BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan menganai pembahasan dari rumusan masalah dan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Setelah data-data yang dibutuhkan diperoleh, maka dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode *Taguchi* agar diperoleh *setting level* optimal dari faktor-faktor berupa bahan baku pembuatan kursi teraso yang bisa menghasilkan kuat tekan minimal dengan mengacu pada Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971 N.I.-2) yaitu beton kelas II dengan mutu K175.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Kawasan Sentra Industri Sanitair Karangbesuki merupakan kawasan yang bergerak di bidang usaha sanitair. Ditetapkan dengan tujuan untuk menguatkan identitas kawasan sebagai daerah sentra sistem sanitair yang merupakan bagian dari kawasan strategis ekonomi di Kota Malang. Sentra Industri Sanitair Karangbesuki merupakan kawasan yang berkembang di sepanjang Jalan Raya Candi di Kelurahan Karangbesuki, selain berfungsi sebagai tempat tinggal juga berfungsi sebagai tempat produksi rumah tangga dengan komoditas utama berupa barang sanitair. Gambar 4.1 berikut ini adalah pintu masuk menuju kawasan Sentra Industri Sanitair Karangbesuki.

Gambar 4.1 Pintu masuk kawasan Sentra Industri Sanitair Kelurahan Karangbesuki

Berdasarkan hasil pendataan yang dilakukan oleh Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kota Malang tahun 2013, diperoleh data potensi Sentra Industri Sanitair Karangbesuki sebanyak 14 unit usaha seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.1

4.2 Bahan Baku Penyusun Kursi Teraso

Berikut ini adalah bahan baku yang digunakan untuk memproduksi kursi teraso.

1. Pasir (Gambar 4.2)

Gambar 4.2 Pasir

Pasir yang digunakan adalah pasir dengan corak warna hitam pekat dan butiran pasir yang agak kasar serta tidak mengandung lumpur.

2. *Mill* (Gambar 4.3)

Gambar 4.3 *Mill*

Mill atau gamping *Mill* ini digunakan untuk campuran semen atau bisa dikatakan sebagai pengganti semen sehingga penggunaan semen tidak terlalu banyak.

3. Semen (Gambar 4.4)

Gambar 4.4 Semen

Semen ini digunakan sebagai bahan perekat yang nantinya akan dicampurkan dengan pasir, koral dan *Mill* untuk selanjutnya dituangkan ke cetakan.

4. Semen Putih (Gambar 4.5)

Gambar 4.5 Semen Putih

Semen putih adalah semen yang dibuat dengan bahan batu kapur yang mengandung oksida besi dan oksida magnesia yang rendah. Dalam proses pembuatan terraso, semen putih ini akan dicampurkan dengan *Mill* dan teraso untuk bagian luar kursi.

5. Batu Koral (Gambar 4.6)

Gambar 4.6 Koral

Batu koral merupakan batu berwarna hitam dan bentuknya kecil yang digunakan untuk campuran semen, pasir dan mill.

6. Kawat (Gambar 4.7)

Gambar 4.7 Kawat

Kawat ini digunakan dalam membuat kerangka kursi terraso dan membuat struktur lebih kuat.

7. Grasak/Teraso (Gambar 4.8)

Gambar 4.8 Grasak/teraso

Grasak merupakan serpihan granit atau marmer berbentuk halus yang dicampurkan dengan campuran semen putih dengan *Mill* untuk bagian kursi paling luar.

8. *Pigmen* atau pewarna (Gambar 4.9)

Gambar 4.9 *Pigmen*

Pigmen digunakan untuk memberi warna pada batu teraso atau grasak.

9. Batu gosok (Gambar 4.10)

Gambar 4.10 Batu gosok

Batu gosok digunakan untuk menghaluskan alas kursi terraso yang sudah jadi.

10. Oksasi atau obat oles (Gambar 4.11)

Gambar 4.11 Oksasi

Obat oles digunakan untuk mengkilapkan bagian atas kursi terraso pada saat *finishing*

4.3 Proses Produksi Kursi Teraso

Kursi teraso terdiri dari tiga bagian yang terpisah yaitu bagian kaki, penyangga dan bagian atas (dudukan). Berikut ini akan dijelaskan proses pembuatan kursi teraso yang terdiri dari dua proses utama hingga sebelum dilakukan *finishing*. Proses pertama adalah pembuatan kursi teraso bagian kaki dan penyangga, kedua adalah pembuatan kursi teraso bagian atas (dudukan) dan *assembly*. Proses pembuatan kursi teraso bagian kaki dan penyangga adalah sama, hanya menggunakan cetakan yang berbeda sehingga mempengaruhi jumlah komposisi bahan baku yang dibutuhkan. Sedangkan proses pembuatan kursi teraso bagian atas bersamaan dengan proses *assembly*.

1. Proses pembuatan kursi teraso bagian kaki dan penyangga
   a. Persiapan bahan berupa semen, koral pasir dan *Mill*. (Gambar 4.12)

Gambar 4.12 Persiapan bahan baku kaki dan penyangga kursi teraso

   b. Pencampuran bahan dengan penambahan air secukupnya. (Gambar 4.13)

Gambar 4.13 Pencampuran bahan baku kaki dan penyangga kursi teraso

   c. Persiapan dua cetakan kaki dan atau penyangga kursi yang diletakkan pada sebuah papan datar (180°) (Gambar 4.14)

Gambar 4.14 Persiapan cetakan kaki dan penyangga kursi teraso

d. Pelapisan oli pada cetakan agar produk mudah dilepas saat sudah kering. (Gambar 4.15)

Gambar 4.15 Pelapisan oli pada cetakan kaki dan penyangga kursi teraso

e. Pencetakan dilakukan dengan menuangkan adonan bahan kedalam cetakan lalu diratakan hingga semua bahan mengisi seluruh rongga cetakan. (Gambar 4.16)

Gambar 4.16 Proses pencetakan bagian kaki dan penyangga kursi teraso

f. Meletakkan kawat ke atas adonan bahan yang telah terisi setengah rongga cetakan dan menutupnya dengan adonan kembali. (Gambar 4.17)

Gambar 4.17 Pemasangan kawat pada kaki dan penyangga kursi teraso

g. Pelepasan produk kaki dan penyangga kursi teraso dari cetakan. (Gambar 4.18)

Gambar 4.18 Pelepasan kaki dan penyangga kursi teraso dari cetakan

h. Pengeringan kaki dan penyangga kursi teraso yang dilakukan kurang lebih 1 jam. (Gambar 4.19)

Gambar 4.19 Proses pengeringan kaki dan penyangga kursi teraso

2. Proses pembuatan kursi teraso bagian atas dan *assembly*

   a. Melakukan perendaman bagian kaki dan penyangga kurang lebih 5 menit di dalam air agar lebih mudah dalam dalam melakukan *assembly* (Gambar 4.20)

Gambar 4.20 Perendalam bagian kaki dan penyangga

   b. Persiapan bahan berupa semen, koral dan pasir dan *Mill*. (Gambar 4.21)

Gambar 4.21 Persiapan bahan baku untuk bagian atas kursi teraso

   c. Pencampuran bahan dengan penambahan air secukupnya. (Gambar 4.22)

Gambar 4.22 Pencampuran bahan baku untuk bagian atas kursi teraso

d. Persiapan cetakan lalu dilapisi oli pada bagian atas cetakan agar produk mudah dilepas saat sudah kering. (Gambar 4.23)

Gambar 4.23 pengolesan oli pada cetakan bagian atas kursi teraso

e. Pencetakan dilakukan dengan menuangkan bahan kedalam cetakan lalu diratakan hingga dirasa semua bahan mengisi seluruh rongga cetakan. Bahan hanya dituang setengah tinggi cetakan. Selanjutnya, kerangka berupa kawat yang sudah dirangkai diletakkan di atas cetakan. (Gambar 4.24)

Gambar 4.24 Pencetakan bagian atas kursi teraso

f. Penempelan bagian penyangga yang dipasang horizontal tepat dibagian tengah bagian atas kursi teraso. Pemasangan penyangga harus tepat terpasang 180°. (Gambar 4.25)

Gambar 4.25 Pemasangan penyangga kursi

g. Pemasangan kaki kursi yang terlebih dahulu diolesi dengan campuran semen dan *Mill* untuk merekatkan. Setelah itu dilakukan pelurusan kaki dengan menggunakan alat ukur. (Gambar 4.26)

Gambar 4.26 Pemasangan kaki kursi teraso

h. Pelapisan ulang campuran keempat bahan utama hingga isi cetakan penuh. (Gambar 4.27)

Gambar 4.27 Pelapisan ulang isi cetakan dengan adonan bahan

i. Pembentukan lis pada tepi kursi dan *finishing* (Gambar 4.28)

Gambar 4.28 Pembentukan lis pada tepi kursi

j. Proses pengeringan selama kurang lebih 2,5 jam sebelum dilakukan pelepasn cetakan. (Gambar 4.29)

Gambar 4.29 Proses pengeringan akhir

k. Pelepasan produk dari cetakan (Gambar 4.30)

Gambar 4.30 Pelepasan produk dari cetakan

4.4 Penetapan Karakteristik Kualitas

Penetapan karakteristik kualitas yang digunakan adalah *Nominal The Best*. Karakteristik kursi teraso yang diamati adalah kuat tekan kursi teraso minimal dengan menggunakan standar kelas dan mutu beton kelas II yaitu K175 (Peraturan Beton Bertulang Indonesia PBI 1971 N.I.-2). Kursi teraso bisa dikategorikan sebagai benda struktural yang tidak membutuhkan kuat tekan yang tinggi. Dengan kata lain, kuat tekan yang mendekati 175 kg/cm^2 adalah kuat tekan minimal yang harus dimiliki oleh kursi teraso, sehingga penelitian ini akan menghasilkan *setting level optimal*.

4.5 Penetapan Faktor dan Level Faktor Berpengaruh

Penetapan faktor dan level faktor berpengaruh didapatkan dari studi literatur, survey dan hasil diskusi dengan pemilik salah satu unit usaha Sentra Sanitair yang memiliki nilai investasi terbesar yaitu Bapak Bachri, UD. Ragam Indah. Pada Tabel 4.1 berikut ini adalah beberapa bahan baku yang merupakan faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik kualitas kuat tekan kursi teraso.

Tabel 4.1 Faktor Berpengaruh

No	Nama Bahan Baku
1	Semen
2	Pasir
3	Koral
4	*Mill*

Dari beberapa faktor berpengaruh pada Tabel 4.1 diatas, maka level faktor yang dipilih adalah L_9 (3^4). Penetapan level adalah berdasarkan pertimbangan bahwa dalam setiap level yang terdiri dari empat faktor berjumlah 100%, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Penetapan Level Faktor Berpengaruh

Faktor yang berpengaruh	Level Faktor		
	1	2	3
Semen	12,5%	17%	30%
Koral	27,5%	22,5%	10%
Pasir	37,5%	34%	50%
Mill	22,5%	27,5%	10%

4.6 Penetapan *Orthogonal Array*

Matriks *ortogonal* yaitu suatu matriks yang elemen-elemennya disusun menurut baris (kombinasi level dari faktor dalam eksperimen) dan kolom (faktor yang dapat diubah dalam eksperimen) (Soejanto, 2009). Sebelum mendapatkan desain *orthogonal array* yang sesuai maka diperlukan nilai *degree of freedom* dari masing-masing faktor dalam eksperimen. *Degree of freedom* yang digunakan harus sama dengan *degree of freedom* faktor utama tersebut. Tabel 4.3 berikut ini adalah perhitungan *degree of freedom* untuk faktor yang berpengaruh.

Tabel 4.3 Pehitungan *Degree of Freedom*

Faktor		Df
Kode	**Nama**	
A	Semen	(3-1)
B	Koral	(3-1)
C	Pasir	(3-1)
D	*Mill*	(3-1)
Total		8

Pada Tabel 4.3 diketahui bahwa *degree of freedom* dari faktor-faktor yang berpengaruh adalah delapan (8). Berikut ini adalah perhitungan *degree of freedom orthogonal array*:

DF Faktor A = (3 – 1) = 2

DF Faktor B = (3 – 1) = 2

DF Faktor C = (3 – 1) = 2

DF Faktor D = (3 – 1) = 2

L9 (34) = (3 – 1) * 4 = 8

Setelah diketahui bahwa desain *orthogonal array* sesuai dengan *degree of freedom* dari masing-masing faktor berpengaruh pada eksperimen, maka Tabel 4.4 berikut adalah tabel *orthogonal array* yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 4.4 *Orthogonal Array*

Eksperimen	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Sumber: Soejanto (2009)

Pada penelitian ini terdapat 4 faktor yang terkendali dengan masing-masing faktor memiliki 3 level faktor dan tidak ada faktor interaksi. Jumlah eksperimen yang harus dibuat adalah sebanyak 9 kali eksperimen yang mana sesuai dengan *orthogonal array* $L_9(3^4)$. Untuk meningkatkan ketelitian, maka masing-masing eksperimen dilakukan beberapa replikasi. Jumlah replikasi/*trial* yang digunakan yaitu antara 3-5 (Montgommery, 2009:231). Pada penelitian ini dilakukan 3 kali replikasi pada setiap eksperimennya sehingga total keseluruhan data pengamatan adalah 27.

4.7 Pengumpulan Data Eksperimen *Taguchi*

Eksperimen *Taguchi* yang dilakukan adalah pembuatan sampel berupa spesimen uji berupa kubus berukuran 15cm x 15cm x 15cm. Spesimen uji ini dibuat dengan acuan campuran dari masing-masing rasio bahan yang sudah dirinci pada Tabel 4.2. Banyaknya spesimen uji yang dibuat sesuai dengan banyaknya eksperimen dan replikasi pada matriks *orthogonal array* yang sudah ditetapkan sebelumnya yaitu 27 buah. Untuk mempermudah dalam pembuatan sampel spesimen uji maka jumlah bahan yang ada dihitung dalam berat kilogram (Kg). Tabel 4.5 berikut ini adalah perhitungan komposisi bahan pembuatan spesimen uji berdasarkan rasio yang ditetapkan sebanyak 9 eksperimen.

Tabel 4.5 Konversi Bahan Baku dalam Kg

Eksperimen	Konversi Bahan Baku (Kg)				Total Berat (Kg)
	A (Semen)	B (Koral)	C (Pasir)	D (*Mill*)	
1	0,75	1,65	2,25	1,35	6
2	0,75	1,35	2,04	1,65	5,79
3	0,75	0,6	3	0,6	4,95
4	1,02	1,65	2,04	0,6	5,31
5	1,02	1,35	3	1,35	6,72
6	1,02	0,6	2,25	1,65	5,52
7	1,8	1,65	3	1,65	8,1
8	1,8	1,35	2,25	0,6	6
9	1,8	0,6	2,04	1,35	5,79

Setelah pembuatan spesimen uji selesai dilakukan, selanjutnya adalah spesimen uji didiamkan selama 28 hari untuk mengetahui kualitas spesimen berupa kuat tekan yang dimiliki. Pengujian yang dilakukan hanya mengetahui kuat tekan dari spesimen uji karena dianggap sudah dapat mewakili kualitas dari spesimen. Mengacu pada persamaan (2-24) hingga (2-26) dapat diketahui bahwa terdapat korelasi antara kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur. Korelasi lentur ke tekan diperoleh $\sigma_l = 0{,}7\sqrt{fc'}$ dan untuk korelasi kuat tarik ke kuat tekan yaitu didapat $fs = 0{,}62\sqrt{fc'}$

Pengujian kuat tekan spesimen uji dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Tabel 4.6 berikut ini adalah data hasil uji kuat tekan sampel spesimen uji kursi teraso.

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Kuat Tekan Spesimen Uji

Eksperimen	Replikasi	Beban Maksimal (Kg)	Luas Penampang (cm^2)	Kuat Tekan (Kg/cm^2)
1	1	6750	225	30
	2	7425	225	33
	3	7200	225	32
2	1	8100	225	36
	2	7650	225	34
	3	7425	225	33
3	1	21375	225	95
	2	21825	225	97
	3	21600	225	96
4	1	23625	225	105
	2	22500	225	100
	3	23175	225	103
5	1	19800	225	88
	2	19575	225	87
	3	20250	225	90
6	1	6975	225	31
	2	7425	225	33
	3	6525	225	29
7	1	45225	225	201
	2	44775	225	199
	3	44550	225	198
8	1	20475	225	91
	2	20925	225	93
	3	20025	225	89
9	1	24525	225	109
	2	24300	225	108
	3	23850	225	106

Selanjutnya data pengukuran kuat tekan pada Tabel 4.6 dikonversikan ke tabel desain eksperimen *Taguchi* seperti pada Tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Kuat Tekan Eksperimen *Taguchi*

A	B	C	D	Rep 1	Rep 2	Rep 3
1	1	1	1	30	33	32
1	2	2	2	36	34	33
1	3	3	3	75	72	80
2	1	2	3	105	110	105
2	2	3	1	50	52	55
2	3	1	2	39	40	38
3	1	3	2	88	90	85
3	2	1	3	205	200	195
3	3	2	1	109	100	110

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya akan diolah dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk data variabel dan *Signal to Noise Ratio* (SNR).

4.8 Pengolahan Data Eksperimen *Taguchi*

4.8.1 Perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) Nilai Rata-rata

Metode *Taguchi* menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) data variabel bertujuan untuk mengidentifikasi kontribusi faktor sehingga diperoleh faktor –faktor yang mempengaruhi nilai respon. *Analysis of Variance* (ANOVA) merupakan metode yang digunakan untuk mencari *setting* level optimal guna meminimalkan penyimpangan variansi. Berikut ini langkah – langkah perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk data variabel.

1. Melakukan pengolahan data rata-rata kuat tekan hasil eksperimen seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Perhitungan Rata-rata Kuat Tekan

A	B	C	D	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-rata
1	1	1	1	30	33	32	31,832
1	2	2	2	36	34	33	34,303
1	3	3	3	75	72	80	75,667
2	1	2	3	105	110	105	106,667
2	2	3	1	50	52	55	52,333
2	3	1	2	39	40	38	39
3	1	3	2	88	90	85	87,667
3	2	1	3	205	200	195	200
3	3	2	1	109	100	110	106,333

2. Membuat Tabel Respon

   Berikut ini adalah contoh perhitungan pada Tabel Respon

   Faktor A dengan level pertama ($\overline{A1}$) = $\frac{\sum rata{-}rata\ level\ 1\ pada\ faktor\ A}{3}$

   Faktor A dengan level pertama ($\overline{A1}$) = $\frac{31{,}832+34{,}303+75{,}667}{3}$

   Faktor A dengan level pertama ($\overline{A1}$) = 47,267

Selanjutnya adalah membuat tabel respon yang disajikan pada Tabel 4.9. Tabel respon dibuat untuk menghitung perbedaan nilai rata-rata respon antar level suatu faktor kemudian mengurutkan perbedaan level faktor dari yang terbesar sampai terkecil. Pemilihan nilai yang terbaik berdasarkan dari kriteria karakteristik kualitas yaitu *nominal the best* yang artinya karakteristik kualitas dengan nilai atau target tidak nol dan terbatas. (Soejanto, 2009:29). Atau dengan kata lain nila yang mendekati suatu nilai yang ditentukan adalah terbaik.

Tabel 4.9 Tabel Respon Nilai Rata-rata

Faktor / Level	A	B	C	D
1	47,267	75,388	90,277	63,499
2	66,000	95,546	82,434	53,657
3	131,333	73,667	71,889	127,444
diff	84,066	21,879	18,388	73,788
rank	1	3	4	2

Dari perhitungan tabel respon di atas, didapatkan salah satu level dari masing-masing faktor yang mendekati 175 kg/cm^2 yaitu Faktor A Level 3 (Semen: 30 %), Faktor B Level 2 (Koral: 22,5 %), Faktor C Level 1 (Pasir: 37,5%), Faktor D Level 3 (*Mill*: 10%).

3. Mengolah data ANOVA untuk nilai rata-rata

a. Menghitung nilai total *Sum of Square* atau Jumlah Kuadrat Total (*SStotal*)

$SStotal = \Sigma y^2$

$SStotal = 30^2 + 33^2 + 32^2 + 36^2 + 34^2 + \ldots + 100^2 + 110^2$

$SStotal = 247832{,}86$

b. Menghitung *Sum of Square due to Mean* atau Jumlah Kuadrat karena Rata-Rata (*SSmean*)

$SSmean = n.\bar{y}^2$

n = Jumlah eksperimen x Jumlah replikasi

$= 9 \, x \, 3 = 27$

$\bar{y} = \dfrac{\text{Total Kuat Tekan}}{n}$

$\bar{y} = \dfrac{30+33+32+\cdots+100+110}{27}$

$\bar{y} = \dfrac{2201}{27} = 81{,}534$

$SSmean = 27 \times (81{,}534)^2$

$SSmean = 27 \times 6647{,}713$

SSmean = 179488,27

c. Menghitung *Sum of Square due to Factors* atau Jumlah Kuadrat karena Faktor-Faktor (SS_A)

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk *Sum of Square due to Factors* A

$SS_A = ((\overline{A1})^2\ x\ n1) + ((\overline{A2})^2\ x\ n2) + ((\overline{A3})^2\ x\ n3) - SSmean$

SS_A = (47,267²×9) + (66²×9) + (131,333²×9) – 179488,27

SS_A = 35059,43

Begitu pula dengan perhitungan Rata-rata Jumlah Kuadrat pada faktor B, C, dan D

d. Menghitung *Sum of Square due to Error* atau Jumlah Kuadrat karena Eror (SSe)

$SSe = SStotal - SSmean - SS_A - SS_B - SSc - SS_D$

SSe = 247832,86 – 179488,27 – 35059,43 – 2663,88 – 1532,55 – 28891,45

SSe = 197,28

e. Membuat hipotesis awal

1) H_0: Tidak ada pengaruh faktor A terhadap kuat tekan kursi teraso
   H_1: Ada pengaruh faktor A terhadap kuat tekan kursi teraso
2) H_0: Tidak ada pengaruh faktor B terhadap kuat tekan kursi teraso
   H_1: Ada pengaruh faktor B terhadap kuat tekan kursi teraso
3) H_0: Tidak ada pengaruh faktor C terhadap kuat tekan kursi teraso
   H_1: Ada pengaruh faktor C terhadap kuat tekan kursi teraso
4) H_0: Tidak ada pengaruh faktor D terhadap kuat tekan kursi teraso
   H_1: Ada pengaruh faktor D terhadap kuat tekan kursi teraso

f. Membuat Tabel ANOVA nilai rata-rata

1) Menentukan Derajat Kebebasan
   Misal untuk faktor A:
   DF_A = *(number of levels – 1)*
   DF_A = (3 – 1) = 2
2) Menghitung Derajat Kebebasan Total
   DF_T = *(number of experiment – 1)*
   DF_T = (27 – 1) = 26
3) Menghitung *Mean Sum of Square* atau Rata-rata Jumlah Kuadrat
   Berikut ini adalah contoh perhitungan Rata-rata Jumlah Kuadrat A
   $MS_A = \frac{SS_A}{V_A}$

$$MSA = \frac{35059,43}{2} = 17529,715$$

Begitu pula dengan perhitungan Rata-rata Jumlah Kuadrat pada faktor B, C, D dan e

4) Menghitung Nilai Rasio *(F-Ratio)*

Berikut ini adalah contoh perhitungan *F-Ratio* A

$F\ ratio\ A = \frac{MS_A}{MS_e}$

$DFe = DF_T - (DF_A + DF_B + DF_C + DF_D)$

$DFe = 26 - (2 + 2 + 2 + 2) = 18$

$MSe = \frac{SSe}{DFe} = \frac{197,28}{18} = 10,96$

$F\ ratio\ A = \frac{17529,715}{10,96} = 1599,389$

Begitu pula dengan perhitungan *F-Ratio* pada faktor B, C, dan D

5) Menghitung *Pure Sum of Square* pada masing-masing faktor (*SS'*)

$SS'\ faktor = SS\ faktor - (DF\ faktor\ x\ MSe)$

$SS'A = SSA - (DFA\ x\ MSe)$

$SS'A = 35059,43 - (2\ x\ 10,96) = 35037,509$

Begitu pula dengan perhitungan *Pure Sum of Square* pada faktor B, C, dan D.

Sedangkan untuk perhitungan *SS'e* adalah sebagai berikut:

$SS'e = SST - (SS'A + SS'B + SS'C + SS'D)$

$SST = SStotal - SSmean$

$SST = 247832,86 - 179488,27 = 68344,59$

$SS'e = 68344,59 - (35037,509 + 2641,959 + 1510,628 + 28869,531)$

$SS'e = 68344,59 - 68059,626 = 284,968$

6) Menghitung *Percent Contribution (Rho%)* masing-masing faktor

Berikut ini adalah contoh perhitungan *Rho% A*

$Rho\ \%\ A = \frac{SS'A}{SST} \times 100\%$

$Rho\ \%\ A = \frac{35037,509}{68344,59} \times 100\%$

$= 51,266\ \%$

Begitu pula dengan perhitungan *Rho* % pada faktor B, C, D dan e

4. Tabel *Analysis of Variance* (ANOVA) nilai rata-rata

Tabel *Analysis of Variance* (ANOVA) nilai rata-rata disajikan pada Tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4.10 *Analysis of Variance* (ANOVA) Nilai Rata-rata

SUMBER	SS	DF	MS	Fratio	SS'	Rho %	Ftabel 0,05 (2;18)
A	35059,43	2	17529,71	1599,39	35037,51	51,27	3,55
B	2663,88	2	1331,94	121,52	2641,96	3,87	3,55
C	1532,55	2	766,27	69,91	1510,63	2,21	3,55
D	28891,45	2	14445,73	1318,01	28869,53	42,24	3,55
E	197,28	18	10,96	1	284,97	0,42	
SST	68344,59	26	2628,64		68344,59		
Mean	179488,27	1					
SStotal	247832,86	27					

Pengujian hipotesa dan kesimpulan yang diperoleh dari Tabel ANOVA di atas adalah:

a) H_0: Tidak ada pengaruh faktor A terhadap kuat tekan kursi teraso
   H_1: Ada pengaruh faktor A terhadap kuat tekan kursi teraso
   Kesimpulan: F-Ratio = 1599,39 ≥ F-Tabel (F0,05 (2;18) = 3,55; maka H_0 ditolak artinya ada pengaruh faktor A terhadap kuat tekan kursi teraso.

b) H_0: Tidak ada pengaruh faktor B terhadap kuat tekan kursi teraso
   H_1: Ada pengaruh faktor B terhadap kuat tekan kursi teraso
   Kesimpulan: F-Ratio = 121,52 ≥ F-Tabel (F0,05 (2;18) = 3,55; maka H_0 ditolak artinya ada pengaruh faktor B terhadap kuat tekan kursi teraso.

c) H_0: Tidak ada pengaruh faktor C terhadap kuat tekan kursi teraso
   H_1: Ada pengaruh faktor C terhadap kuat tekan kursi teraso
   Kesimpulan: F-Ratio = 69,91 ≥ F-Tabel (F0,05 (2;18) = 3,55; maka H_0 ditolak artinya ada pengaruh faktor C terhadap kuat tekan kursi teraso.

d) H_0: Tidak ada pengaruh faktor D terhadap kuat tekan kursi teraso
   H_1: Ada pengaruh faktor D terhadap kuat tekan kursi teraso
   Kesimpulan: F-Ratio = 1318,01 ≥ F-Tabel (F0,05 (2;18) = 3,55; maka H_0 ditolak artinya ada pengaruh faktor D terhadap kuat tekan kursi teraso.

Pada hipotesa di atas, dapat diketahui bahwa seluruh faktor memiliki nilai F-Ratio ≥ F-Tabel (F0,05 (2;18) = 3,55). Sehingga dapat dikatakan bahwa seluruh faktor memiliki pengaruh terhadap kuat tekan kursi teraso. Sedangkan untuk nilai persen kontribusi (*Rho %*) diketahui bahwa faktor yang memiliki persen kontribusi terbesar adalah Faktor A (Semen) sebesar 51,27%, selanjutnya diikuti Faktor D (*Mill*) sebesar 42,24%, Faktor B (Koral)) sebesar 3,87% dan faktor dengan persen kontribusi terkecil yaitu Faktor C (Pasir) sebesar 2,21%.

Persen kontribusi atau (*Rho %*) adalah persentase dari jumlah kuadrat suatu sumber yang sesungguhnya terhadap jumlah kuadrat total. (Soejanto, 2009:178). Pada Tabel 4.10 di atas diketahui bahwa *Rho* % eror adalah sebesar 0,42% dari jumlah kuadrat total, maka dari itu dapat pula diketahui total persen kontribusi seluruh faktor adalah sebesar 99,58%. Dapat disimpulkan bahwa faktor yang memiliki pengaruh yang besar terhadap kuat tekan kursi teraso adalah Faktor A (Semen) dan Faktor D (*Mill*), sedangkan Faktor B (Koral) sedikit memiliki pengaruh dan Faktor C (Pasir) memiliki pengaruh yang paling kecil terhadap kualitas kuat tekan.

5. *Pooling Up*

Pada perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) sebelumnya, diketahui bahwa F-ratio masing-masing faktor ≥ F tabel (F0,05 (2; 18) = 3,35) yang menunjukkan bahwa semua faktor memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kualitas kuat tekan kursi teraso.

Dalam melakukan *pooling*, disarankan untuk menggunakan setengah derajad kebebasan dari matriks *orthogonal* yang digunakan dalam eksperimen untuk menjadikan desain menjadi kokoh (Belavendram, 1995:262). Dikarenakan matriks *orthogonal* yang digunakan pada penelitian ini adalah L_9 (3^4) yaitu terdapat empat faktor terkontrol maka hanya diperlukan dua faktor perkiraan yang paling berpengaruh dan dua faktor lainnya dilakukan *pooling*. Dua faktor yang memiliki pengaruh paling besar adalah Faktor A (Semen) dan Faktor D (*Mill*) dengan persen kontribusi masing-masing 51,27% dan 42,24%. Sedangkan Faktor C (Pasir) dan Faktor B (Koral) masing-masing memiliki persen kontribusi sebanyak 2,21 % dan 3,87%, sehingga kedua faktor ini harus di-*pooling up*.

Berikut ini adalah perhitungan untuk *pooling up* faktor C dan B.

a. *SS(pooled e)* = *SSe* + *SSC* + *SSB*

   SS(pooled e) = 197,28 + 1532,55+ 2663,88

   SS(pooled e) = 4393,71

b. *DF(pooled e)* = *DFe* + DF_C + DF_D

   DF(pooled e) = 18 + 2 + 2 = 22

c. *MS(pooled e)* = $\frac{SS(pooled\ e)}{DF(pooled\ e)}$

$$= \frac{4393,71}{22} = 199,71$$

Tabel 4.11 dibawah ini merupakan hasil perhitungan ANOVA untuk data variabel setelah dilakukan *pooling up*.

Tabel 4.11 *Analysis of Variance (ANOVA)* Nilai Rata-rata *Pooling*

SUMBER	POOLED	SS	DF	MS	Fratio	SS'	Rho %	Ftabel 0,05 (2;22)
A		35059,43	2	17529,71	87,77	34660,00	50,71	3,44
B	Y	2663,88	2	1331,94	-	-	-	3,44
C	Y	1532,55	2	766,27	-	-	-	3,44
D		28891,45	2	14445,73	72,33	28492,02	41,69	3,44
E	Y	197,28	18	10,96	-	-	-	
pooled e		4393,71	22	199,71	1	5192,57	7,60	
SST		68344,59	26	2628,64		68344,59	100	
Mean		179488,27	1					
SStotal		247832,86	27					

Pengujian hipotesa dan kesimpulan yang diperoleh dari Tabel ANOVA di atas setelah dilakukan pooling terhadap faktor A dan D adalah sebagai berikut.

1. H_0: Tidak ada pengaruh faktor A terhadap kuat tekan kursi teraso

   H_1: Ada pengaruh faktor A terhadap kuat tekan kursi teraso

   Kesimpulan: F-Ratio = 87,77 ≥ F-Tabel (F0,05 (2;22) = 3,44; maka H_0 ditolak artinya ada pengaruh faktor A terhadap kuat tekan kursi teraso.
2. H_0: Tidak ada pengaruh faktor D terhadap kuat tekan kursi teraso

   H_1: Ada pengaruh faktor D terhadap kuat tekan kursi teraso

   Kesimpulan: F-Ratio = 72,33 ≥ F-Tabel (F0,05 (2;18) = 3,55; maka H_0 ditolak artinya ada pengaruh faktor D terhadap kuat tekan kursi teraso.

Pada hipotesa di atas, dapat diketahui bahwa Faktor A dan D memiliki nilai F-Ratio ≥ F-Tabel (F0,05 (2;18) = 3,55). Sehingga dapat dikatakan bahwa Faktor A dan D memiliki pengaruh terhadap kuat tekan kursi teraso.

Berdasarkan hasil perhitungan ulang *Analysis of Variance (ANOVA)* yang ditunjukkan pada Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa faktor-faktor yang memiliki pengaruh yang signifikan adalah Faktor A (Semen) dan Faktor D (*Mill*) dilihat dari persen kontribusi *(Rho %)* yaitu masing-masing 50,71% dan 41,69%.

Menurut Belavendram (1995: 255), jika persen kontribusi eror rendah (kurang dari 50%) maka dapat diasumsikan bahwa tidak ada faktor yang berpengaruh signifikan hilang dari eksperimen. Namun jika persen kontribusi eror tinggi (50% atau lebih) maka dapat diasumsikan bahwa beberapa faktor yang berpengaruh signifikan telah hilang dan dapat disimpulkan bahwa terdapat perhitungan eror/kesalahan yang besar dalam eksperimen tersebut. Dari pernyataan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada faktor berpengaruh signifikan yang hilang dari eksperimen karena persen kontribusi eror pada hasil perhitungan *pooling of (ANOVA)* kurang dari 50% yaitu 7,6% dari jumlah kuadrat

total dan persentase jumlah kuadrat/ persen kontribusi *(Rho%)* dari faktor-faktor berpengaruh signifikan sebesar 92,40%.

4.8.2 Perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) Nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Dalam metode *Taguchi* terdapat konsep rasio S/N (*Signal to Noise Ratio*) untuk eksperimen yang melibatkan banyak faktor. *Signal to Noise Ratio* (SNR) diformulasikan sedemikian hingga peneliti selalu dapat memilih nilai level faktor terbesar untuk mengoptimalkan karakteristik kualitas dari eksperimen (Soejanto, 2009: 141). Dapat dikatakan perhitungan nilai *Signal to Noise to Ratio* (SNR) bertujuan untuk mengetahui faktor- faktor mana saja yang mempengaruhi nilai variansi pada eksperimen ini. SNR yang digunakan dalam penelitian ini yaitu SNR – *Nominal The Best* yang memiliki karakteristik semakin mendekati nominal tertentu semakin baik. Nominal atau nilai target yang digunakan pada eksperimen ini adalah 175 kg/cm^2.

Menurut Belavendram (1995: 507) mengenai konsep *Signal to Noise to Ratio* (SNR), apapun karakteristik kualitas yang dipilih dalam suatu eksperimen, interpretasi dari SNR selalu ditansformasikan sama yaitu semakin besar nilai SNR maka semakin baik.

Sehingga dari pernyataan tersebut dapat disimpulkan, walaupun dalam penelitian ini menggunakan karakteristik SNR - *Nominal The Best*, namun SNR di transformasikan pada karakteristik kualitas *larger the better*. Berikut ini adalah langkah-langkah pengujian ANOVA *Signal to Noise to Ratio (SNR).*

1. Perhitungan *Signal to Noise Ratio (SNR)* Masing – masing Eksperimen

   Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk eksperimen pertama pada *Signal to Noise Ratio (SNR).*

   a. Perhitungan *mean* (μ)

      Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk *mean* (μ) pada eksperimen pertama

      $\mu = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i$

      $\mu_1 = \frac{1}{3}\ x\ (30 + 33 + 32)\ = 31{,}832$

      Untuk perhitungan *mean* (μ) eksperimen selanjutnya ditunjukkan pada Tabel 4.12.

   b. Perhitungan standar deviasi (σ^2)

      Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk standar deviasi (σ^2) pada eksperimen pertama.

      $\sigma^2\ = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \mu)^2$

$\sigma^2{}_1 = \frac{1}{3}((30 - 31{,}832)^2 + (33 - 31{,}832)^2 + (32 - 31{,}832)^2$

$\sigma^2{}_1 = 1{,}812$

Untuk perhitungan standar deviasi (σ^2) eksperimen selanjutnya ditunjukkan pada Tabel 4.12.

c. Perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk *Signal to Noise Ratio* (η) pada eksperimen pertama.

$$\eta = 10log_{10}\left[\frac{\mu^2}{\sigma^2}\right]$$

$$\eta 1 = 10log_{10}\left[\frac{31{,}832^2}{1{,}812}\right] = 27{,}475$$

Untuk perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR) eksperimen selanjutnya ditunjukkan pada Tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan *Signal to Noise Ratio*

A	B	C	D	Rep 1	Rep 2	Rep 3	1/n	y	μ	μ2	(yi-μ)2	σ2	SN (NTB)
1	1	1	1	30	33	32	0,33	95,50	31,83	1013,26	5,44	1,81	27,48
1	2	2	2	36	34	33	0,33	102,91	34,30	1176,71	4,51	1,50	28,93
1	3	3	3	75	72	80	0,33	227,00	75,67	5725,44	32,67	10,89	27,21
2	1	2	3	105	110	105	0,33	320,00	106,67	11377,78	16,67	5,56	33,11
2	2	3	1	50	52	55	0,33	157,00	52,33	2738,78	12,67	4,22	28,12
2	3	1	2	39	40	38	0,33	117,00	39,00	1521,00	2,00	0,67	33,58
3	1	3	2	88	90	85	0,33	263,00	87,67	7685,44	12,67	4,22	32,60
3	2	1	3	205	200	195	0,33	600,00	200,00	40000,00	50,00	16,67	33,80
3	3	2	1	109	100	110	0,33	319,00	106,33	11306,78	60,67	20,22	27,48

2. Membuat Tabel Respon *Signal Noise Ratio (SNR)*

Faktor A dengan level pertama $(\overline{A1}) = \frac{\Sigma \text{ SNR level 1 pada faktor A}}{3}$

Faktor A dengan level pertama $(\overline{A1}) = \frac{27{,}48+28{,}93+27{,}21}{3}$

Faktor A dengan level pertama $(\overline{A1}) = 27{,}87$

Untuk perhitungan faktor lainnya dapat dilihat pada tabel respon yang disajikan pada Tabel 4.13 berikut ini.

Tabel 4.13 Tabel Respon *Signal to Noise Ratio*

Faktor / Level	A	B	C	D
1	27,87	31,06	31,62	27,69
2	31,61	30,28	29,84	31,71
3	31,29	29,42	29,31	31,37
Diff	3,73	1,64	2,31	4,01
Rank	2	4	3	1

Tabel respon rata-rata digunakan untuk mencari level faktor optimal yang mempengaruhi rata-rata nya, sedangkan tabel respon *Signal to Noise Ratio* digunakan untuk mencari level faktor yang mempengaruhi variansinya.

3. Mengolah data ANOVA nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) *Pooled*

   a. Menghitung nilai total *Sum of Square* atau Jumlah Kuadrat Total (*SStotal*)

   $SStotal = \Sigma y^2$

   $SStotal = 27{,}48^2 + 28{,}93^2 + 27{,}21^2 + \ldots + 27{,}48^2$

   $SStotal = 8307{,}52$

   b. Menghitung *Sum of Square due to Mean* atau Jumlah Kuadrat karena Rata-Rata (*SSmean*)

   $SSmean = n.\bar{y}^2$

   n = Jumlah eksperimen = 9

   $\bar{y} = \frac{\text{Total Nilai SNR}}{n}$

   $= \frac{27{,}48+28{,}93+27{,}21+\cdots+27{,}48}{9}$

   $= \frac{272{,}31}{9} = 30{,}256$

   $SSmean = 9 \times (30{,}256)^2$

   $SSmean = 9 \times 915{,}46$

   $SSmean = 8239{,}143$

   c. Menghitung *Sum of Square due to Factors* atau Jumlah Kuadrat karena Faktor-Faktor (SS_A)

   Berikut ini adalah contoh perhitungan *Sum of Square due to Factors* A

   $SS_A = ((\overline{A1})^2 \; x \; n1) + ((\overline{A2})^2 \; x \; n2) + ((\overline{A3})^2 \; x \; n3) - SSmean$

   $SS_A = (27{,}87^2 \times 3) + (31{,}61^2 \times 3) + (31{,}29^2 \times 3) - 8239{,}14$

   $SS_A = 25{,}74$

   Begitu pula dengan perhitungan *Sum of Square due to Factors* pada faktor B, C, dan D.

   d. Menghitung *Sum of Square (pooled e)*

   $SS(pooled\ e) = SST - SS_A - SS_D$

   Untuk perhitungan SST adalah sebagai berikut:

   $SST = SStotal - SSmean$

   $SST = 8307{,}52 - 8239{,}14 = 68{,}37$

   Sehingga,

SS(pooled e) = 68,37 + 25,74 + 29,80

SS(pooled e) = 12,83

e. Membuat Tabel ANOVA

1) Menentukan Derajat Kebebasan

Misal untuk faktor A:

DF_A = *(number of levels – 1)*

DF_A = (3 – 1) = 2

2) Menghitung Derajat Kebebasan Total

DF_T = *(number of experiment – 1)*

DF_T = (9 – 1) = 8

3) Menghitung Derajat Kebebasan *Pooled e*

DF(pooled e) = $DF_T - DF_A - DF_D$

DF(pooled e) = 8 - 2 - 2 = 4

4) Menghitung *Mean Sum of Square* atau Rata-rata Jumlah Kuadrat

Berikut ini adalah contoh perhitungan Rata-rata Jumlah Kuadrat A

$MS_A = \frac{SS_A}{V_A}$

$MSA = \frac{25,74}{2} = 12,87$

Begitu pula dengan perhitungan Rata-rata Jumlah Kuadrat pada faktor B, C, dan D

Untuk perhitungan *MS(Pooled e)* adalah sebagi berikut:

MS(pooled e) = $\frac{SS(pooled\ e)}{DF(pooled\ e)} = \frac{12,83}{4} = 3,21$

5) Menghitung Nilai Rasio *(F-Ratio) - Pooled*

Berikut ini adalah contoh perhitungan *F-Ratio* A hasil *pooling* faktor

F ratio A = $\frac{MS_A}{MS\ (pooled\ e)}$

F ratio A = $\frac{12,87}{3,21} = 4,01$

Begitu pula dengan perhitungan *F-Ratio* pada faktor D

6) Menghitung *Pure Sum of Square* pada masing-masing faktor (*SS'*) - *Pooled*

$SS'\ faktor\ =\ SS\ faktor - (DF\ faktor\ x\ MS(pooled\ e))$

$SS'_A = SS_A - (DFA\ x\ MS(pooled\ e))$

SS'_A =25,74 – (2 x 3,21) = 19,33

Begitu pula dengan perhitungan *F-Ratio* pada faktor D

Sedangkan untuk perhitungan *SS'(pooled e)* adalah sebagai berikut:

SS'(pooled e) = *SST – SS'A – SS'D*

SS'(pooled e) = 68,37 - 19,33 - 23,39

SS'(pooled e) = 25,66

7) Menghitung *Percent Contribution (Rho%)* masing-masing faktor

Berikut ini adalah contoh perhitungan *Rho% A*

$$Rho\ \%\ A\ = \frac{SS'A}{SST} \times 100\%$$

$$Rho\ \%\ A\ = \frac{19{,}33}{68{,}37} \times 100\% = 28{,}27\%$$

Begitu pula dengan perhitungan *Rho* % pada faktor D dan *pooled e*

Tabel 4.14 dibawah ini merupakan hasil perhitungan ANOVA nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) untuk data variabel setelah *pooling up*.

Tabel 4.14 *Analysis of Variance (ANOVA)* Nilai SNR - *Pooling*

SUMBER	POOLED	SS	DF	MS	Fratio	SS'	Rho%
A		25,74	2	12,87	4,01	19,33	28,27
B	Y	4,04	2	2,02	-	-	-
C	Y	8,78	2	4,39	-	-	-
D		29,80	2	14,90	4,65	23,39	34,21
pooled e		12,83	4	3,21	1	25,66	37,53
SST		68,37	8	8,55		68,37	100
Mean		8239,14	1				
SStotal		8307,52	9				

Berdasarkan hasil perhitungan ANOVA untuk nilai SNR di atas, dapat diketahui bahwa faktor yang paling berpengaruh dengan kontribusi besar adalah Faktor D selanjutnya Faktor A. Dalam eksperimen ini, perhitungan SNR digunakan untuk mengoptimalkan faktor yang mempengaruhi variansi. Faktor lain juga memiliki pengaruh terhadap kuat tekan namun tidak sebesar Faktor A dan Faktor D. Pada Perhitungan persentase kontribusi menujukkan bahwa persen kontribusi error adalah sebesar 37,53%, yang artinya tidak ada faktor berpengaruh signifikan yang hilang dari eksperimen.

4.8.3 Penentuan *Setting Level* Optimal

Menurut Belavendram (1995: 510) mengenai rekomendasi level yang optimal, bahwa terdapat dua tahap dalam meningkatkan karakteristik kualitas yaitu mengurangi variansi dan menyesuaikan target sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Tabel 4.15 berikut ini adalah tabel yang menunjukkan perbandingan pengaruh faktor-faktor dalam eksperimen *Taguchi* terhadap karakteristik kualitas yang diamati dalam penelitian ini.

Tabel 4.15 Tabel Perbandingan Pengaruh Faktor pada Eksperimen *Taguchi*

Faktor	Rata-rata $(\overline{y})$	Variansi (σ)	Pengaruh (effect)	Setting Level yang dipilih
A	(1)	(2)	Berpengaruh dan kontribusi besar	A3
B	(3)	(4)	Berpengaruh dan kontribusi kecil	B2
C	(4)	(3)	Berpengaruh dan kontribusi kecil	C1
D	(2)	(1)	Berpengaruh dan kontribusi besar	D3

Keterangan Tabel 4.15

(1) : *rank*

Penjelasan pemilihan setting level adalah sebagai berikut.

1. Faktor A dan D keduanya memberikan pengaruh dan kontribusi yang besar.
   Keduanya sama sama mempengaruhi nilai rata-rata dan variansinya. Pemilihan level faktor dilihat dari tabel respon rata-rata maupun SNR dan dipilih Faktor D Level 3.
2. Faktor B dan Faktor C keduanya memberikan pengaruh dan kontribusi yang kecil.
   Pemilihan level faktor B dan C sebenarnya tidak terlalu berpengaruh terhadap kuat tekan. Dilihat dari perhitungan ANOVA pada nilai rata-rata maupun SNR, Faktor B dan C dilakukan dengan melihat *rank* pada tabel respon dan SNR. Sehingga terpilih Faktor B Level 2, Faktor C Level 1.

Kesimpulan yang dapat diambil dari penjelasan di atas adalah bahwa kombinasi level faktor yang optimal adalah Faktor A Level 3 (Semen : 30%), Faktor B Level 2 (Koral: 22,5%), Faktor C Level 1 (Pasir: 37,5%), Faktor D Level 3 (*Mill*: 10%).

4.8.4 Perkiraan Kondisi Optimal dan Interval Kepercayaan Nilai Rata-rata dan *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Tahap selanjutnya setelah mengetahui *setting* level optimum adalah membuat perkiraan kondisi optimal. Perkiraan ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai prediksi nilai rata-rata proses dan *signal to noise ratio* (SNR) proses yang diharapkan pada level optimal dengan hasil eksperimen konfirmasi. Apabila nilai prediksi dan hasil eksperimen nilainya hampir sama atau mendekati, maka dapat disimpulkan bahwa rancangan eksperimen *Taguchi* sudah memenuhi syarat eksperimen *Taguchi*. Sedangkan perhitungan interval kepercayaan bertujuan untuk mengetahui perkiraan dari level faktor optimal yang didapat. Interval kepercayaan merupakan nilai maksimum dan minimum

dimana diharapkan nilai rata-rata sebenarnya akan tercakup dengan beberapa persentase kepercayaan tertentu.

Berdasarkan hasil perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA), faktor yang berpengaruh dan memiliki kontribusi besar pada kuat tekan kursi teraso adalah A3 (Semen: 30%) dan D3 (*Mill*: 10%).

Berikut ini adalah perhitungan perkiraan kondisi optimal dan interval kepercayaan.

1. Perkiraan kondisi optimal dan interval kepercayaan untuk nilai rata-rata seluruh data.
   a) Perkiraan kondisi optimal untuk nilai rata-rata seluruh data

      Nilai rata-rata seluruh data ($\bar{y}$) = 81,534
   b) Perhitungan nilai prediksi rata-rata

      $\mu_{predicted} =$ Estimasi rata-rata proses pada kondisi optimal

      $\mu_{predicted} = \bar{y} + (faktor\ terpilih\ 1 - \bar{y}) + \cdots + (faktor\ terpilih\ n - \bar{y})$

      $\mu_{predicted} = \bar{y} + (A3 - \bar{y}) + (D3 - \bar{y})$

      $\mu_{predicted} = 81{,}534 + (131{,}33 - 81{,}534) + (127{,}44 - 81{,}534)$

      $\mu_{predicted} = 177{,}244$ kg/cm^2
   c) Perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata

      $$Cl_{mean} = \pm\sqrt{\left(F_{\alpha,v1,v2}\ x\ MSpooled\ e\ x\ \frac{1}{neff}\right)}$$

      Perhitungan untuk $neff$:

      $$neff = \frac{total\ number\ of\ experiments}{sum\ of\ degree\ of\ freedom\ used\ in\ estimate\ of\ mean}$$

      $$neff = \frac{9\ x\ 3}{V\mu + VA + VD}$$

      $$neff = \frac{27}{1+2+2} = 5{,}4$$

      Maka perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata adalah sebagai berikut:

      $$Cl_{mean} = \pm\sqrt{\left(F_{\alpha,v1,v2}\ x\ MSpooled\ e\ x\ [\frac{1}{neff}]\right)}$$

      $$Cl_{mean} = \pm\sqrt{\left(F_{0{,}05,1,22}\ x\ 199{,}71\ x\ [\frac{1}{5{,}4}]\right)}$$

      $$Cl_{mean} = \pm\sqrt{(4{,}3\ x\ 199{,}71\ x\ 0{,}185)}$$

      $$Cl_{mean} = \pm 12{,}611$$

Maka interval kepercayaan nilai rata-rata untuk proses optimal:

$\mu_{predicted} - Cl_{mean} \leq \mu_{predicted} \leq \mu_{predicted} + Cl_{mean}$

177,244 - 12,611 $\leq \mu_{predicted} \leq$ 177,244 + 12,611

164,633 $\leq \mu_{predicted} \leq$ 189,855

2. Perkiraan kondisi optimal dan interval kepercayaan untuk nilai *signal to ratio* (SNR) seluruh data eksperimen *Taguchi*

a) Perkiraan kondisi optimal untuk nilai *signal to ratio* (SNR) seluruh data

Nilai SNR seluruh data ($\bar{\eta}$) = 30,26

b) Perhitungan nilai prediksi rata-rata

$\mu_{predicted}$ = Estimasi rata-rata proses pada kondisi optimal

$\mu_{predicted} = \bar{\eta} + (faktor\ terpilih\ 1 - \bar{\eta}) + \cdots + (faktor\ terpilih\ n - \bar{\eta})$

$\mu_{predicted} = \bar{\eta} + (A3 - \bar{\eta}) + (D3 - \bar{\eta})$

$\mu_{predicted} = 30{,}26 + (31{,}29 - 30{,}26) + (31{,}37 - 30{,}26)$

$\mu_{predicted} =$ 32,41 kg/cm^2

c) Perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata

$$Cl_{SNR} = \pm\sqrt{\left(F_{\alpha,v1,v2}\ x\ MSpooled\ e\ x\ \frac{1}{neff}\right)}$$

Perhitungan untuk $neff$:

$$neff = \frac{total\ number\ of\ experiments}{sum\ of\ degree\ of\ freedom\ used\ in\ estimate\ of\ mean}$$

$$neff = \frac{9}{V\mu + VA + VC}$$

$$neff = \frac{9}{1+2+2} = 1{,}8$$

Maka perhitungan interval kepercayaan adalah sebagai berikut:

$$Cl_{SNR} = \pm\sqrt{\left(F_{\alpha,v1,v2}\ x\ MSpooled\ e\ x\ [\frac{1}{neff}]\right)}$$

$$Cl_{SNR} = \pm\sqrt{\left(F_{0{,}05,1,4}\ x\ 3{,}21\ x\ [\frac{1}{1{,}8}]\right)}$$

$$Cl_{SNR} = \pm\sqrt{(7{,}71\ x\ 3{,}21\ x\ 0{,}556)}$$

$$Cl_{SNR} = \pm 3{,}706$$

Maka interval kepercayaan nilai SNR untuk proses optimal:

$\mu_{predicted} - Cl_{mean} \leq \mu_{predicted} \leq \mu_{predicted} + Cl_{mean}$

32,41 - 3,706 $\leq \mu_{predicted} \leq$ 32,41 + 3,706

36,12 $\leq \mu_{predicted} \leq$ 28,70

4.9 Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi merupakan tahap validasi hasil dari *setting* faktor dan level yang telah dihasilkan pada perhitungan sebelumnya. Dalam eksperimen konfirmansi menentukan *setting* level terbaik dari faktor-faktor yang signifikan merupakan tugas utama dari eksperimen ini. Untuk faktor-faktor yang mempunyai kontribusi yang kecil tetap dimasukkan dalam eksperimen ini dengan mengambil level yang terbaik. Eksperimen konfirmasi didalamnya terdapat perhitungan rata-rata, *signal to noise ratio*, perkiraan selang kepercayaan dan analisis hasil ekperimen konfirmasi.

Eksperimen konfirmasi dilakukan dengan menggunakan *setting level* optimal yang sudah didapatkan sebelumnya yaitu Faktor A Level 3 (Semen: 30%), Faktor B Level 2 (Koral: 22,5%), Faktor C Level 1 (Pasir: 37,5%) dan Faktor D Level 3 (*Mill*: 10%). Tabel 4.16 berikut ini adalah data hasil eksperimen konfirmasi sebanyak 10 sampel produk dengan level faktor optimal.

Tabel 4.16 Data Hasil Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen	Hasil Eksperimen (kg/cm^2)
1	167
2	166
3	170
4	169
5	170
6	171
7	178
8	165
9	167
10	169

Selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata yang ditransformasikan ke nilai SNR, perhitungan interval kepercayaan dan membandingkan interval kepercayaan kondisi optimal dengan eksperimen konfirmasi.

1. Perhitungan nilai rata-rata dan di transformasikan ke dalam SNR
   a. Nilai hasil rata-rata:

$$\bar{y} = \frac{1}{n}\sum_{i}^{n} y_i$$

$$\bar{y} = \frac{1}{10}(167+166+170+169+.....+169) = 169{,}5$$

   b. Nilai hasil perhitungan SNR *nominal the best*
      1) Perhitungan rata-rata (*mean*)

$$\mu = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i$$

$$\mu = \frac{1}{10}((167+166+170+169+.....+169) = 169{,}5$$

2) Perhitungan standar deviasi

$$\sigma^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \mu)^2$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{10}(167 - 169{,}5)^2 + (166 - 169{,}5)^2 + \ldots + (169 - 169{,}5)^2$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{10}(102{,}5) = 10{,}25$$

3) Perhitungan SNR *nominal the best*

$$\eta = 10log_{10}\left[\frac{\mu^2}{\sigma^2}\right]$$

$$\eta = 10log_{10}\left[\frac{169{,}5^2}{10{,}25}\right] = 34{,}48$$

2. Perhitungan interval kepercayaan eksperimen konfirmasi

a. Interval kepercayaan eksperimen konfirmasi untuk nilai rata-rata kuat tekan

$$Cl_{mean} = \pm\sqrt{\left(F_{\alpha,v1,v2}\ x\ MS\ (pooled\ e)\ x\ \left[\frac{1}{neff} + \frac{1}{r}\right]\right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm\sqrt{\left(F_{0{,}05,1,22}\ x\ 199{,}71\ x\ [\tfrac{1}{5{,}4} + \tfrac{1}{10}]\right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm\sqrt{(4{,}3\ x\ 199{,}71\ x\ 0{,}285)}$$

$$Cl_{mean} = \pm 15{,}65$$

Sehingga, interval kepercayaan untuk nilai rata-rata eksperimen konfirmasi kuat tekan kursi teraso adalah

$$\mu_{predicted} - Cl_{mean} \leq \mu_{predicted} \leq \mu_{predicted} + Cl_{mean}$$

$$169{,}5 - 15{,}65 \leq \mu_{predicted} \leq 169{,}5 + 15{,}65$$

$$153{,}85 \leq \mu_{predicted} \leq 185{,}15$$

b. Interval kepercayaan eksperimen konfirmasi untuk *signal to noise ratio* (SNR)

$$Cl_{SNR} = \pm\sqrt{\left(F_{\alpha,v1,v2}\ x\ MS\ (pooled\ e)\ x\ \left[\frac{1}{neff} + \frac{1}{r}\right]\right)}$$

$$Cl_{SNR} = \pm\sqrt{\left(F_{\alpha,v1,v2}\ x\ MS\ (pooled\ e)\ x\ \left[\frac{1}{neff} + \frac{1}{r}\right]\right)}$$

$$Cl_{SNR} = \pm\sqrt{\left(F_{0{,}05,1,4}\ x\ 3{,}21\ x\ [\tfrac{1}{1{,}8} + \tfrac{1}{10}]\right)}$$

$$Cl_{SNR} = \pm\sqrt{(7{,}71\ x\ 3{,}21\ x\ 0{,}655)}$$

$$Cl_{SNR} = \pm 4{,}03$$

Maka interval kepercayaan ekperimen konfirmasi untuk *signal to noise ratio* (SNR) adalah:

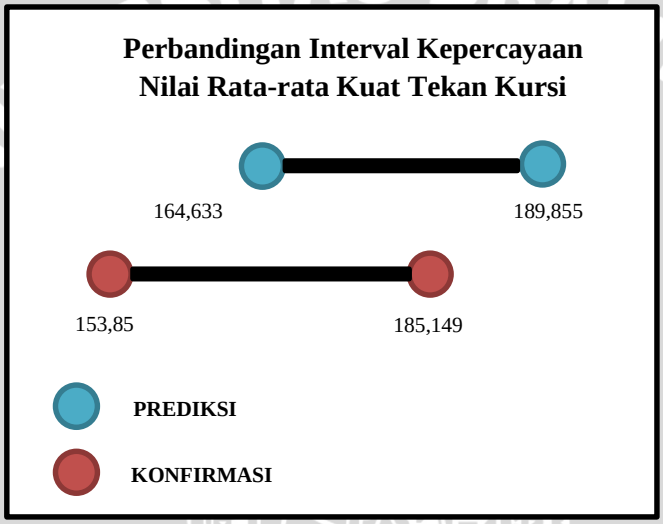
$$\mu_{predicted} - Cl_{SNR} \leq \mu_{predicted} \leq \mu_{predicted} + Cl_{SNR}$$

$$34{,}476 - 4{,}03 \leq \mu_{predicted} \leq 34{,}476 + 4{,}03$$

$$30{,}449 \leq \mu_{predicted} \leq 38{,}502$$

3. Membandingkan interval kepercayaan kondisi optimal dan eksperimen konfirmasi

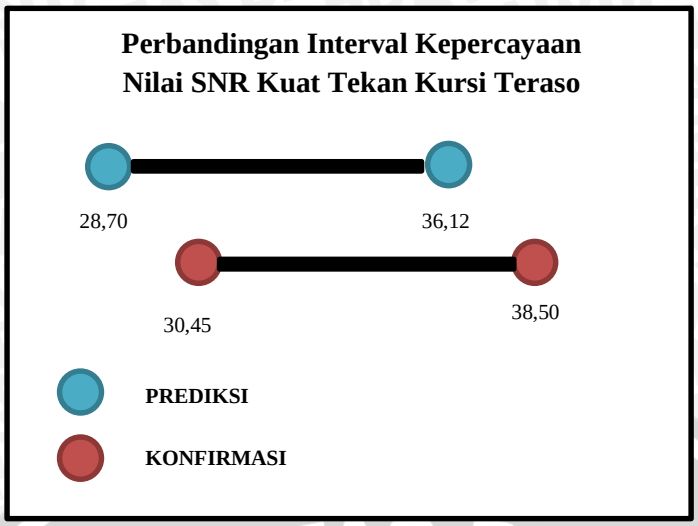
   a. Membandingkan interval kepercayaan kondisi optimal dan eksperimen konfirmasi untuk nilai rata-rata.



Gambar 4.31 Perbandingan interval kepercayaan prediksi dan eksperimen konfirmasi pada nilai rata-rata

Berdasarkan Gambar 4.31 menunjukkan bahwa hasil eksperimen konfirmasi untuk nilai rata-rata dapat diterima dengan pertimbangan selang kepercayaan. Gambar diatas menjelaskan bahwa hasil dari eksperimen konfirmasi masih berada dalam interval hasil optimal dan keputusan diterima.

   b. Membandingkan interval kepercayaan kondisi optimal dan eksperimen konfirmasi untuk nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR).



Gambar 4.32 Perbandingan interval kepercayaan prediksi dan eksperimen konfirmasi pada nilai SNR

Gambar 4.32 menunjukkan bahwa hasil eksperimen konfirmasi untuk nilai SNR dapat diterima dengan pertimbangan selang kepercayaan. Berdasarkan perbandingan interval kepercayaan prediksi dan eksperimen konfirmasi berdasarkan nilai rata-rata maupun SNR, dapat disimpulkan bahwa keputusan diterima. Artinya hasil dari eksperimen *Taguchi* dapat digunakan dan *setting* level optimal yaitu berupa rasio komposisi bahan baku dapat dijadikan acuan dalam produksi kursi teraso di Industri Sentra Sanitair Malang.

4.10 Analisis dan Pembahasan

Pada bab sebelumnya telah dibahas bahwa tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah mendapatkan standar bahan baku utama kursi teraso pada Industri Sentra Sanitair dengan kuat tekan minimal yang diharapkan. Kuat tekan minimal yang ditentukan adalah nominal/target yang mengadopsi standar Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971 N.I.-2) yaitu beton kelas II dengan mutu K175, yang artinya beton dengan kuat tekan 175 kg/cm^2. Standar K175 dipilih karena mutu beton ini digunakan untuk benda-benda strukturil secara umum yang tidak membutuhkan kuat tekan yang terlalu tinggi dan umum digunakan.

4.10.1 Analisis Perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) Nilai Rata-rata dan *Signal to Noise Ratio* (SNR).

Berikut ini akan dibahas mengenai perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) nilai rata–rata maupun nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR). Perhitungan ANOVA pada nilai rata-rata dilakukan untuk melihat faktor-faktor yang berpengaruh signifikan dan tidak

berpengaruh signifikan, serta berapa persen kontribusi masing-masing faktor terhadap nilai rata-rata kuat tekan. Sedangkan perhitungan ANOVA pada nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) adalah untuk melihat faktor-faktor yang berpengaruh signifikan dan tidak berpengaruh signifikan, serta berapa persen kontribusi masing-masing faktor terhadap nilai variansi kuat tekan. Sehingga dapat diperoleh faktor-faktor berpengaruh signifikan dalam desain eksperimen yang kokoh terhadap gangguan (*noise*).

1. *Analysis of Variance* (ANOVA) Nilai Rata-rata

   Melihat Tabel 4.10, dapat diketahui bahwa seluruh faktor memiliki nilai F-Ratio ≥ F-Tabel (F0,05 (2;18) = 3,55). Sehingga dapat dikatakan bahwa seluruh faktor memiliki pengaruh terhadap kuat tekan kursi teraso. Sedangkan untuk nilai persen kontribusi (*Rho %*) diketahui bahwa faktor yang memiliki persen kontribusi terbesar adalah Faktor A (Semen) sebesar 51,27%, selanjutnya diikuti Faktor D (*Mill*) sebesar 42,24%, Faktor B (Koral)) sebesar 3,87% dan faktor dengan persen kontribusi terkecil yaitu Faktor C (Pasir) sebesar 2,21%. Untuk persen kontribusi dari eror adalah sebesar 0,42% dari kuadrat total, sehingga total persen kontribusi seluruh faktor adalah sebesar 99,58%. Dapat disimpulkan bahwa faktor yang memiliki pengaruh yang besar terhadap kuat tekan kursi teraso adalah Faktor A (Semen) dan Faktor D (*Mill*), sedangkan Faktor B (Koral) dan Faktor C (Pasir) berpengaruh kecil terhadap kuat tekan.

   Untuk membuat desain yang kokoh terhadap gangguan (*noise*) faktor-faktor yang tidak berpengaruh signifikan, maka dilakukan *pooling.* Dengan melakukan pooling faktor yang tidak signifikan, sebenarnya adalah memperlakukan seolah-olah faktor itu tidak diikut sertakan dalam eksperimen dan jumlah kuadratnya adalah bagian dari jumlah kuadrat karena eror (*SSe*). Pada perhitungan ANOVA nilai rata-rata ini, Faktor yang tidak berpengaruh signifikan dan harus dipooling adalah Faktor B dan C. Dengan mempertimbangkan nilai kontribusi paling rendah yaitu masing-masing 3,87% dan 2,21%. Selain melihat besarnya persen kontribusi, pertimbangan dalam melakukan *pooling* menurut Belavendram (1995:262) disarankan untuk menggunakan setengah derajad kebebasan dari matriks *orthogonal* yang digunakan dalam eksperimen untuk menjadikan desain menjadi kokoh. Dikarenakan matriks *orthogonal* yang digunakan pada penelitian ini adalah L_9 (3^4) yaitu terdapat empat faktor terkontrol maka hanya diperlukan dua faktor perkiraan yang paling berpengaruh dan dua faktor lainnya dilakukan *pooling.*

Pada saat melakukan *pooling*, maka harus dihitung jumlah kuadrat eror karena faktor-faktor yang tidak berpengaruh signifikan atau *SS (pooled e)* yaitu menambahkan jumlah kuadrat eror (*SSe*) dengan jumlah kuadrat faktor B (*SSB*) dan jumlah kuadrat eror faktor C (*SSC*). Dan didapatkan *SS(pooled e)* adalah sebesar 4393,71. Selanjutnya adalah dilakukan pula perhitungan terhadap *degree of freedom eror* karena faktor-faktor yang tidak signifikan atau *DF(pooled e)* yaitu dengan menambahkan *degree of freedom eror* dengan *degree of freedom* faktor B dan faktor C. Dan didapatkan *DF(pooled e)* adalah sebesar 22. Setelah didapatkan nilai *SS(pooled e)* dan *DF(pooled e)*, maka bisa diketahui nilai ini *MS(pooled e)* yaitu sebesar 199,71. Perhitungan *SS(pooled e)* dan *DF(pooled e)* ini untuk membantu menghitung jumlah kuadrat sesungguhnya terhadap faktor-faktor yang berpengaruh signifikan sehingga dapat pula diketahui besar dari persen kontribusi setelah dilakukan *pooling*.

Pada Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa faktor-faktor yang memiliki pengaruh yang signifikan setelah dilakukan *pooling* adalah Faktor A (Semen) dan Faktor D (*Mill*) dilihat dari persen kontribusi *(Rho %)* yaitu masing-masing 50,71% dan 41,69%. Persen kontribusi eror nya adalah sebesar 7,6%. Menurut Belavendram (1995: 255), jika persen kontribusi eror rendah (kurang dari 50%) maka dapat diasumsikan bahwa tidak ada faktor yang berpengaruh signifikan hilang dari eksperimen. Namun jika persen kontribusi eror tinggi (50% atau lebih) maka dapat diasumsikan bahwa beberapa faktor yang berpengaruh signifikan telah hilang dan dapat disimpulkan bahwa terdapat perhitungan eror/kesalahan yang besar dalam eksperimen tersebut. Sedangkan Soejanto (2009:191), dalam bukunya mengatakan bahwa aturan umum berlaku jumlah kuadrat *pooled error* boleh mencapai 50% dari jumlah kuadrat total untuk setengah derajat keebasan (df) dalam matriks orthogonal (OA). Sedangkan persen kontribusi dari semua faktor berpengaruh signifikan diharapkan memiliki nilai yang lebih besar atau sama dengan 50%, dengan nilai tersebut berarti faktor-faktor penting dalam eksperimen telah dilibatkan.

Dari pernyataan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada faktor berpengaruh signifikan yang hilang dari eksperimen karena persen kontribusi eror pada hasil perhitungan *pooling of (ANOVA)* kurang dari 50% yaitu 7,6% dari jumlah kuadrat total dan persentase jumlah kuadrat/ persen kontribusi *(Rho%)* dari faktor-faktor berpengaruh signifikan sebesar 92,40%.

2. *Analysis of Variance* (ANOVA) Nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Karakteristik kualitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Nominal the Best*, yang artinya memiliki karakteristik semakin mendekati nominal tertentu semakin baik. Nominal atau nilai target yang digunakan pada eksperimen ini adalah 175 kg/cm^2. Menurut Belavendram (1995: 507) mengenai konsep *Signal to Noise to Ratio* (SNR), apapun karakteristik kualitas yang dipilih dalam suatu eksperimen, interpretasi dari SNR selalu ditansformasikan sama yaitu semakin besar nilai SNR maka semakin baik. Sehingga dari pernyataan tersebut dapat disimpulkan, walaupun dalam penelitian ini menggunakan karakteristik SNR - *Nominal The Best*, namun SNR di transformasikan pada karakteristik kualitas *larger the better*.

Perhitungan nilai SNR dilakukan pada setiap eksperimen dengan tiga replikasi yang ada, sehingga didapatkan sembilan data SNR yang akan diolah pada perhitungan ANOVA nilai SNR. Seperti pada perhitungan ANOVA nilai rata-rata sebelumnya, didapatkan bahwa faktor yang paling berpengaruh setelah dilakukan *pooling* adalah faktor A dan D (Tabel 4.12). Pertimbangan dilakukannya *pooling* adalah melihat *rank* dari msing-masing faktor, dimana faktor B dan C berada pada *rank* yang paling rendah. Pada Perhitungan persentase kontribusi menujukkan bahwa persen kontribusi error adalah sebesar 37,53%, yang artinya tidak ada faktor berpengaruh signifikan yang hilang dari eksperimen.

Dari kedua perhitungan ANOVA terhadap nilai rata-rata dan SNR, disimpulkan bahwa faktor A dan D mempengaruhi nilai rata-rata dan variansinya. Sedangkan faktor B dan C tidak mempengaruhi nilai rata-rata maupun variansinya. Hal ini disebabkan karena faktor B dan C sama sama dihilangkan pada saat *Pooling* ANOVA nilai rata-rata maupun SNR yang artinya sebenarnya faktor B dan C bisa tidak dilibatkan dalam desain eksperimen.

4.10.2 Analisis Penentuan Setting Level Berdasarkan Nilai Rata-rata dan *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Pada penelitian ini, penentuan *setting level* optimal dilihat dari tabel respon rata-rata maupun *Signal to Noise Ratio* (SNR). Tabel respon rata-rata digunakan untuk mencari level faktor optimal yang mempengaruhi rata-rata nya, sedangkan tabel respon *Signal to Noise Ratio* (SNR) digunakan untuk mencari level faktor yang mempengaruhi variansinya. Dengan melihat rank masing-masing faktor pada tabel respon rata-rata maupun SNR, maka didapatkan rekap hasil seperti pada Tabel 4.15.

Pada Faktor A dan D keduanya memberikan pengaruh dan kontribusi yang besar serta mempengaruhi nilai rata-rata dan variansinya. Pada tabel respon rata-rata, Faktor A berada pada *rank* 1 dan Faktor D berada pada *rank* 2 yang artinya Faktor A memiliki pengaruh lebih terhadap nilai rata-rata kuat tekan daripada Faktor D. Sehingga dipilih Faktor A Level 3. Sedangkan dilihat dari tabel respon SNR, Faktor D berada di *rank* 1 dan Faktor A berada pada *rank* 2 yang artinya Faktor D memiliki pengaruh lebih terhadap nilai variansi kuat tekan daripada Faktor A. Namun, selisih nilai Faktor D Level 2 dan Level 3 pada tabel respon SNR tidak terlalu jauh yang mana masing-masing nilainya adalah 31,71 dan 31,37. Sedangkan nilai Faktor D Level 2 dan Level 3 pada tabel respon rata-rata memiliki selisih yang sangat banyak yang mana masing-masing nilai nya adalah 53,657 dan 127,444. Dari pertimbangan tersebut, diputuskan untuk mempertimbangkan tabel respon rata-rata sehingga dipilih Faktor D Level 3.

Sedangkan Faktor B dan Faktor C keduanya memberikan pengaruh dan kontribusi yang kecil. Pemilihan level faktor B dan C sebenarnya tidak terlalu berpengaruh terhadap kuat tekan. Dilihat dari perhitungan ANOVA pada nilai rata-rata maupun SNR, Faktor B dan Faktor C dianggap memberikan pengaruh/kontribusi yang kecil sehingga dilakukan *pooling.* Namun pada pemilihan level Faktor B dan C dilakukan dengan melihat *rank* pada tabel respon dan SNR. Sehingga terpilih Faktor B Level 2, Faktor C Level 1.

Sehingga didapatkan level faktor optimal pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 4.17 *Setting Level* Optimal

Faktor	Level	Interpretasi
A	3	Semen (30%)
B	2	Koral (22,5 %)
C	1	Pasir (37,5 %)
D	3	Mill (10 %)

4.10.3 Analisis Eksperimen Konfirmasi terhadap Prediksi Kondisi Optimal

Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah melakukan eksperimen konfirmasi yaitu untuk memvalidasi hasil dari *setting* faktor dan level yang telah dihasilkan pada perhitungan sebelumnya. Caranya adalah dengan membandingkan interval kepercayaan kondisi optimal dan eksperimen konfirmasi baik nilai rata-rata maupun nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR). Berdasarkan Gambar 4.31 dan Gambar 4.32 dapat disimpukan bahwa rata-rata pada eksperimen konfirmasi masih berada dalam interval hasil optimal/interval kepercayaan eksperimen *Taguchi*. Tabel 4.18 berikut ini adalah Interval kepercayaan yang merupakan interpretasi hasil ukuran kuat tekan spesimen uji kursi teraso.

Tabel 4.18 Prediksi dan Optimasi Kondisi Optimal Eksperimen *Taguchi* dan Konfirmasi

Respon (Kuat Tekan)		Prediksi	Optimasi
Eksperimen Taguchi	Rata-rata (*mean*)	177,24	177,24 ± 12,61
	Variansi (SNR)	32,41	32,41 ± 3,71
Eksperimen Konfirmasi	Rata-rata (*mean*)	169,5	165,9 ± 15,65
	Variansi (SNR)	34,48	34,48 ± 4,03

Jika ditinjau dengan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971 N.I.-2), Bagian 2 Bab 3 Pasal 3.2 – 3.4, campuran beton yang baik adalah terdiri dari Semen, Agregat Halus (Pasir) dan Agregat Kasar (Kerikil dan Batu pecah). Namun faktor yang berpengaruh signifikan berdasarkan perhitungan ANOVA adalah Semen dan *Mill* sedangkan Pasir dan Koral berpengaruh tetapi tidak signifikan. Hal ini bisa disebabkan oleh kurangnya ketelitian pada saat pelaksanaan eksperimen yaitu penentuan banyaknya masing-masing komposisi campuran. Jika dilihat dari massa jenisnya, *Mill* dan Semen adalah agregat yang memiliki massa jenis yang kecil dibanding Pasir dan Koral. Diduga bahwa *Mill* dan Semen menjadi agregat yang mendominasi dengan kebutuhan campuran yang kecil (± 6Kg untuk spesimen uji kubus bersisi 15 cm), sehingga *Mill* dan Semen menjadi faktor yang paling berpengaruh terhadap kualitas kuat tekan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA