoritis tidak disebutkan kriteria waktu injeksi yang baik apakah harus cepat atau lama, tetapi yang disebutkan adalah kecepatan injeksi seharusnya tinggi.

Pada mesin injeksi otomatis terdapat alasan mengapa suatu faktor harus diset pada level 1 atau level 2 karena faktor-faktor tersebut dapat diukur secara langsung. Sedangkan pada mesin injeksi konvensional alasan-alasan tersebut tidak bisa dijelaskan secara langsung sebagai akibat dari proses konversi variabel, maka dari itu yang diukur adalah mengatur waktu pemanasan yang cukup agar material plastik sudah mencapai temperatur lunaknya, memberikan waktu injeksi yang singkat untuk memberikan tekanan injeksi yang besar, dan memberikan waktu penahan yang lama dengan maksud memberikan tekanan penahan yang besar.

Berdasarkan grafik efek interaksi dan interpretasi dari faktor-faktor utama maka sebaiknya faktor A (waktu pemanasan) diset pada level 2, faktor B (waktu injeksi) diset pada level 1 dengan menganggap material jenis *polypropylene* ini memiliki kecepatan pembekuan yang tinggi maka faktor C (waktu penahan) diset pada level 2 dan faktor D (waktu pendingin) diset pada level 1.

Grafik interaksi efek faktor utama belum menunjukkan faktor-faktor mana saja yang sebenarnya berkontribusi besar terhadap (karakteristik kualitas) yang diamati. Untuk mengetahui lebih lanjut faktor-faktor mana saja yang mempunyai efek terhadap respon maka dilakukan analisis variansi.

### 5.3.3 Analisis Variansi

Analisis variansi merupakan teknik yang digunakan untuk menentukan apakah suatu faktor mempunyai pengaruh yang signifikan pada respon dengan cara membandingkan variansi yang disebabkan oleh masing-masing faktor serta interaksi antara dua faktor utama dengan variansi error. Suatu faktor dikatakan mempunyai pengaruh yang signifikan apabila  $F_{hitung} > F_{tabel}$  dengan  $\alpha = 10\%$ . Dalam analisis variansi dikenal kesalahan tipe 1 atau kesalahan  $\alpha$  dan kesalahan tipe 2 atau  $\beta$ . Kesalahan tipe 1 berarti menolak hipotesis yang sesungguhnya hipotesis tersebut adalah benar yang seharusnya diterima. Sebaliknya kesalahan tipe 2 ini berarti menerima hipotesis yang sesungguhnya hipotesis tersebut salah dan seharusnya ditolak. Berikut tabel kesalahan  $\alpha$  dan  $\beta$

Tabel 5.3

Tipe Kekeliruan Ketika Membuat Kesimpulan Tentang Hipotesis

Kesimpulan	Keadaan Sebenarnya	
	Hipotesis Benar	Hipotesis Salah
Terima Hipotesis	Benar	Keliru (Kekeliruan Tipe II)
Tolak Hipotesis	Keliru (Kekeliruan Tipe I)	Benar

Penelitian ini hanya dilakukan dengan dua kali replikasi. Data yang diambil dengan replikasi sebanyak dua kali belum tentu cukup untuk menggambarkan keadaan sistem sebenarnya. Terdapat kemungkinan bahwa akan banyak sekali faktor-



faktor yang tidak teramati, karena itu penelitian ini memiliki tingkat kepercayaan yang rendah dengan nilai  $\alpha$  yang cukup besar. Sehingga pada penelitian ini ditemukan adanya faktor yang signifikan secara statistik terhadap respon dengan kesalahan tipe I yang relatif besar yaitu pada  $\alpha = 10\%$ . Kesalahan tipe I dalam penelitian ini diakibatkan oleh beberapa hal, yaitu:

1. Proses konversi variabel menjadi variabel waktu yang belum tentu benar,
2. Konsekuensi metode pengukuran yang berupa rentang waktu,
3. Jumlah data yang terlalu sedikit.

Dalam penelitian ini hanya faktor-faktor utama dan interaksi antara dua faktor utama saja yang diperhatikan dengan alasan interaksi orde tinggi jarang terjadi dan sulit untuk diambil tindakan apabila ternyata mempunyai pengaruh yang signifikan. Faktor-faktor yang akan diselidiki pengaruhnya secara statistik antara lain faktor A, B, C, D, E serta interaksi antara faktor AB, AC, AD, AE, BC, BE, CD, CE, dan DE. Dengan hipotesa awal faktor-faktor dan interaksi faktor yang telah disebutkan di atas tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap respon. Hasil perhitungan *sum of square*, *mean square*, dan nilai F dapat dilihat pada Tabel 4.13

Pada penelitian ini diambil nilai  $\alpha = 10\%$ . Nilai  $F_{\text{tabel}}$  untuk  $F_{10\%;1;16} = 3.05$ . faktor dan interaksi faktor yang mempunyai nilai  $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$  dikatakan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap respon. Faktor-faktor dan interaksi faktor yang secara statistik berpengaruh terhadap respon adalah faktor A (waktu pemanasan), B (waktu injeksi), C (waktu penahan), AC (interaksi antara waktu pemanasan dan

waktu penahan), BD (interaksi antara waktu injeksi dan waktu pendinginan) dan CE (interaksi antara waktu penahan dan waktu pengamatan pagi dan siang).

#### **5.4 Standar Perlakuan Proses Injeksi Konvensional**

Industri kecil harus melakukan usaha peningkatan kualitas produk walaupun usaha tersebut dilakukan secara bertahap. Sama seperti industri besar, sebaiknya industri kecil pun melakukan pengontrolan baik itu terhadap bahan baku sebelum diproses lebih lanjut, melakukan pengendalian terhadap proses produksi, dan melakukan pemeriksaan pada produk sebagai output. Saran-saran perbaikan produktivitas mesin injeksi konvensional dapat dilakukan dengan menambah peralatan atau mendesain peralatan. Namun sebenarnya industri kecil belum tentu mau dan mempunyai kemampuan untuk memasang peralatan tambahan yang disarankan dalam penelitian ini, maka dari itu sebaiknya perbaikan kualitas maupun peningkatan produktivitas pada industri kecil dilakukan secara bertahap. Dimulai dari hal yang sederhana tanpa memerlukan banyak perubahan dan biaya besar antara lain dengan melakukan perbaikan pada metode kerja dan apabila perbaikan ini tidak memungkinkan barulah dilakukan perbaikan pada mesin yang digunakan. Apabila perbaikan tersebut berupa penambahan peralatan pada mesin maka penambahan peralatan ini harus didasarkan pada faktor-faktor yang memang mempunyai pengaruh besar terhadap kualitas maupun produktivitas.

Sehingga yang menjadi prioritas perbaikan adalah metode kerja yang pada prinsipnya dapat dilakukan dengan cara memberikan standar perlakuan kerja antara lain:

1. Terdapat ukuran atau takaran sebagai standar untuk jumlah material yang harus dimasukkan ke dalam hopper,
2. Terdapat standar lamanya waktu pemanasan baik itu pada kompor dan barrel sebelum digunakan untuk proses dan standar lamanya waktu pemanasan untuk setiap jenis material,
3. Waktu untuk menarik tuas injeksi harus dilakukan dengan cepat agar material dapat masuk ke dalam cetakan sebelum material tersebut sulit untuk digerakan karena terlanjur membeku ataupun material pada saluran terlanjur membeku,
4. Harus terdapat standar waktu kapan seharusnya membuka cetakan,
5. Operator disarankan untuk menjaga kebersihan kompor agar kompor dapat berfungsi dengan baik yaitu menghasilkan panas yang merata dan operator diharuskan untuk menjaga kebersihan cetakan untuk menjaga agar perambatan panas terjadi dengan baik.

Dengan melakukan perbaikan pada metode kerja diharapkan industri kecil dapat membuat produk dengan kualitas yang lebih baik, lebih konsisten dan dapat menekan persentase produk cacat. Operator adalah manusia bukan mesin yang mempunyai kemampuan terbatas sehingga tenaganya tidak dapat diforsir serta memiliki kejenuhan. Oleh karena itu perbaikan pada metode kerja memerlukan

pengendalian yang ketat. Diharapkan dengan melakukan perbaikan pada metode kerja persentase cacat dapat ditekan.

Dari hasil eksperimen dengan metode Taguchi dapat ditentukan nilai level faktor utama yang dapat menghasilkan proses yang tidak sensitif terhadap faktor yang tidak dapat dikendalikan. Tidak hanya itu untuk melakukan perbaikan perlu dipertimbangkan efek interaksi faktor utama. Dari hasil analisis variansi dapat diketahui faktor-faktor dan interaksi faktor yang berpengaruh terhadap respon. Faktor-faktor tersebut adalah A, B, C, AC, BD, dan CE.

Berdasarkan hasil analisis variansi sebaiknya perbaikan pada mesin yang digunakan diprioritaskan pada bagian sistem penahan agar material tidak kembali lagi setelah diinjeksikan ke dalam cetakan, sistem pemanas agar panas pada material plastik merata dan dapat dikendalikan sesuai dengan titik lelehnya, selain itu perbaikan dilakukan pada sistem pendingin pada cetakan agar plastik cair mengikuti bentuk cetakan dengan kecepatan pendinginan yang merata selain itu sistem pendingin bertujuan untuk memperkecil waktu siklus sehingga cetakan dapat digunakan untuk produk berikutnya. Perbaikan ini dapat dilakukan dengan cara menambah peralatan pada mesin.