

## BAB IV

### DATA DAN ANALISIS

#### 4.1 Kebutuhan Bahan Pembuatan Sampel Komposit

Pada penilitan ini terdapat proses pembuatan sampel berupa papan partikel berukuran 100x50x20mm. Dalam proses pembuatannya terdapat bahan yang diperlukan yaitu serbuk cangkang telur, karet alam cair, sulfur, ZnO, dan asam stearat. Pada sub-bab ini dilakukan perhitungan untuk memperoleh jumlah bahan yang dibutuhkan sesuai dengan variasi yang telah ditentukan. Berikut adalah estimasi bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan papan partikel :

##### A. Papan Partikel dengan Komposisi Filler 55% dan Matriks 45 %

**Tabel 4.1** Komposisi Papan Partikel A

Karet Alam	100 phr	45 %
Sulfur	25 phr	
ZnO	5 phr	
Asam Stearat	2 phr	
Total Matriks	132 phr	293,33 phr
Serbuk Cangkang Telur	161,33 phr	55 %

**Tabel 4.2** Komposisi Papan Partikel A dalam gram

Karet Alam	$\frac{100}{293,33}$	= 0,340 x 480 gr	163,64 gr
Sulfur	$\frac{25}{293,33}$	= 0,085 x 480 gr	40,91 gr
ZnO	$\frac{5}{293,33}$	= 0,017 x 480 gr	8,18 gr
Asam Stearat	$\frac{2}{293,33}$	= 0,007 x 480 gr	3,27 gr
Serbuk Cangkang Telur	$\frac{161,33}{293,33}$	= 0,550 x 480 gr	263,99 gr

Konversi karet alam – lateks (karet cair) berdasarkan standar karet alam dan lateks ASTM D.1076 dengan DRC (*Dry Rubber Content*) sebesar 60% = 0,6. Maka lateks yang digunakan adalah sebesar =  $163,2/0,6 = 272$  gr.

Sehingga untuk membuat sampel dengan komposisi *filler* 55% dan matriks 45 % dibutuhkan serbuk cangkang telur ayam sejumlah 269,99 gr, lateks cair sejumlah 272,73 gr, sulfur sejumlah 40,91 gr, ZnO sejumlah 8,18 gr, dan asam stearat sejumlah 3,27 gr.

**B. Papan Partikel dengan Komposisi Filler 60% dan Matriks 40%**

**Tabel 4.3** Komposisi Papan Partikel B

Karet Alam	100 phr	40 %
Sulfur	25 phr	
ZnO	5 phr	
Asam Stearat	2 phr	
Total Matriks	132 phr	330 phr
Serbuk Cangkang Telur	198 phr	60 %

**Tabel 4.4** Komposisi Papan Partikel B dalam gram

Karet Alam	$\frac{100}{330}$	= 0,300 x 480 gr	145,45 gr
Sulfur	$\frac{25}{330}$	= 0,080 x 480 gr	36,36 gr
ZnO	$\frac{5}{330}$	= 0,020 x 480 gr	7,27 gr
Asam Stearat	$\frac{2}{330}$	= 0,006 x 480 gr	2,91 gr
Serbuk Cangkang Telur	$\frac{198}{330}$	= 0,600 x 480 gr	288 gr

Konversi karet alam – lateks (karet cair) berdasarkan standar karet alam dan lateks ASTM D.1076 dengan DRC (*Dry Rubber*

*Content*) sebesar 60% = 0,6. Maka lateks yang digunakan adalah sebesar =  $145,45/0,6 = 242,42$  gr.

Sehingga untuk membuat sampel dengan komposisi *filler* 60% dan matriks 40% dibutuhkan serbuk cangkang telur ayam sejumlah 288 gr, lateks cair sejumlah 242,2 gr, sulfur sejumlah 36,36 gr, ZnO sejumlah 7,27 gr, dan asam stearat sejumlah 2,91 gr.

**C. Papan Partikel dengan Komposisi Filler 65% dan Matriks 35%**

**Tabel 4.5** Komposisi Papan Partikel C

Karet Alam	100 phr	35 %
Sulfur	25 phr	
ZnO	5 phr	
Asam Stearat	2 phr	
Total Matriks	132 phr	377,14 phr
Serbuk Cangkang Telur	245,14 phr	65 %

**Tabel 4.6** Komposisi Papan Partikel C dalam gram

Karet Alam	$\frac{100}{377,14}$	= 0,270 x 480 gr	127,32 gr
Sulfur	$\frac{25}{377,14}$	= 0,070 x 480 gr	31,82 gr
ZnO	$\frac{5}{377,14}$	= 0,013 x 480 gr	6,36 gr
Asam Stearat	$\frac{2}{377,14}$	= 0,005 x 480 gr	2,55 gr
Serbuk Cangkang Telur	$\frac{245,14}{377,14}$	= 0,650 x 480 gr	311,99 gr

Konversi karet alam – lateks (karet cair) berdasarkan standar karet alam dan lateks ASTM D.1076 dengan DRC (*Dry Rubber Content*) sebesar 60% = 0,6. Maka lateks yang digunakan adalah sebesar =  $127,32/0,6 = 212,2$  gr.

Sehingga untuk membuat sampel dengan komposisi *filler* 65% dan matriks 35% dibutuhkan serbuk cangkang telur ayam sejumlah 311,99 gr, lateks cair sejumlah 212,2 gr, sulfur sejumlah 31,82 gr, ZnO sejumlah 6,36 gr, dan asam stearat sejumlah 2,55 gr.

#### 4.2 Data Sampel Komposit

Pada penelitian ini dilakukan penentuan jumlah sampel sesuai dengan level dan faktor yang telah ditentukan. Berikut ini adalah level dan faktor pada sampel kategori pertama yaitu variasi komposisi filler dan matriks :

##### A. Sampel dengan Variasi Komposisi Filler dan Matriks

Level :

1. *Filler* 55%, matriks 45%
2. *Filler* 60%, matriks 40%
3. *Filler* 65%, matriks 35%

Faktor :

1. Komposisi (*filler* 55%, 60%, dan 65%)
2. Tekanan *Hot Press* (30 MPa, 40 MPa, 50 MPa)
3. Temperatur *Hot Press* (150°C, 160°C, 170°C)
4. Waktu *Hot Press* (50 menit, 60 menit, 70 menit)

Pada penelitian ini, setelah ditentukan jumlah level dan faktor, maka dilakukan penentuan banyaknya sampel menggunakan metode taguchi. Jumlah sampel yang didapat ditentukan melalui banyaknya level dan derajat kebebasan. Dengan jumlah level sebanyak tiga dan faktor sebanyak empat, maka diperoleh derajat kebebasan yaitu 8. Dengan derajat kebebasan sejumlah 8, maka matriks ortogonal yang dipilih adalah matriks ortogonal 3 tingkat,  $L_9(3^4)$ . Sehingga jumlah sampel yang dibuat sebanyak 9 sampel. Oleh karena itu, Tabel 4.7 menunjukkan variasi sampel yang diperlukan pada penelitian ini.

**Tabel 4.7** Sampel dengan Variasi Komposisi Filler dan Matriks

Sampel	<i>Filler</i> (%)	<i>P. Hot Press</i> (MPa)	<i>T. Hot Press</i> (°C)	<i>t. Hot Press</i> (menit)
A1	55	40	150	50

**Tabel 4.7** Sampel dengan Variasi Komposisi Filler dan Matriks

<b>Sampel</b>	<b>Filler (%)</b>	<b>P. Hot Press (MPa)</b>	<b>T. Hot Press (°C)</b>	<b>t. Hot Press (menit)</b>
<b>A2</b>	55	50	160	60
<b>A3</b>	55	30	170	70
<b>B1</b>	60	40	160	70
<b>B2</b>	60	50	170	50
<b>B3</b>	60	30	150	60
<b>C1</b>	65	40	170	60
<b>C2</b>	65	50	150	70
<b>C3</b>	65	30	160	50

### 4.3 Hasil Pengujian Densitas

Densitas pada sebuah komposit terdapat dua jenis, yaitu densitas teoritis dan densitas aktual. Densitas teoritis pada sampel komposit didapatkan dengan *rule of mixture* melalui perhitungan fraksi massa dengan mengetahui densitas literatur masing-masing bahan penyusun komposit yaitu densitas serbuk cangkang telur, karet alam, sulfur, ZnO, dan asam stearat. Sedangkan densitas aktual pada sampel komposit didapatkan melalui perbandingan massa dan volume dengan melakukan pengukuran secara langsung menggunakan neraca digital dan jangka sorong. Pada Tabel 4.8 menunjukkan hasil densitas teoritis dan aktual pada sampel dengan variasi komposisi filler dan matriks.

**Tabel 4.8** Densitas Sampel dengan Variasi Komposisi *Filler*

<b>Sampel</b>	<b>Densitas Aktual (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Densitas Teoritis (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>A1</b>	1,7762	1,9951
<b>A2</b>	1,7995	1,9951
<b>A3</b>	1,8380	1,9951
<b>B1</b>	1,7023	2,1236
<b>B2</b>	1,6803	2,1236
<b>B3</b>	1,6645	2,1236

**Tabel 4.8** Densitas Sampel dengan Variasi Komposisi *Filler*

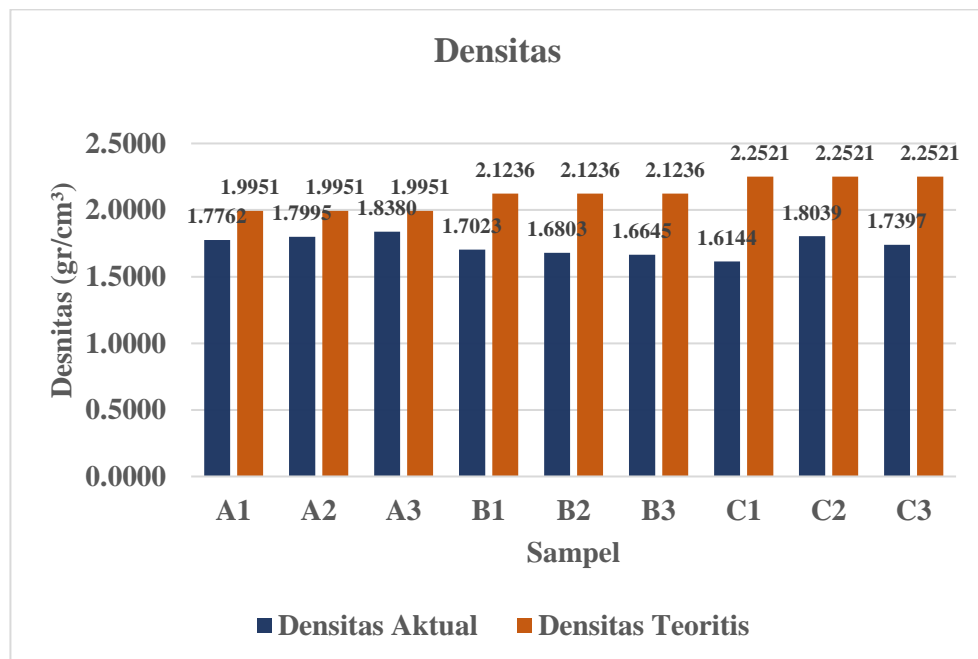
Sampel	Densitas Aktual (gr/cm <sup>3</sup> )	Densitas Teoritis (gr/cm <sup>3</sup> )
C1	1,6144	2,2521
C2	1,8039	2,2521
C3	1,7397	2,2521

Pada penelitian sampel dengan variasi komposisi *filler*, ditunjukkan hasil untuk nilai densitas teoritis yang terus meningkat diikuti dengan kenaikan komposisi *filler*. Pada sampel A dengan komposisi filler sebesar 55% densitas teoritis sebesar 1,9951 gr/cm<sup>3</sup>, kemudian pada sampel B dengan komposisi filler 60% densitas teoritis sebesar 2,1236 gr/cm<sup>3</sup>, selanjutnya pada sampel C dengan komposisi filler 65% sebesar 2,2521 gr/cm<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa kerapatan massa bergantung dengan jumlah materi penyusunnya. Sampel C dengan komposisi *filler* serbuk cangkang telur yang lebih banyak dibandingkan sampel A dan B memiliki densitas teoritis paling besar, hal tersebut terbukti pada penelitian ini bahwa sampel C memiliki densitas teoritis tertinggi karena komposisi serbuk cangkang telur ayam yang paling besar yaitu 65% dengan densitas cangkang telur ayam sebesar 2,571 gr/cm<sup>3</sup>. Penentuan densitas aktual juga dilakukan pada penelitian ini, hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai densitas aktual tidak hanya dipengaruhi oleh komposisi *filler*, namun dipengaruhi oleh faktor lain yaitu tekanan *hot press*, temperatur *hot press*, dan waktu selama proses *hot press*. Terbukti dengan hasil densitas aktual yang berbeda setiap sampelnya. Hasil densitas aktual untuk variasi komposisi *filler* menunjukkan *range* pada 1,6144-1,8380 gr/cm<sup>3</sup>. Nilai densitas aktual terendah dimiliki oleh sampel C2 (65/P40/T170/t60) sebesar 1,6144 gr/cm<sup>3</sup> dengan membandingkan dengan nilai densitas plastik ABS sebesar 1,190 gr/cm<sup>3</sup> maka diperoleh *percent difference* sebesar 35,66%, kemudian nilai densitas aktual tertinggi dimiliki oleh sampel A1 (55/P30/T170/t70) sebesar 1,8380 gr/cm<sup>3</sup> dengan *percent difference* sebesar 54,45%. Tabel 4.9 menunjukkan perbandingan hasil pengujian sampel dengan plastik ABS, sedangkan pada Gambar 4.1 menunjukkan diagram

batang untuk hasil penelitian densitas pada sampel dengan variasi komposisi *filler*.

**Tabel 4.9** *Percent Difference* Densitas Sampel dengan Plastik ABS

Densitas Sampel (gr/cm <sup>3</sup> )	Densitas Plastik ABS (gr/cm <sup>3</sup> )	<i>Percent Difference</i> (%)
1,6144	1,190	35,66

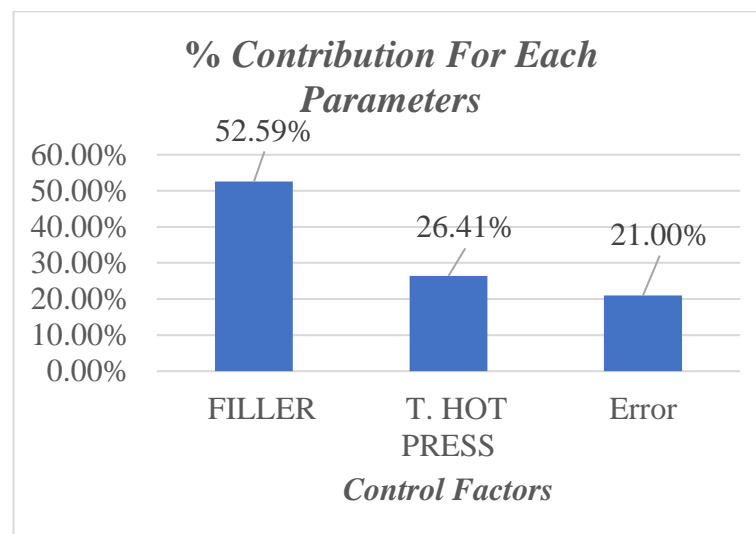


**Gambar 4.1** Densitas Sampel dengan Variasi Komposisi *Filler*

Pada gambar 4.1 ditunjukkan diagram batang untuk hasil penelitian densitas pada sampel dengan variasi komposisi *filler*. Diagram batang berwarna biru menunjukkan hasil densitas aktual, dapat dilihat bahwa diagram cenderung mengalami penurunan. Tidak seperti densitas teoritis yang ditunjukkan oleh diagram berwarna oranye yang menunjukkan kenaikan yang diikuti oleh kenaikan komposisi *filler* pada sampel. Hal ini mendukung pernyataan sebelumnya bahwa, semakin banyak komposisi *filler* serbuk cangkang telur ayam yang mendominasi maka densitas pada sampel tersebut akan semakin tinggi. Namun pada densitas aktual, hal tersebut tidak hanya dipengaruhi oleh komposisi saja, tetapi terdapat faktor lain yaitu tekanan *hot press*, temperatur *hot press*, dan waktu selama proses *hot press*. Nilai

densitas aktual yang besarnya berbanding terbalik dengan nilai densitas teoritis diakibatkan karena pada pengujian densitas aktual rongga-rongga yang terdapat pada sampel terisi oleh air secara sempurna sehingga menghasilkan nilai densitas yang lebih tepat. Pada penelitian ini, diharapkan bahwa densitas yang dimiliki oleh sampel menyerupai densitas yang dimiliki oleh plastik ABS yaitu sebesar  $1,190 \text{ gr/cm}^3$ . Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis untuk mengetahui hasil yang paling optimum dari 9 sampel yang telah dibuat dengan variasi komposisi *filler* dengan menginginkan nilai terkecil yang baik, menggunakan metode taguchi.

Setelah nilai hasil pengujian didapat, selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode anova untuk mengetahui kontribusi dari setiap faktor atau untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap nilai densitas yang didapat pada sampel tersebut. Pada Gambar 4.2 menunjukkan analisis menggunakan metode anova.



**Gambar 4.2** Anova Densitas pada Variasi Komposisi *Filler*

Pada penelitian ini menunjukkan terdapat faktor yang paling berpengaruh terhadap nilai densitas baik pada sampel dengan variasi komposisi *filler*. Pada sampel dengan variasi komposisi *filler* pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa *filler* dan temperatur *hot press* yang memiliki



pengaruh tinggi, dibuktikan dengan persentasi kontribusi untuk *filler* sebesar 52,59% dan tekanan *hot press* sebesar 26,41%, sedangkan *error* sebesar 21,00%. Hal ini membuktikan bahwa nilai densitas dipengaruhi paling besar oleh komposisi *filler*, besar komposisinya akan semakin berpengaruh terhadap nilai densitas sampel tersebut, diikuti oleh variasi temperatur *hot press*. Tentunya penjelasan tersebut mendukung pernyataan bahwa kerapatan massa/massa jenis bergantung pada zat penyusunnya, cangkang telur sebagai bahan paling dominan dalam pembuatan sampel tentunya akan membuat sampel semakin padat sehingga memiliki densitas semakin tinggi, meskipun cangkang telur tidak memiliki densitas tertinggi diantara bahan lainnya, namun cangkang telur mendominasi.

#### 4.4 Hasil Pengujian Porositas

Pengujian porositas dilakukan untuk mengetahui perbandingan volume rongga-rongga pori terhadap volume total seluruh suatu bahan. Nilai porositas suatu bahan dapat diperoleh melalui perhitungan dengan mengetahui nilai densitas aktual dan nilai densitas teoritis. Pada Tabel 4.10 menunjukkan persentase porositas pada sampel dengan variasi komposisi *filler*.

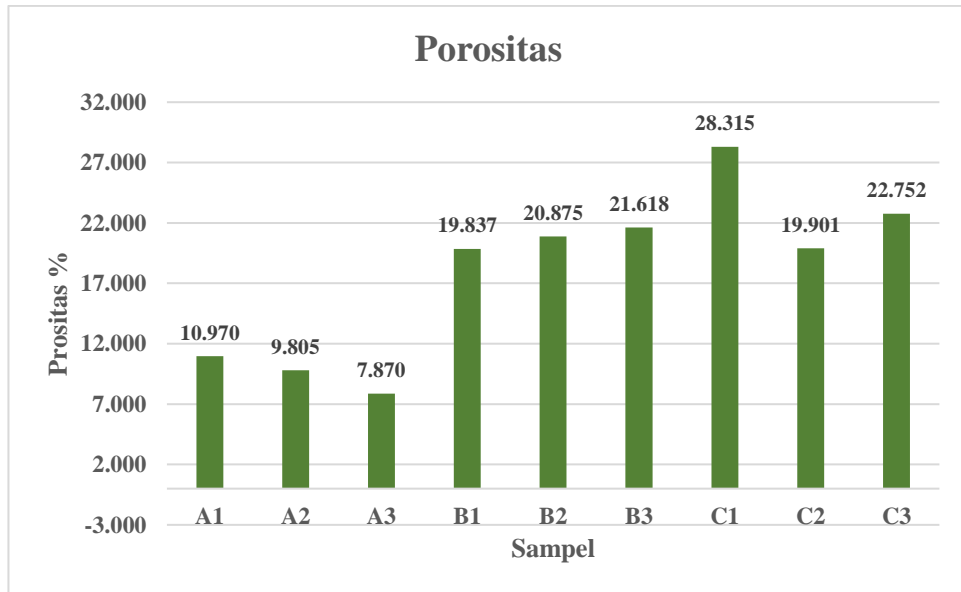
**Tabel 4.10** Porositas Sampel dengan Variasi Komposisi *Filler*

Sampel	Porositas (%)
A1	10,970
A2	9,805
A3	7,870
B1	19,837
B2	20,875
B3	21,618
C1	28,315
C2	19,901
C3	22,752

Pada penelitian sampel dengan variasi komposisi *filler*, ditunjukkan hasil untuk persentase porositas cenderung menurun seiring dengan kenaikan komposisi *filler*. Pada sampel A dengan komposisi filler sebesar 55% persentase porositas berada pada *range* 7,870-10,970%, kemudian pada sampel B dengan komposisi filler 60% persentase porositas berada pada *range* 19,837-21,618%, selanjutnya pada sampel C dengan komposisi filler 65% sebesar 19,901-28,315%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase porositas bergantung dengan jumlah materi penyusunnya yang berakitan erat dengan densitas. Berbanding terbalik dengan densitas, sampel yang memiliki densitas tinggi cenderung memiliki persentase porositas yang lebih kecil. Hasil dari penelitian ini juga menunjukkan bahwa persentase porositas tidak hanya dipengaruhi oleh komposisi *filler*, namun dipengaruhi oleh faktor lain yaitu tekanan *hot press*, temperatur *hot press*, dan waktu selama proses *hot press*. Terbukti dengan persentase porositas yang berbeda setiap sampelnya. Pada sampel dengan variasi komposisi *filler* terendah dimiliki oleh sampel A3 (55/P30/T170/t70) sebesar 7,870% dan persentase tertinggi dimiliki oleh sampel C1 (65/P40/T170/t60) sebesar 28,315%. Tabel 4.11 Menunjukkan perbandingan hasil pengujian dengan plastik ABS, sedangkan pada Gambar 4.5 menunjukkan diagram batang untuk hasil penelitian porositas pada sampel dengan variasi komposisi *filler*.

**Tabel 4.11** Perbandingan Daya Serap Sampel dengan Plastik ABS

Porositas Sampel (%)	Porositas Plastik ABS (%)	Keterangan
7,870	<25,00	Memenuhi

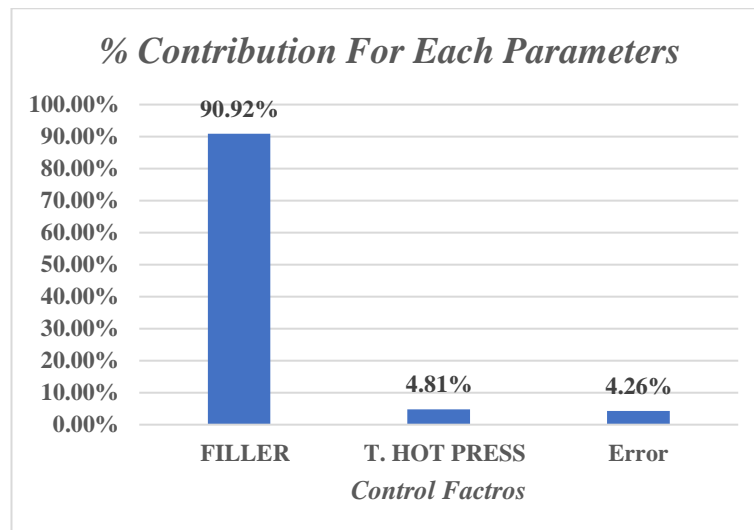


**Gambar 4.3** Porositas Sampel dengan Variasi Komposisi *Filler*

Pada Gambar 4.3 ditunjukkan diagram batang untuk persentase porositas pada sampel dengan variasi komposisi *filler*. Pada diagram batang berwarna hijau menunjukkan persentase porositas, dapat dilihat bahwa diagram cenderung mengalami kenaikan disetiap sampel yang berbeda-beda. Hal menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nilai densitas terhadap persentase porositas. Sampel dengan densitas tinggi cenderung memiliki porositas rendah, selain itu selisih antara densitas aktual dan teoritis mempengaruhi persentase porositas, sampel dengan perbedaan densitas aktual dan densitas teoritis yang kecil akan memiliki persentase porositas yang rendah. Besarnya persentase porositas yang diperoleh pada sampel secara umum dipengaruhi oleh massa jenis (densitas) dari komposit tersebut. Hal ini karena densitas berkaitan erat dengan kerapatan massa penyusun dari jenis komposit tersebut. Nilai densitas bahan komposit ini saling berhubungan dengan persentase porositas. Nilai porositas suatu bahan berbanding terbalik dengan densitas bahan komposit tersebut, hal ini karena porositas adalah rongga yang terdapat pada bahan komposit dan akan mempengaruhi densitas bahan tersebut. Semakin padat suatu bahan maka densitasnya akan semakin tinggi dan porositas akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya. Pada penelitian ini, diharapkan bahwa persentase porositas

yang dimiliki oleh sampel menyerupai porositas yang dimiliki oleh plastik ABS yaitu persentase porositas sekecil mungkin. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis untuk mengetahui nilai optimum dari 9 sampel yang telah dibuat dengan variasi komposisi *filler* yaitu dengan menginginkan nilai terkecil adalah yang terbaik, menggunakan metode taguchi.

Setelah nilai hasil pengujian telah didapat maka selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode anova untuk mengetahui kontribusi dari setiap faktor atau untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap persentase porositas yang didapat pada sampel tersebut. Pada Gambar 4.4 menunjukkan analisis menggunakan metode anova.



**Gambar 4.4** Anova Porositas pada Variasi Komposisi *Filler*

Pada penelitian ini terdapat faktor yang paling berpengaruh terhadap persentase porositas baik pada sampel dengan variasi komposisi *filler* maupun sulfur. Pada sampel dengan variasi komposisi *filler* pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa *filler* dan temperatur *hot press* yang memiliki pengaruh tinggi, dibuktikan dengan persentasi kontribusi untuk *filler* sebesar 90,92% dan temperatur *hot press* sebesar 4,81%, sedangkan *error* sebesar 4,26%. Hal ini membuktikan bahwa persentase porositas dipengaruhi paling besar oleh komposisi *filler*, semakin besar komposisi *filler* akan semakin berpengaruh terhadap persentase porositas sampel tersebut yaitu semakin

kecil, diikuti oleh variasi temperatur *hot press*. Tentunya penjelasan tersebut mendukung pernyataan porositas bergantung pada densitas bahan itu sendiri, cangkang telur sebagai bahan paling dominan dalam pembuatan sampel tentunya akan paling berpengaruh terhadap volume pori-pori pada bahan.

#### 4.5 Hasil Pengujian *Water Content* (Kadar Air)

Pada penelitian ini dilakukan penelitian untuk mengetahui kadar air yang dimiliki oleh sampel komposit. Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung di dalam suatu benda. Persentase kadar air suatu bahan dapat diperoleh dengan mengetahui berat cawan kosong, berat cawan kosong dengan sampel, dan berat sampel. Cawan kosong dikeringkan selama 30 menit dalam oven pada suhu 105°C, kemudian cawan tersebut didinginkan pada desikator selama 15 menit, setelah didinginkan pada desikator, cawan ditimbang. Kemudian cawan tersebut diisi sampel komposit dan ditimbang beratnya, cawan yang telah diisi sampel kemudian dimasukkan kedalam oven selama 2 jam dengan suhu 105°C selama 2 jam, cawan tersebut kemudian didinginkan kembali dalam desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang dan dicatat hasilnya. Pada Tabel 4.12 menunjukkan persentase kadar air pada sampel dengan variasi komposisi *filler*.

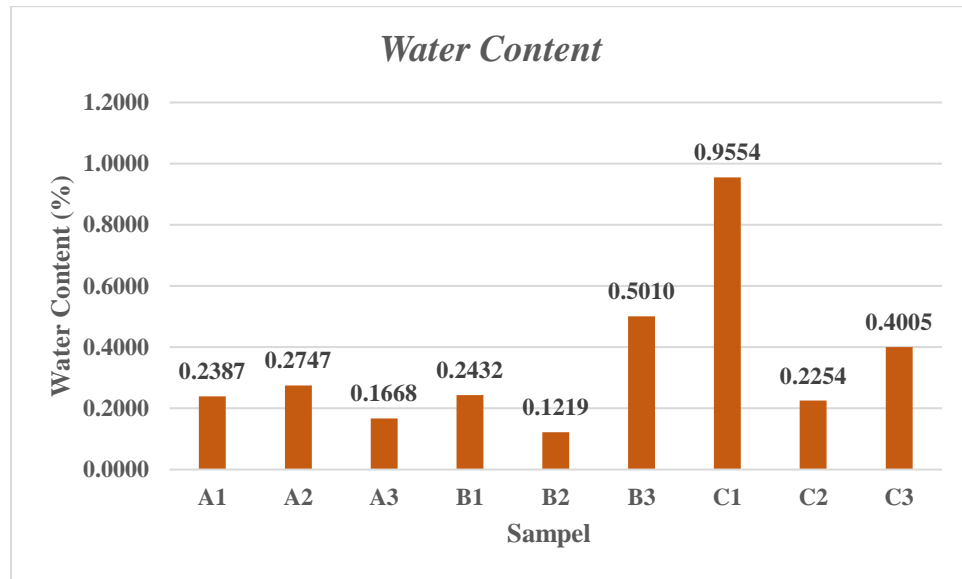
**Tabel 4.12** Kadar Air Sampel dengan Variasi Komposisi *Filler*

Sampel	Kadar Air (%)
A1	0,2387
A2	0,2747
A3	0,1668
B1	0,2432
B2	0,1219
B3	0,5010
C1	0,9554
C2	0,2254
C3	0,4005

Pada penelitian sampel dengan variasi komposisi *filler*, ditunjukkan hasil untuk persentase kadar air cenderung mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan komposisi *filler*, hal tersebut terjadi juga pada sampel dengan variasi sulfur. Pada sampel A dengan komposisi filler sebesar 55% persentase kadar air berada pada *range* 0,1668-0,2747%, kemudian pada sampel B dengan komposisi filler 60% persentase kadar air berada pada *range* 0,1219-0,5010%, selanjutnya pada sampel C dengan komposisi filler 65% sebesar 0,2254-0,9554%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase kadar air bergantung dengan jumlah bahan penyusunnya. Besarnya persentase kadar air suatu jenis komposit salah satunya dipengaruhi oleh *filler* dan matriks yang terkandung didalamnya, semakin banyak kandungan *filler* pada jenis komposit tersebut maka semakin tinggi kadar air yang terkandung didalamnya. Hal ini karena bahan alam seperti serbuk cangkang telur pada komposit yang memiliki kemampuan dalam menyerap kandungan air. Berbanding terbalik dengan karet alam yang bersifat lebih *hydrophobic* sehingga memiliki kemampuan yang rendah dalam menyerap air. Oleh karena itu, pada sampel dengan variasi komposisi *filler* yang tinggi cenderung memiliki kadar air yang lebih tinggi. Hasil dari penelitian ini juga menunjukkan bahwa persentase kadar air tidak hanya dipengaruhi oleh komposisi *filler* saja, namun dipengaruhi oleh faktor lain yaitu tekanan *hot press*, temperatur *hot press*, dan waktu selama proses *hot press*. Terbukti dengan persentase kadar air yang berbeda setiap sampelnya. Pada sampel dengan variasi komposisi *filler* terendah dimiliki oleh sampel B2 (60/P50/T170/t50) sebesar 0,1219% dengan membandingkan dengan kadar air pada plastik ABS sebesar 0,10% maka terdapat *percent difference* sebesar 21,9% dan persentase tertinggi dimiliki oleh sampel C1 (65/P40/T170/t60) sebesar 0,9554%. Tabel 4.13 menunjukkan *percent difference* hasil pengujian terendah dengan plastik ABS, sedangkan pada Gambar 4.9 menunjukkan diagram batang untuk hasil penelitian kadar air pada sampel dengan variasi komposisi *filler*.

**Tabel 4.13** *Percent Difference* Kadar Air Sampel dengan Plastik ABS

Kadar Air Sampel (%)	Kadar Air Plastik ABS (%)	<i>Percent Difference</i> (%)
0,1219%	0,10%	21,9

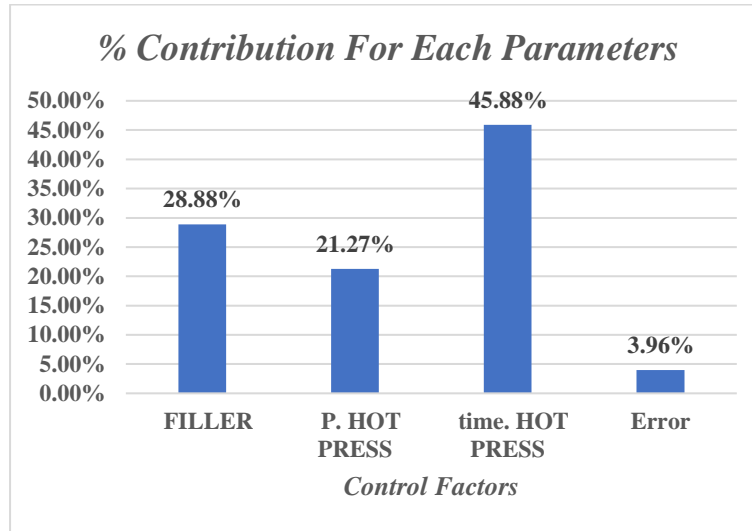


**Gambar 4.5** Kadar Air pada Variasi Komposisi *Filler*

Pada kedua diagram batang berwarna oranye menunjukkan persentase kadar air, dapat dilihat bahwa diagram cenderung mengalami kenaikan. Hal menunjukkan bahwa terdapat pengaruh variasi komposisi *filler* terhadap persentase kadar air. Sampel dengan komposisi *filler* yang tinggi cenderung memiliki kadar air yang lebih tinggi. Pada penelitian ini, diharapkan bahwa persentase kadar air yang dimiliki oleh sampel menyerupai yang dimiliki oleh plastik ABS yaitu sebesar 0,10%. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis untuk mengetahui hasil yang paling optimum dari 9 sampel yang telah dibuat baik dengan variasi komposisi *filler* dengan menginginkan nilai terkecil yang baik, menggunakan metode taguchi.

Setelah nilai hasil pengujian didapat maka selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode anova untuk mengetahui kontribusi dari setiap faktor atau untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh

terhadap persentase kadar air yang didapat pada sampel tersebut. Pada Gambar 4.6 menunjukkan analisis menggunakan metode anova.



**Gambar 4.6** Anova Kadar Air pada Variasi Komposisi *Filler*

Pada penelitian ini terdapat faktor yang paling berpengaruh terhadap persentase kadar air baik pada sampel dengan variasi komposisi *filler*. Pada sampel dengan variasi komposisi *filler* pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa waktu *hot press* memiliki pengaruh tinggi yaitu sebesar 45,88%, diikuti oleh *filler* 28,88%, kemudian tekanan *hot press* sebesar 21,27%, dan *error* sebesar 3,96%. Hal ini membuktikan bahwa persentase kadar air dipengaruhi paling besar oleh komposisi *filler* dan waktu *hot press*, semakin lama waktu pada proses *hot press* akan berpengaruh terhadap persentase kadar air yang semakin kecil pada sampel tersebut, diikuti oleh komposisi *filler*. Tentunya penjelasan tersebut mendukung pernyataan kadar air bergantung pada bahan penyusun komposit itu sendiri, cangkang telur sebagai bahan paling dominan dalam pembuatan sampel tentunya akan paling berpengaruh terhadap jumlah air yang terdapat pada komposit, cangkang telur sebagai bahan alam akan cenderung lebih menyerap air.



#### 4.6 Hasil Pengujian *Water Absorption* (Daya Serap Air)

Pada penelitian ini dilakukan pengujian untuk mengetahui daya serap air pada sampel komposit. Daya serap air merupakan kemampuan partikel suatu bahan untuk mengikat air (Handiskawati, 2012). Pengujian daya serap air pada komposit dilakukan dengan melakukan perendaman sampel komposit kedalam air, kemudian membandingkan massa setelah direndam dengan massa sebelum direndam. Pada Tabel 4.14 menunjukkan persentase daya serap air pada sampel dengan variasi komposisi *filler*.

**Tabel 4.14** Daya Serap Sampel dengan Variasi Komposisi *Filler*

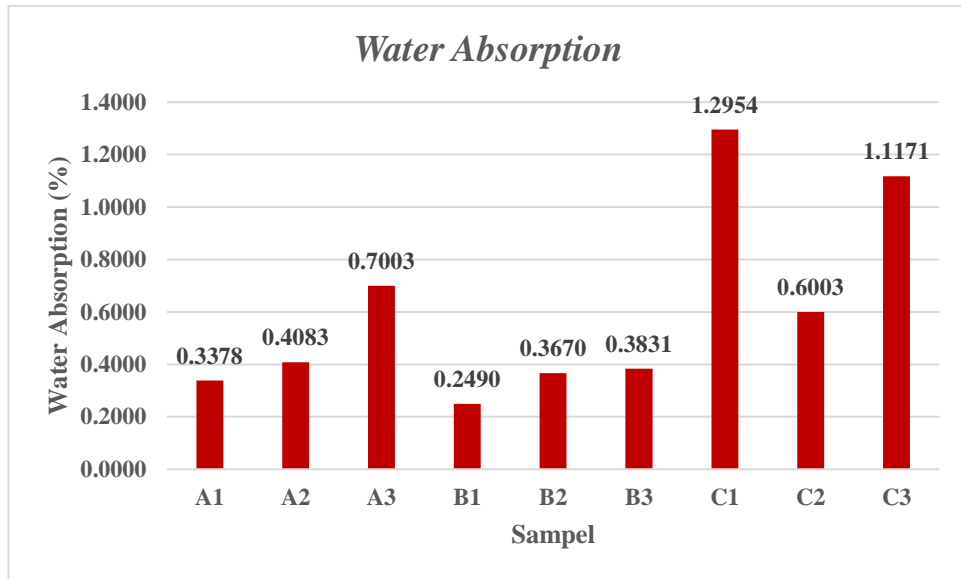
Sampel	Daya Serap (%)
A1	0,3378
A2	0,4083
A3	0,7003
B1	0,2490
B2	0,3670
B3	0,3831
C1	1,2954
C2	0,6003
C3	1,1171

Pada penelitian sampel dengan variasi komposisi *filler*, ditunjukkan hasil untuk persentase daya serap air cenderung mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan komposisi *filler*, hal tersebut terjadi juga pada sampel dengan variasi sulfur. Pada sampel A dengan komposisi *filler* sebesar 55% persentase daya serap air berada pada *range* 0,3378-0,7003%, kemudian pada sampel B dengan komposisi *filler* 60% persentase daya serap air berada pada *range* 0,2490-0,3831%, selanjutnya pada sampel C dengan komposisi *filler* 65% sebesar 0,6003-1,2954%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase daya serap air bergantung dengan komposisi bahan penyusunnya. Secara teori besarnya persentase daya serap air pada jenis komposit tersebut dipengaruhi oleh nilai densitas dan porositas jenis komposit. Hal tersebut karena densitas menjadi parameter kerapatan massa suatu jenis komposit dan porositas menjadi parameter jumlah volume

rongga pada jenis komposit tersebut. Semakin tinggi nilai densitas dan rendahnya nilai porositas maka akan semakin rendah daya serap air yang dimiliki oleh komposit tersebut. Begitu juga sebaliknya, semakin rendah nilai densitas dan semakin tinggi nilai porositas maka akan semakin tinggi kemampuan daya serap air suatu jenis komposit. Namun, hal tersebut tidak melupakan bahwa cangkang telur cenderung menyerap air lebih banyak dibandingkan dengan bahan lainnya. Berbanding terbalik dengan karet alam yang bersifat lebih *hydrophobic* sehingga memiliki kemampuan yang rendah dalam menyerap air. Oleh karena itu, pada sampel dengan variasi komposisi *filler* yang tinggi cenderung memiliki daya serap yang lebih tinggi. Hasil dari penelitian ini juga menunjukkan bahwa persentase daya serap air tidak hanya dipengaruhi oleh komposisi *filler*, namun dipengaruhi oleh faktor lain yaitu tekanan *hot press*, temperatur *hot press*, dan waktu selama proses *hot press*. Terbukti dengan persentase daya serap yang berbeda setiap sampelnya. Pada sampel dengan variasi komposisi *filler* terendah dimiliki oleh sampel B1 (60/P40/T160/t70) sebesar 0,2490%, membandingkan dengan persentase daya serap pada plastik ABS maksimum sebesar 1,8% maka sampel tersebut memenuhi, kemudian persentase tertinggi dimiliki oleh sampel C1 (65/P40/T170/t60) sebesar 1,2954%. Tabel 4.15 menunjukkan perbandingan hasil pengujian dengan plastik ABS, sedangkan pada Gambar 4.7 menunjukkan diagram batang untuk hasil penelitian daya serap air pada sampel dengan variasi komposisi *filler*.

**Tabel 4.15** Perbandingan Daya Serap Sampel dengan Plastik ABS

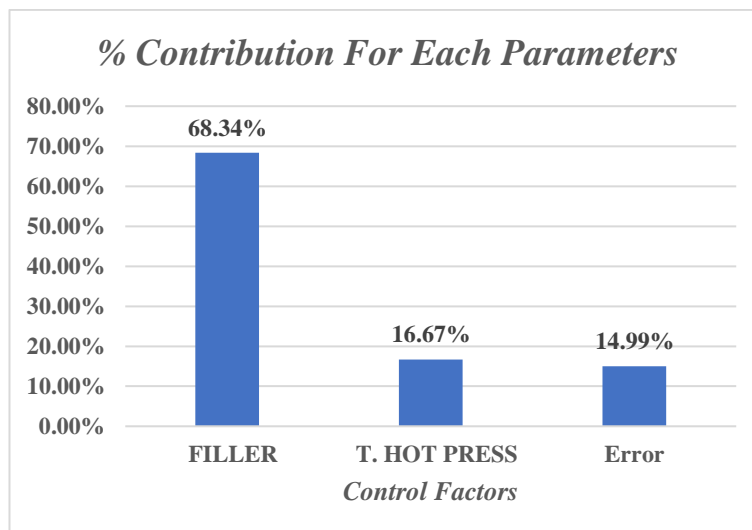
Daya Serap Sampel (%)	Daya Serap Plastik ABS (%)	Keterangan
0,2490	0,05-1,8	Memenuhi



**Gambar 4.7** Daya Serap Air pada Variasi Komposisi *Filler*

Pada kedua diagram batang berwarna merah menunjukkan persentase daya serap air, dapat dilihat bahwa diagram cenderung mengalami kenaikan. Hal menunjukkan bahwa terdapat pengaruh variasi komposisi *filler* terhadap persentase daya serap air. Sampel dengan komposisi *filler* yang tinggi cenderung memiliki daya serap air yang lebih tinggi. Pada penelitian ini, diharapkan bahwa persentase kadar air yang dimiliki oleh sampel menyerupai yang dimiliki oleh plastik ABS yaitu maksimal sebesar 1,8%. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis untuk mengetahui hasil yang paling optimum dari 9 sampel yang telah dibuat dengan variasi komposisi *filler* dengan menginginkan nilai terkecil yang baik, menggunakan metode taguchi.

Setelah nilai hasil pengujian telah didapat maka selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode anova untuk mengetahui kontribusi dari setiap faktor atau untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap persentase daya serap air pada sampel tersebut. Pada Gambar 4.8 menunjukkan analisis menggunakan metode anova.



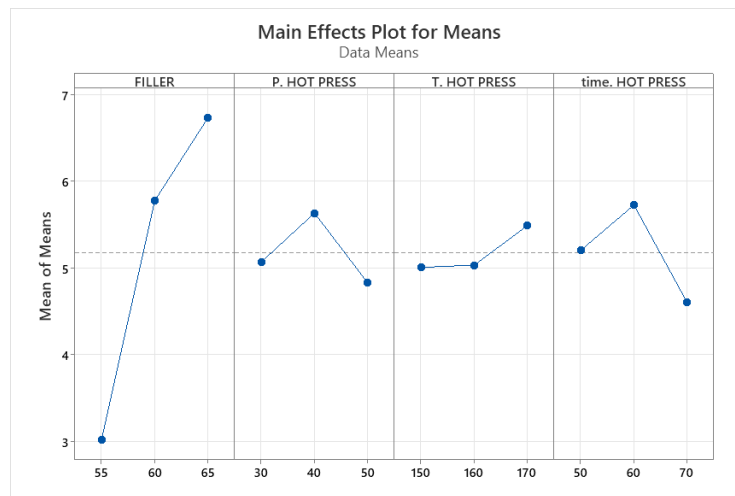
**Gambar 4.8** Anova Daya Serap Air pada Variasi Komposisi *Filler*

Pada penelitian ini terdapat faktor yang paling berpengaruh terhadap persentase daya serap air pada sampel dengan variasi komposisi. Pada sampel dengan variasi komposisi *filler* pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa komposisi *filler* memiliki pengaruh tinggi yaitu sebesar 68,34%, diikuti oleh temperatur *hot press* 16,67%, dan *error* sebesar 14,99%. Hal ini membuktikan bahwa persentase daya serap air dipengaruhi paling besar oleh komposisi *filler* dan temperatur *hot press*, semakin besar jumlah komposisi *filler* pada komposit akan berpengaruh terhadap persentase daya serap air yang semakin besar pada sampel tersebut, diikuti oleh temperatur *hot press*. Tentunya penjelasan tersebut mendukung pernyataan daya serap air bergantung pada bahan penyusun komposit itu sendiri, cangkang telur sebagai bahan paling dominan dalam pembuatan sampel dan bahan dari alam yang cenderung lebih menyerap air dibandingkan bahan lain tentunya akan paling berpengaruh terhadap jumlah air yang terserap oleh komposit.

#### 4.7 Pembahasan

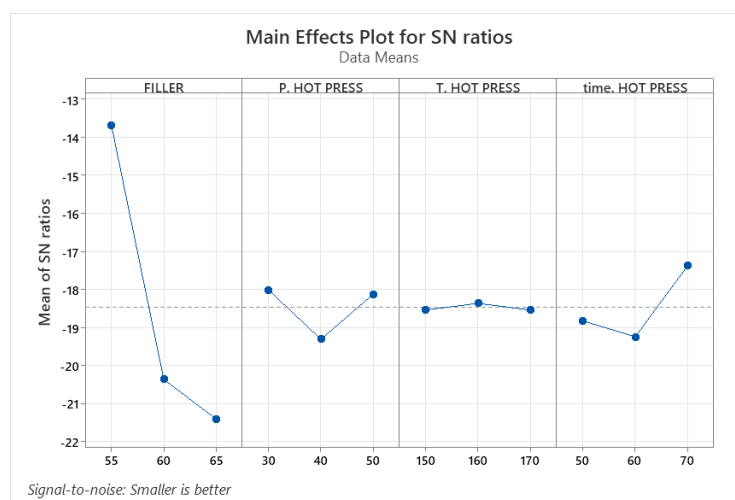
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai optimum berdasarkan variasi terhadap densitas persentase kadar air, daya serap, dan porositas. Oleh karena ini dilakukan analisis menggunakan metode taguchi untuk

mendapatkan nilai optimum. Pada Gambar 4.9 menunjukkan nilai optimum pada penelitian ini.



**Gambar 4.9** Nilai Optimum Sampel Variasi Komposisi *Filler*

Pada sampel dengan variasi komposisi *filler* nilai optimum untuk sifat fisik untuk densitas, porositas, kadar air, dan daya serap ditunjukkan pada sampel dengan komposisi *filler* 55% dengan tekanan *hot press* sebesar 50 MPa, temperatur *hot press* sebesar 150°C, dan waktu *hot press* selama 70 menit. Dengan mengetahui nilai optimum pada penelitian ini, maka akan didapatkan nilai terendah dari semua sampel. Gambar 4.10 menunjukkan nilai *signal to noise* pada sampel komposit.



**Gambar 4.10** Nilai *Signal to Noise* Sampel Variasi Komposisi *Filler*

Pada gambar 4.10 menunjukkan nilai *signal to noise:smaller is better* yang merupakan sebuah nilai jika semakin besar nilai *signal to noise* rasio maka semakin baik hasilnya. Hal tersebut diperoleh melalui nilai *signal* dibagi dengan nilai *noise*, maka semakin kecil nilai *noise* maka akan semakin baik nilai *signal* yang didapatkan. Pada sampel dengan variasi *filler* menunjukkan nilai tertinggi dimiliki filler dengan komposisi sebesar 55% yaitu sebesar -13,676, kemudian dengan tekanan hot press 50 MPa sebesar -18,120, temperatur *hot press* 150°C sebesar -18,534, dan waktu *hot press* selama 70 menit sebesar -17,374. Sehingga untuk memperoleh sampel dengan sifat fisik terbaik maka sampel harus dibuat dengan dengan komposisi *filler* 55% dengan tekanan *hot press* sebesar 50 MPa, temperatur *hot press* sebesar 150°C, dan waktu *hot press* selama 70 menit.

Penelitian ini juga dilakukan untuk membandingkan dengan karakteristik yang dimiliki oleh plastik ABS meliputi densitas, porositas, kadar air, dan daya serap. Hasil menunjukkan perbandingan hasil pengujian sampel komposit dengan plastik ABS tiga dari empat pengujian memenuhi karakteristik yang dimiliki oleh plastik ABS yaitu porositas, kadar air, dan daya serap, sedangkan densitas tidak memenuhi karena memiliki perbedaan nilai yang cukup signifikan. Oleh karena itu, sesuai dengan capaian yang ingin dituju yaitu 75% karakteristik menyerupai plastik ABS penelitian ini memenuhi.