

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil pengujian dan pembahasan yang berkaitan dengan inovasi dalam pembuatan roster beton. Data hasil pengujian dari masing-masing variasi digunakan untuk menganalisis sifat fisis, karakteristik material, kuat tekan, daya serap air, serta aspek biaya produksi. Pengujian yang dilakukan meliputi uji kuat tekan, uji daya serap air, pengujian fisik/visual, serta analisis perbandingan biaya pembuatan roster.

4.1 Analisis Pengujian Material

Pengujian material dilakukan sebagai tahap awal penelitian sebelum pembuatan sampel, yang bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik masing-masing bahan penyusun campuran roster.

4.1.1. Pasir

Tujuan pengujian pasir adalah untuk mengevaluasi sifat pasir yang digunakan untuk membuat campuran roster, seperti kadar lumpur, gradasi, dan berat jenis.

A. Kadar Lumpur

Hasil pengujian kadar lumpur ditampilkan pada **Tabel 4.1** yang menunjukkan besarnya nilai lumpur dalam pasir.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Pasir

Keterangan	Tinggi Lumpur (A) (ml)	Tinggi Pasir (B) (ml)
Hasil	145	140

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat dilakukan analisis dan perhitungan sesuai dengan persamaan 6 dengan perhitungan :

$$\begin{aligned}\text{Kadar Lumpur} &= \frac{(145-140)}{145} \times 100\% \\ &= \frac{5}{145} \times 100\% \\ &= 3,5\%\end{aligned}$$

Hasil analisis dan perhitungan menunjukkan bahwa pasir memiliki kadar lumpur sebesar 3,5%, memenuhi persyaratan SK-SNI-S-04-1989-F, yang menetapkan batas maksimum kadar lumpur pada agregat halus 5%. Ini disebabkan oleh fakta bahwa semakin tinggi kadar lumpur agregat halus, semakin buruk kualitas agregat halus selama proses pengikatan antara semen dan agregat halus.

B. Gradasi Pasir

Pengujian gradasi pasir bertujuan untuk mengklasifikasikan butiran pasir berdasarkan variasi ukuran saringan. Ini menghasilkan data tentang berat tertahan pada masing-masing saringan, yang kemudian dianalisis untuk mengetahui nilai presentase lolos dan berat bertahan kumulatif. Data hasil pengujian gradasi pasir tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.2**

Tabel 4.2 Data Pengujian Gradasi Pasir

Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertinggal (gr)
9,5	0
4,75	0
2,36	120,4
1,18	94,8
0,6	344,6
0,3	144,7
0,18	237,9
Sisa	57,2
Jumlah	999,6

Dari pengujian gradasi diperoleh data dan analisis dengan persamaan 5 dengan perhitungan :

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Berat tertinggal (\%)} &= \frac{\text{Berat Tertinggal}}{\text{Berat Total}} \times 100\% \\
 &= \frac{120,4}{999,6} \times 100\% \\
 &= 12,04 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Berat Tertinggal Kumulatif (\%)} &= \text{Persentase berat tertinggal} + \\
 &\quad \text{Persentase berat tertinggal sebelumnya} \\
 &= 12,04 \% + 0 \% \\
 &= 12,04 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Lolos Kumulatif (\%)} &= 100\% - \text{Persentase Berat Tertinggal} \\
 &= 100\% - 12,04 \% \\
 &= 87,96 \% \\
 4. \text{ MHB} &= \frac{\sum \text{Berat Tertinggal Kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{354,33}{100} \times 100 \\
 &= 3,54 \%
 \end{aligned}$$

Perhitungan dilakukan dengan cara yang sama untuk setiap ukuran saringan. Ketidakesesuaian antara berat total hasil pengujian dengan berat awal dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti butiran pasir yang jatuh atau tertinggal selama proses pengayakan, maupun kesalahan dalam pembacaan timbangan. Hasil perhitungan keseluruhan gradasi pasir dapat dilihat pada **Tabel 4.3**

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Gradasi Pasir

Ukuran Saringan (mm)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal (gr)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persentase Lolos Kumulatif (%)
9,5	0	0	0	100,00
4,75	0	0	0	100,00
2,36	120,4	12,05	12,05	87,96
1,18	94,8	9,48	21,53	78,47
0,6	344,6	34,47	56,00	44,00
0,3	144,7	14,48	70,49	29,52
0,15	237,9	23,80	94,28	5,72
Sisa	57,2	5,72	100	0,00
Jumlah	999,6	100	354,33	

Berdasarkan **Tabel 4.3** , dapat disimpulkan bahwa nilai berat jenis pasir yang diperoleh dari hasil pengujian adalah sebesar 3,54 gr/cm³, nilai tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan dalam SNI-03-1972-1990 yakni berkisar antara 1,5 gr/cm³ hingga 3,8 gr/cm³. Dengan demikian, pasir dapat digunakan dalam pembuatan roster.

C. Berat Jenis Pasir

Pengujian berat jenis pasir bertujuan untuk merencanakan proporsi kebutuhan setiap bahan dalam campuran roster. Data hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 4.4**

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Jenis Pasir

No	Pengujian	Satuan	Hasil Perhitungan
1	No. Pikhnometer		
2	Berat Pikhnometer Kosong (W_1)	gr	211,00
3	Berat Pikhnometer + Aquades (W_2)	gr	543,333
4	Suhu Pikhnometer + Aquades (t)	°C	29
5	Koreksi Suhu Pikhnometer + Aquades (T_1)	°C	0,965
6	Harga Air Pikhnometer (W_T) = ($W_2 - W_1$) * T_1	gr	320,70
7	Berat Pikhnometer + Pasir (W_3)	gr	652,00
8	Berat Pikhnometer + Pasir + Aquades (W_4)	gr	826,90
9	Suhu Pikhnometer + Aquades + Semen (t)	°C	30
10	Koreksi Suhu Pikhnometer + Aquades + Pasir (T_2)	°C	0,962
11	Berat Jenis GS = $\frac{W_3 - W_1}{WT - (W_4 - W_3) \times T_2}$	gr	2,89

Berdasarkan **Tabel 4.4**, dapat disimpulkan bahwa nilai berat jenis abu bonggol jagung yang diperoleh dari hasil pengujian adalah sebesar 2,89 gr/cm³, nilai tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan dalam SNI 1970:2008 yakni berkisar antara 1,6 gr/cm³ hingga 3,3 gr/cm³. Dengan demikian, abu bonggol jagung layak digunakan sebagai substitusi parsial terhadap pasir dalam proses pembuatan roster.

4.1.2. Semen

Pemeriksaan visual dan pengujian berat jenis dilakukan pada semen.

1. Pemeriksaan Visual

Pengujian semen dilakukan melalui pengecekan dan pengamatan secara visual terhadap kondisi kemasan semen, yang harus dalam keadaan tertutup rapat dan tidak mengalami kerusakan. Selain itu, dilakukan pula pengamatan terhadap butiran semen untuk memastikan tidak terdapat gumpalan atau butiran yang menyatu. Hal ini bertujuan untuk menjaga agar kualitas semen yang digunakan tetap terjaga dan tidak mengalami penurunan mutu.

2. Berat Jenis Semen

Tujuan pengujian berat jenis semen adalah untuk menentukan proporsi penggunaan abu bonggol jagung (ABJ) yang digunakan sebagai bahan campuran saat pembuatan roster. Hasil pengujian berat jenis ini disajikan dalam **Tabel 4.5**

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Berat Jenis Semen

No	Pengujian	Satuan	Hasil Perhitungan
1	No. Pikhnometer		
2	Berat Pikhnometer Kosong (W_1)	gr	211,00
3	Berat Pikhnometer + Aquades (W_2)	gr	543,33
4	Suhu Pikhnometer + Aquades (t)	°C	29
5	Koreksi Suhu Pikhnometer + Aquades (T_1)	°C	0,965
6	Harga Air Pikhnometer (W_T) = ($W_2 - W_1$) * T_1	gr	320,70
7	Berat Pikhnometer + Semen (W_3)	gr	400,00
8	Berat Pikhnometer + Semen + Aquades (W_4)	gr	651,00
9	Suhu Pikhnometer + Aquades + Semen (t)	°C	30
10	Koreksi Suhu Pikhnometer + Aquades + Semen (T_2)	°C	0,962
11	Berat Jenis GS = $\frac{W_3 - W_1}{WT - (W_4 - W_3) \times T_2}$	gr	1,44

Berdasarkan **Tabel 4.5**, dapat disimpulkan bahwa nilai berat jenis semen yang diperoleh dari hasil pengujian adalah sebesar 2,39 gr/cm³, nilai tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan dalam SNI 1970:2008 yakni berkisar antara 1,6 gr/cm³ hingga 3,3 gr/cm³. Dengan demikian, semen layak digunakan dalam proses pembuatan roster.

4.1.3. Abu Bonggol Jagung

1. Berat Jenis Abu Bonggol Jagung

Pengujian berat jenis abu bonggol jagung dilakukan dengan tujuan untuk merencanakan kebutuhan abu bonggol jagung yang akan digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan roster. Data hasil pengujian berat jenis tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.6**

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Berat Jenis Abu Bonggol Jagung

No	Pengujian	Satuan	Hasil Perhitungan
1	No. Piknometer		
2	Berat Piknometer Kosong (W_1)	gr	211
3	Berat Piknometer + Aquades (W_2)	gr	543,333
4	Suhu Piknometer + Aquades (t)	°C	29
5	Koreksi Suhu Piknometer + Aquades (T_1)	°C	0,965
6	Harga Air Piknometer (W_T) = ($W_2 - W_1$) * T_1	gr	320,70
7	Berat Piknometer + Abu Bonggol Jagung (W_3)	gr	628,00
8	Berat Piknometer + Abu Bonggol Jagung + Aquades (W_4)	gr	821,00
9	Suhu Piknometer + Aquades + Semen (t)	°C	30
10	Koreksi Suhu Piknometer + Aquades + Abu Bonggol Jagung (T_2)	°C	0,962
11	Berat Jenis GS = $\frac{W_3 - W_1}{WT - (W_4 - W_3) \times T_2}$	gr	3,09

Berdasarkan **Tabel 4.6** , dapat disimpulkan bahwa nilai berat jenis abu bonggol jagung yang diperoleh dari hasil pengujian adalah sebesar 3,09 gr/cm³, nilai tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan dalam SNI 1970:2008 yakni berkisar antara 1,6 gr/cm³ hingga 3,3 gr/cm³. Dengan demikian, ABJ layak digunakan sebagai substitusi parsial terhadap pasir dalam proses pembuatan roster.

4.1.4. Serat Nilon

Serat nilon yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam jenis poliamida, yang banyak ditemukan pada produk seperti benang nilon, jaring nelayan, serta pakaian berbahan nilon. Pengujian serat nilon ini dilakukan dengan cara membersihkan benang nilon terlebih dahulu untuk memastikan tidak ada kotoran yang menempel, kemudian dilakukan pencacahan menjadi potongan-potongan yang lebih kecil sepanjang 3 – 5 cm agar dapat menyatu dengan lebih baik dalam campuran pembuatan roster.

4.2 Analisis Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil dan Arsitektur Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro menggunakan alat CTM. Pengujian ini

menggunakan tiga sampel pada setiap variasinya guna memperoleh nilai kuat tekan rata-rata. Hasil yang diperoleh dari pengujian ini berupa nilai kuat tekan maksimal dengan satuan MPa. Data hasil pengujian kuat tekan tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.7**

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Roster Beton Umur 14 Hari

Variasi	Kode Sampel	Umur (Hari)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata – Rata (Mpa)
ABJ0–N0	A	14 Hari	1,75	1,78
	B		1,8	
	C		1,8	
ABJ0–N0,5	A	14 Hari	1,85	1,87
	B		1,9	
	C		1,85	
ABJ0–N1	A	14 Hari	2,25	2,03
	B		1,95	
	C		1,9	
ABJ10–N0	A	14 Hari	1,95	2,07
	B		2,2	
	C		2,05	
ABJ10–N0,5	A	14 Hari	2,05	2,17
	B		2,3	
	C		2,15	
ABJ10–N1	A	14 Hari	1,85	1,93
	B		2	
	C		1,95	

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan pada umur 14 hari, variasi ABJ0–N0 sebagai roster tanpa penambahan menunjukkan kuat tekan rata-rata sebesar 1,78 MPa. Nilai tersebut diperoleh dari tiga benda uji dengan hasil masing-masing 1,75 MPa, 1,8 MPa, dan 1,8 MPa. Sementara itu, variasi ABJ0–N0,5 dan ABJ0–N1 merupakan roster dengan penambahan serat nilon. Pada variasi ABJ0–N0,5 diperoleh kuat tekan rata-rata sebesar 1,87 MPa, yang berasal dari hasil pengujian masing-masing 1,85 MPa, 1,9 MPa, dan 1,85 MPa. Pada variasi ABJ0–N1 terjadi

peningkatan kuat tekan dengan nilai rata-rata sebesar 2,03 MPa, berdasarkan hasil 2,25 MPa, 1,95 MPa, dan 1,9 MPa.

Selanjutnya, pada variasi dengan penambahan ABJ sebesar 10%, yaitu ABJ10–N0, diperoleh kuat tekan rata-rata sebesar 2,07 MPa dari hasil 1,95 MPa, 2,2 MPa, dan 2,05 MPa. Pada variasi ABJ10–N0,5 terjadi peningkatan kuat tekan dengan nilai rata-rata sebesar 2,17 MPa, berdasarkan hasil 2,05 MPa, 2,3 MPa, dan 2,15 MPa. Nilai kuat tekan tertinggi dalam penelitian ini diperoleh pada variasi ABJ10–N0,5. Sementara itu, pada variasi ABJ10–N1 terjadi penurunan kuat tekan dengan nilai rata-rata sebesar 1,93 MPa, yang dihasilkan dari tiga benda uji dengan nilai 1,85 MPa, 2 MPa, dan 1,95 MPa.

Nilai kuat tekan roster pada umur 28 hari dapat diperkirakan melalui **Tabel 4.8** mengenai perhitungan berdasarkan ketentuan PBI-1971 untuk memperoleh estimasi kuat tekan maksimum. Perhitungan ini dilakukan dengan memanfaatkan data hasil pengujian pada umur 14 hari yang kemudian dianalisis menggunakan persamaan 15.

Tabel 4.8 Angka Konversi Umur Beton

Umur Beton (Hari)	Angka Konversi
3	0,40
7	0,65
14	0,88
21	0,95
28	1,00

Sumber : PBI-1971

Variasi ABJ0-N0

$$\begin{aligned}
 1. \text{ ABJ0-N0 (A)} &= \frac{\rho}{A} \\
 &= \frac{35000}{20000} \\
 &= 1,75 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ ABJ0-N0 (B)} &= \frac{\rho}{A} \\
 &= \frac{36000}{20000} \\
 &= 1,80 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$3. \text{ ABJ0-N0 (C)} = \frac{\rho}{A}$$

$$= \frac{36000}{20000}$$

$$= 1,80 \text{ Mpa}$$

Rata-rata kuat tekan sampel ABJ0-N0 umur 14 hari

$$= \frac{1,75 + 1,80 + 1,80}{3}$$

$$= 1,78 \text{ Mpa}$$

Maka, hasil kuat tekan roster pada umur 28 hari:

$$\text{ABJ0-N0 Umur 28 Hari} = \frac{\text{Rata-rata kuat tekan umur 14 hari}}{\text{Angka Konversi 14 Hari}}$$

$$= \frac{1,78}{0,88}$$

$$= 2,03 \text{ Mpa}$$

Variasi ABJ0-N0,5

$$1. \text{ ABJ0-N0,5 (A)} = \frac{\rho}{A}$$

$$= \frac{37000}{20000}$$

$$= 1,85 \text{ Mpa}$$

$$2. \text{ ABJ0-N0,5 (B)} = \frac{\rho}{A}$$

$$= \frac{38000}{20000}$$

$$= 1,90 \text{ Mpa}$$

$$3. \text{ ABJ0-N0,5 (C)} = \frac{\rho}{A}$$

$$= \frac{37000}{20000}$$

$$= 1,85 \text{ Mpa}$$

Rata-rata kuat tekan sampel ABJ0-N0,5 umur 14 hari

$$= \frac{1,85 + 1,90 + 1,85}{3}$$

$$= 1,87 \text{ Mpa}$$

Maka, hasil kuat tekan roster pada umur 28 hari:

$$\text{ABJ0-N0,5 Umur 28 Hari} = \frac{\text{Rata-rata kuat tekan umur 14 hari}}{\text{Angka Konversi 14 Hari}}$$

$$= \frac{1,87}{0,88}$$

$$= 2,12 \text{ Mpa}$$

Variasi ABJ0-N1

$$\begin{aligned}
 1. \text{ ABJ0-N1 (A)} &= \frac{\rho}{A} \\
 &= \frac{45000}{20000} \\
 &= 2,25 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ ABJ0-N1 (B)} &= \frac{\rho}{A} \\
 &= \frac{39000}{20000} \\
 &= 1,95 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ ABJ0-N1 (C)} &= \frac{\rho}{A} \\
 &= \frac{38000}{20000} \\
 &= 1,90 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Rata-rata kuat tekan sampel ABJ0-N1 umur 14 hari

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2,25 + 1,95 + 1,90}{3} \\
 &= 2,03 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Maka, hasil kuat tekan roster pada umur 28 hari:

$$\begin{aligned}
 \text{ABJ0-N1 Umur 28 Hari} &= \frac{\text{Rata-rata kuat tekan umur 14 hari}}{\text{Angka Konversi 14 Hari}} \\
 &= \frac{2,03}{0,88} \\
 &= 2,31 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Variasi ABJ10-N0

$$\begin{aligned}
 1. \text{ ABJ10-N0 (A)} &= \frac{\rho}{A} \\
 &= \frac{39000}{20000} \\
 &= 1,95 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ ABJ10-N0 (B)} &= \frac{\rho}{A} \\
 &= \frac{44000}{20000} \\
 &= 2,20 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$3. \text{ ABJ10-N0 (C)} = \frac{\rho}{A}$$

$$= \frac{41000}{20000}$$

$$= 2,05 \text{ Mpa}$$

Rata-rata kuat tekan sampel ABJ10-N0 umur 14 hari

$$= \frac{1,95 + 2,20 + 2,05}{3}$$

$$= 2,07 \text{ Mpa}$$

Maka, hasil kuat tekan roster pada umur 28 hari:

$$\text{ABJ10-N0 Umur 28 Hari} = \frac{\text{Rata-rata kuat tekan umur 14 hari}}{\text{Angka Konversi 14 Hari}}$$

$$= \frac{2,07}{0,88}$$

$$= 2,35 \text{ Mpa}$$

Variasi ABJ10-N0,5

$$1. \text{ ABJ10-N0,5 (A)} = \frac{\rho}{A}$$

$$= \frac{41000}{20000}$$

$$= 2,05 \text{ Mpa}$$

$$2. \text{ ABJ10-N0,5 (B)} = \frac{\rho}{A}$$

$$= \frac{46000}{20000}$$

$$= 2,30 \text{ Mpa}$$

$$3. \text{ ABJ10-N0,5 (C)} = \frac{\rho}{A}$$

$$= \frac{43000}{20000}$$

$$= 2,15 \text{ Mpa}$$

Rata-rata kuat tekan sampel ABJ10-N0,5 umur 14 hari

$$= \frac{2,05 + 2,30 + 2,15}{3}$$

$$= 2,17 \text{ Mpa}$$

Maka, hasil kuat tekan roster pada umur 28 hari:

$$\text{ABJ10-N0,5 Umur 28 Hari} = \frac{\text{Rata-rata kuat tekan umur 14 hari}}{\text{Angka Konversi 14 Hari}}$$

$$= \frac{2,17}{0,88}$$

$$= 2,46 \text{ Mpa}$$

Variasi ABJ10-N1

$$\begin{aligned}
 1. \text{ ABJ10-N1 (A)} &= \frac{\rho}{A} \\
 &= \frac{37000}{20000} \\
 &= 1,85 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ ABJ10-N1 (B)} &= \frac{\rho}{A} \\
 &= \frac{40000}{20000} \\
 &= 2,00 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ ABJ10-N1 (C)} &= \frac{\rho}{A} \\
 &= \frac{39000}{20000} \\
 &= 1,95 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Rata-rata kuat tekan sampel ABJ10-N1 umur 14 hari

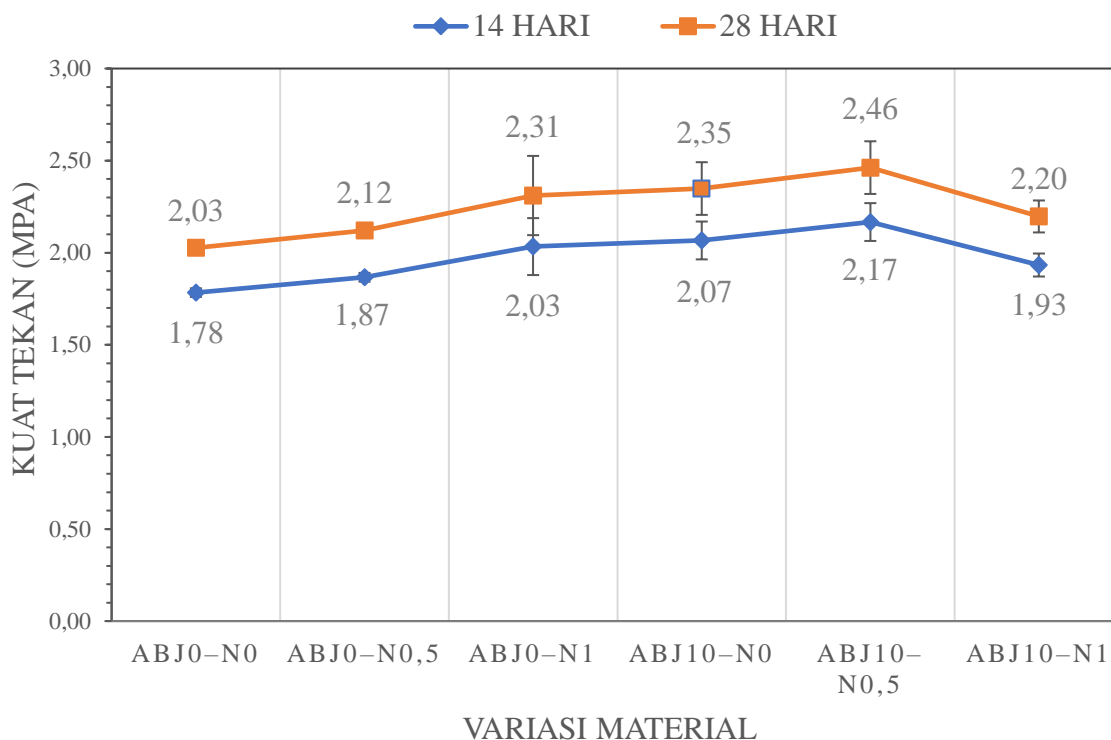
$$\begin{aligned}
 &= \frac{1,85 + 2,00 + 1,95}{3} \\
 &= 1,93 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Maka, hasil kuat tekan roster pada umur 28 hari:

$$\begin{aligned}
 \text{ABJ10-N1 Umur 28 Hari} &= \frac{\text{Rata-rata kuat tekan umur 14 hari}}{\text{Angka Konversi 14 Hari}} \\
 &= \frac{1,93}{0,88} \\
 &= 2,20 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.9 Hasil Kuat Tekan Roster Beton Umur 28 Hari

Variasi	Umur (Hari)	Kuat Tekan Rata – Rata (Mpa)	SNI 03-0349-1989
ABJ0–N0	28 Hari	2,03	Memenuhi
ABJ0–N0,5	28 Hari	2,12	Memenuhi
ABJ0–N1	28 Hari	2,31	Memenuhi
ABJ10–N0	28 Hari	2,35	Memenuhi
ABJ10–N0,5	28 Hari	2,46	Memenuhi
ABJ10–N1	28 Hari	2,20	Memenuhi



Gambar 4.1 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Roster Beton

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penambahan abu bonggol jagung dan serat nilon terbukti berpengaruh terhadap nilai kuat tekan roster beton. Secara umum, tren yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan abu bonggol jagung cenderung meningkatkan kuat tekan beton hingga kadar tertentu, serta penambahan serat nilon juga memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan kuat tekan melalui mekanisme pengendalian retak.

Berdasarkan **Gambar 4.1**, hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan pada umur 28 hari berturut-turut adalah 2,03 MPa (ABJ0-N0), 2,12 MPa (ABJ0-N0,5), 2,31 MPa (ABJ0-N1), 2,35 MPa (ABJ10-N0), 2,46 MPa (ABJ10-N0,5), dan 2,20 MPa (ABJ10-N1). Nilai kuat tekan mengalami peningkatan seiring bertambahnya umur beton dari 14 hari ke 28 hari menjadi sekitar 2,12 MPa hingga 2,46 MPa. Peningkatan ini menunjukkan bahwa proses hidrasi semen masih berlangsung dan menghasilkan struktur beton yang semakin padat seiring waktu. Selain itu, variasi dengan penambahan ABJ dan serat nilon pada kadar tertentu menunjukkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan variasi tanpa

campuran, yang mengindikasikan adanya kontribusi dari reaksi pozzolanik dan efek penguatan oleh serat.

Namun, peningkatan kuat tekan tidak selalu terjadi secara linear pada setiap penambahan kadar bahan. Hal ini terlihat pada variasi ABJ10–N0,5 yang menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 2,46 MPa, kemudian menurun pada ABJ10–N1 menjadi 2,20 MPa atau turun sekitar 10,57% dari nilai optimum. Pada **Gambar 4.1** juga menunjukkan bahwa kuat tekan meningkat dari 2,03 MPa pada ABJ0–N0 menjadi 2,35 MPa pada ABJ10–N0 dan mencapai puncaknya pada ABJ10–N0,5, sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan ABJ mampu meningkatkan kuat tekan beton hingga kadar tertentu. Hal ini sejalan dengan penelitian Hardiputro dkk., yang menyatakan bahwa abu bonggol jagung mengandung silika yang bersifat pozzolan dan dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida hasil hidrasi semen sehingga membentuk senyawa tambahan yang meningkatkan kekuatan beton (Hardiputro dkk., 2018). Namun, pada kadar yang tidak optimal seperti pada ABJ10–N1, terjadi penurunan kuat tekan yang diduga akibat meningkatnya porositas serta distribusi material yang kurang merata. Hal ini sejalan dengan pendapat Nata & Dharmawansyah, yang menyatakan bahwa peningkatan porositas dan ketidakmerataan distribusi material dapat menurunkan kekuatan tekan, sehingga menunjukkan adanya batas optimum dalam penggunaan bahan ABJ tersebut (Nata & Dharmawansyah, 2024).

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan abu bonggol jagung dan serat nilon dapat meningkatkan kuat tekan roster beton, terutama pada umur 28 hari, dengan variasi ABJ10–N0,5 yang menghasilkan nilai kuat tekan paling optimal sebesar 2,46 Mpa. Hasil ini menunjukkan bahwa pemanfaatan abu bonggol jagung sebagai material pozzolan dan serat nilon sebagai penguat mikro dapat menjadi alternatif inovatif dalam meningkatkan kualitas dan kinerja beton, baik dari segi kekuatan maupun durabilitas.

4.2.1. Analisis Statistik Hubungan Variasi Campuran terhadap Kuat Tekan

Berdasarkan data uji kuat tekan umur 28 hari, model statistik yang digunakan adalah regresi dummy atau regresi kategori. Model ini dipilih karena variasi material merupakan kelompok perlakuan, bukan variabel numerik yang meningkat

secara linear. Oleh sebab itu, setiap variasi dibandingkan terhadap satu variasi acuan, yaitu ABJ0-N0.

Tabel 4.10 Data Rata-rata dan Koefisien Model

Variasi Material	Rata-rata Kuat Tekan (MPa)	Selisih terhadap Acuan	Kode Dummy
ABJ0-N0	2,03	Kelompok acuan	-
ABJ0-N0,5	2,12	2,12 - 2,03 = 0,09	D1
ABJ0-N1	2,31	2,31 - 2,03 = 0,28	D2
ABJ10-N0	2,35	2,35 - 2,03 = 0,32	D3
ABJ10-N0,5	2,46	2,46 - 2,03 = 0,43	D4
ABJ10-N1	2,20	2,20 - 2,03 = 0,17	D5

Koefisien dalam model diperoleh dari selisih rata-rata kuat tekan setiap variasi terhadap variasi acuan. Dengan demikian, nilai 2,03 MPa menjadi nilai dasar atau intersep, sedangkan koefisien D1 sampai D5 menunjukkan besar perubahan kuat tekan masing-masing variasi dibandingkan ABJ0-N0. Bentuk umum model regresi dummy yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y = 2,03 + 0,09D1 + 0,283D2 + 0,320D3 + 0,430D4 + 0,167D5$$

Tabel 4. 11 Pembacaan rumus statistik

Dummy	Variasi yang Diwakili	Aturan Pembacaan
D1	ABJ0-N0,5	D1 = 1 jika variasinya ABJ0-N0,5; selain itu D1 = 0
D2	ABJ0-N1	D2 = 1 jika variasinya ABJ0-N1; selain itu D2 = 0
D3	ABJ10-N0	D3 = 1 jika variasinya ABJ10-N0; selain itu D3 = 0
D4	ABJ10-N0,5	D4 = 1 jika variasinya ABJ10-N0,5; selain itu D4 = 0
D5	ABJ10-N1	D5 = 1 jika variasinya ABJ10-N1; selain itu D5 = 0

Nilai 2,03 pada persamaan merupakan kuat tekan rata-rata variasi dasar ABJ0-N0 pada umur 28 hari. Artinya, ketika seluruh variabel dummy bernilai 0, maka kuat tekan yang diprediksi oleh model adalah 2,03 MPa.

Koefisien 0,09 pada D1 menunjukkan bahwa variasi ABJ0-N0,5 memiliki kuat tekan rata-rata 0,09 MPa lebih tinggi dibandingkan variasi dasar ABJ0-N0. Dengan demikian, nilai prediksi kuat tekan untuk ABJ0-N0,5 adalah 2,12 MPa.

Koefisien 0,283 pada D2 menunjukkan bahwa variasi ABJ0-N1 memiliki kuat tekan rata-rata sekitar 0,283 MPa lebih tinggi dibandingkan variasi dasar. Nilai prediksi kuat tekan untuk variasi ini adalah sekitar 2,31 MPa.

Koefisien 0,320 pada D3 menunjukkan bahwa variasi ABJ10-N0 menghasilkan kuat tekan rata-rata 0,320 MPa lebih tinggi dibandingkan variasi dasar. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan ABJ pada kondisi tanpa nilon dapat meningkatkan kuat tekan.

Koefisien 0,430 pada D4 menunjukkan bahwa variasi ABJ10-N0,5 memberikan peningkatan kuat tekan paling besar dibandingkan variasi dasar, yaitu sebesar 0,430 MPa. Variasi ini juga memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi, yaitu 2,46 MPa.

Koefisien 0,167 pada D5 menunjukkan bahwa variasi ABJ10-N1 masih lebih tinggi daripada variasi dasar, tetapi peningkatannya lebih kecil dibandingkan variasi ABJ10-N0,5. Pola ini mengindikasikan bahwa penambahan nilon sampai kadar tertentu dapat meningkatkan kuat tekan, tetapi kadar nilon yang terlalu tinggi dapat menurunkan kuat tekan.

Berdasarkan model dummy tersebut, variasi material berpengaruh terhadap kuat tekan pada umur 28 hari. Variasi ABJ10-N0,5 menjadi kombinasi paling optimum dalam data ini karena menghasilkan kuat tekan rata-rata tertinggi. Namun, ketika kadar nilon meningkat menjadi N1 pada campuran ABJ10, kuat tekan menurun menjadi 2,20 MPa. Dengan demikian, hubungan antara variasi material dan kuat tekan tidak menunjukkan pola kenaikan yang selalu linear, melainkan terdapat komposisi tertentu yang memberikan hasil paling baik.

4.3 Analisis pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air dilakukan untuk mengetahui kemampuan roster dalam menyerap air, khususnya pada campuran dengan substitusi abu bonggol jagung dan penambahan serat nilon. Dalam penelitian ini digunakan enam variasi campuran, di mana masing-masing variasi terdiri dari 3 sampel benda uji dan dilaksanakan pengujian pada umur 14 hari. Data hasil pengujian daya serap air selanjutnya diolah melalui perhitungan persamaan 16 yang mengacu pada ketentuan SNI 03-0349-1989 pada **Tabel 4.10** dan **Tabel 4.11** sebagai berikut.

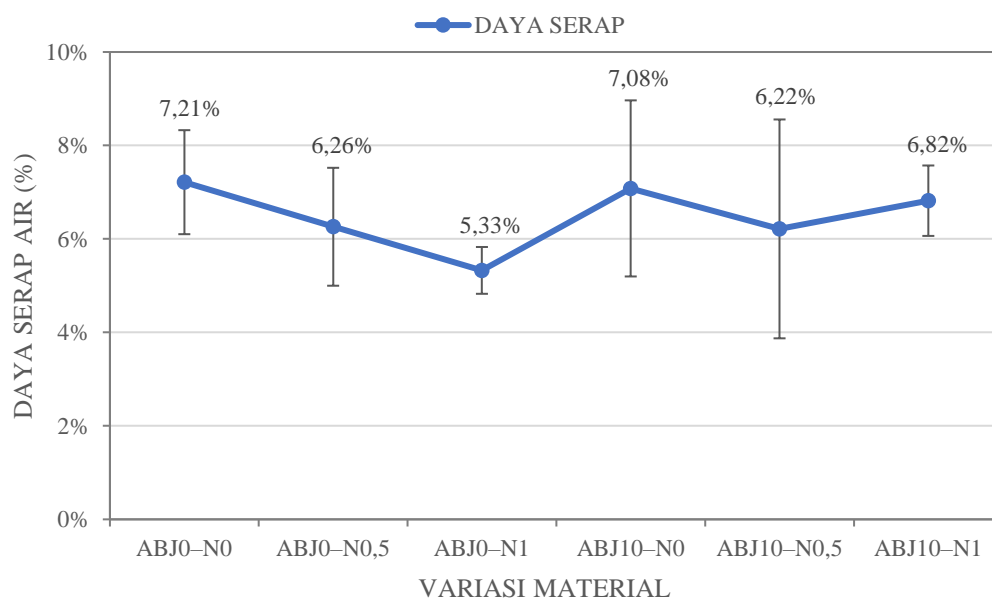
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Daya Serap Air Roster Beton

VARIASI	KODE SAMPEL	BERAT BASAH (A) (gr)	BERAT KERING (B) (gr)
ABJ0-N0	A	4690	4355
	B	4635	4375
	C	4720	4370
ABJ0-N0,5	A	4675	4390
	B	4650	4330
	C	4710	4490
ABJ0-N1	A	4845	4580
	B	4780	4535
	C	4810	4590
ABJ10-N0	A	4915	4675
	B	4755	4435
	C	4530	4160
ABJ10-N0,5	A	4745	4555
	B	4540	4295
	C	4775	4390
ABJ10-N1	A	4700	4365
	B	4840	4555
	C	4980	4675

Tabel 4.13 Analisis Hasil Pengujian Daya Serap Air Roster Beton

VARIASI	KODE SAMPEL	BERAT BASAH (A) (gr)	BERAT KERING (B) (gr)	HASIL PENYERAPAN AIR (%)	RATA - RATA PENYERAPAN AIR (%)
ABJ0-N0	A	4690	4355	7,69%	7,21%
	B	4635	4375	5,94%	
	C	4720	4370	8,01%	
ABJ0-N0,5	A	4675	4390	6,49%	6,26%
	B	4650	4330	7,39%	
	C	4710	4490	4,90%	
ABJ0-N1	A	4845	4580	5,79%	5,33%
	B	4780	4535	5,40%	
	C	4810	4590	4,79%	
ABJ10-N0	A	4915	4675	5,13%	7,08%
	B	4755	4435	7,22%	
	C	4530	4160	8,89%	
	A	4745	4555	4,17%	6,22%

VARIASI	KODE SAMPEL	BERAT BASAH (A) (gr)	BERAT KERING (B) (gr)	HASIL PENYERAPAN AIR (%)	RATA - RATA PENYERAPAN AIR (%)
ABJ10–N0,5	B	4540	4295	5,70%	6,82%
	C	4775	4390	8,77%	
ABJ10–N1	A	4700	4365	7,67%	
	B	4840	4555	6,26%	
	C	4980	4675	6,52%	



Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Daya Serap Roster Beton

Berdasarkan **Gambar 4.2**, mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan, penambahan ABJ dan serat nilon terbukti berpengaruh terhadap penurunan nilai daya serap air pada roster beton. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai daya serap air terendah diperoleh pada variasi ABJ0–N1 sebesar 5,33%. Sementara itu, variasi lainnya memiliki nilai daya serap air yang lebih tinggi, yaitu ABJ0–N0 sebesar 7,21%, ABJ0–N0,5 sebesar 6,26%, ABJ10–N0 sebesar 7,08%, ABJ10–N0,5 sebesar 6,22%, dan ABJ10–N1 sebesar 6,82%. Pola ini menunjukkan bahwa penambahan serat nilon dari 0% hingga 1% secara konsisten mampu menurunkan daya serap air, baik pada campuran tanpa ABJ maupun dengan penambahan ABJ.

Sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Farooq dkk., tren yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan serat nilon cenderung menurunkan daya serap air dikarenakan serat sintesis seperti nilon memiliki sifat tidak menyerap

air serta mampu mengurangi retak mikro dan memperbaiki ikatan antar partikel, sehingga menghasilkan struktur beton yang lebih rapat dan lebih kedap terhadap air (Farooq dkk., 2022), dan membuktikan argumen menurut Dwi Nata & Dharmawansyah,, mengenai penambahan abu bonggol jagung pada kadar tertentu meningkatkan daya serap air dikarenakan memiliki kecenderungan meningkatkan porositas dan daya serap air apabila digunakan dalam jumlah berlebih (Nata & Dharmawansyah, 2024). Oleh karena itu, diperlukan komposisi yang tepat agar kedua material tersebut dapat saling mengimbangi dalam meningkatkan kualitas beton.

Maka dari itu, pada kadar ABJ sebesar 10%, terjadi peningkatan kembali nilai daya serap air, yang mengindikasikan bahwa sifat menyerap air dari abu bonggol jagung mulai lebih dominan dibandingkan efek perbaikan struktur oleh serat nilon. Meskipun demikian, seluruh variasi masih memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam SNI 03-0349-1989.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variasi paling optimal dalam menurunkan daya serap air adalah ABJ0–N1 dengan nilai sebesar 5,33%. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan serat nilon sebesar 1% tanpa kombinasi abu bonggol jagung memberikan kinerja terbaik dalam meningkatkan kerapatan struktur dan menekan kemampuan penyerapan air pada roster beton, sehingga menghasilkan beton dengan durabilitas yang lebih baik.

4.4 Analisis Pengujian Fisik/Visual

Berdasarkan ketentuan SK SNI S-04-1989-F mengenai klasifikasi bata beton berlubang, roster pada penelitian ini termasuk dalam kategori IV, yaitu material non-struktural yang digunakan sebagai elemen penyekat dan tidak berfungsi menahan beban utama, serta tidak diperuntukkan pada bagian yang terpapar langsung oleh air hujan dan sinar matahari. Oleh karena itu, selain mempertimbangkan kekuatan, kualitas fisik dan visual roster juga menjadi aspek penting yang harus memenuhi persyaratan mutu cetak, seperti tidak mengalami retak, tidak terdapat cacat pada bagian sudut, memiliki bentuk yang seragam sesuai cetakan, serta dimensi yang presisi. Berdasarkan hasil pengamatan visual terhadap seluruh benda uji, secara umum roster menunjukkan kondisi fisik yang baik. Tidak

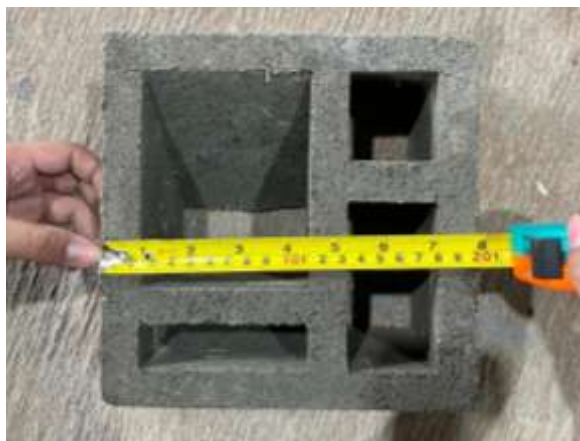
ditemukan retakan yang signifikan maupun cacat pada bagian sudut, sehingga dapat dikatakan bahwa proses pencetakan dan perawatan telah berjalan dengan baik.



Gambar 4.3 Roster Campuran Abu Bonggol Jagung dan Serat Nilon

Pada variasi dengan penambahan serat nilon, terlihat adanya beberapa serat yang muncul pada permukaan luar roster. Hal ini disebabkan oleh distribusi serat yang tidak sepenuhnya terikat dalam matriks campuran, sehingga sedikit mempengaruhi tampilan visual menjadi kurang halus. Namun demikian, keberadaan serat tersebut tidak menunjukkan kerusakan struktural, melainkan hanya berpengaruh pada aspek estetika permukaan.

Sementara itu, pada variasi dengan substitusi abu bonggol jagung, permukaan roster cenderung lebih halus dan homogen. Hal ini disebabkan oleh ukuran partikel abu yang lebih kecil sehingga mampu mengisi rongga-rongga dalam campuran dengan lebih baik, menghasilkan tekstur yang lebih rapat dan rapi setelah proses pengerasan. Kondisi ini menunjukkan bahwa ABJ berkontribusi dalam memperbaiki kualitas permukaan roster.



Gambar 4.4 Pengukuran Fisik/Visual pada Roster

Selain pengamatan visual, dilakukan pula pengukuran dimensi pada setiap sisi benda uji untuk memastikan kesesuaian ukuran dengan perencanaan awal. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa seluruh variasi roster memiliki dimensi yang seragam dan sesuai dengan ukuran rencana, yaitu $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$. Keseragaman dimensi ini menunjukkan bahwa proses pencetakan memiliki tingkat presisi yang baik dan tidak mengalami penyimpangan ukuran yang berarti. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan abu bonggol jagung dan serat nylon tidak hanya memenuhi persyaratan teknis sesuai standar, tetapi juga mampu menghasilkan kualitas fisik roster yang baik, baik dari segi keutuhan bentuk, kerapian permukaan, maupun ketepatan dimensi.

4.5 Analisis Perbandingan Biaya

Analisis kelayakan ekonomi bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan usaha produksi roster beton dengan campuran abu bonggol jagung dan limbah serat nylon. Tahapan analisis yang dilakukan meliputi sebagai berikut:

4.5.1. Harga Pokok Produksi (HPP) Roster Penelitian

Analisis harga pokok produksi (HPP) bertujuan untuk menentukan total biaya produksi per unit roster beton dengan campuran abu bonggol jagung (ABJ) dan limbah serat nylon. Perhitungan dilakukan berdasarkan tiga komponen utama, yaitu biaya bahan baku, tenaga kerja langsung, dan overhead. Variasi yang dianalisis dalam penelitian ini adalah ABJ10–N0,5 karena menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi dibandingkan variasi lainnya. Kapasitas produksi diasumsikan sebesar 60

unit per hari, dan rincian biaya yang digunakan dalam perhitungan HPP disajikan sebagai berikut.

A. Biaya bahan baku

Semen, pasir, abu bonggol jagung, dan serat nilon adalah bahan yang digunakan. Tabel berikut menunjukkan biaya bahan baku. Hasil survei yang dilakukan pada tiga toko bangunan (Toko Bangunann Sumber Rejeki Sumurboto, Toko Bangunan Lumayan Mulawarman, dan Toko Bangunan Baru Makmur) menunjukkan bahwa harga semen rata-rata adalah Rp. 53.000,00 per 40 kg.

Tabel 4.14 Biaya Bahan Baku

Biaya Bahan Baku					
No	Bahan Baku	Jumlah	Satuan	Harga Satuan/Kg	Harga
1	Semen	1,13425	Kg	Rp 1.325,00	Rp. 1.502,88
2	Pasir	5,93097	Kg	Rp 600,00	Rp. 3.558,58
3	Abu Bonggol Jagung	0,09197	Kg	Rp. -	Rp. -
4	Serat Nilon	0,00613	Kg	Rp. -	Rp. -
Total					Rp. 5.061,46
Total (60 Roster)					Rp. 303.687,80

B. Biaya Tenaga Kerja Langsung (TKL)

Berikut ini perhitungan biaya tenaga kerja langsung.

- a. Upah pegawai per hari = Rp 3.000/roster/hari
- b. Kapasitas produksi = 60 Buah roster/hari
- c. Jumlah pegawai = 2 orang
- d. Jumlah upah (2 pegawai) = Upah pegawai x Kapasitas produksi
= Rp 3.000 x 60
= Rp 180.000 /hari
- e. Konsumsi pegawai = Rp 20.000 /orang/hari
- f. Jumlah konsumsi pegawai = Rp 20.000 x 2 orang
= Rp 40.0000 /hari
- g. Biaya Pengiriman ABJ = Rp 34.200,00 /6 kg
- h. Total biaya TKL = Jumlah upah pegawai + Jumlah konsumsi

$$= \text{Rp } 180.000 + \text{Rp } 40.0000$$

$$= \text{Rp } 220.000 \text{ /hari}$$

Rincian biaya tenaga kerja langsung dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.15 Biaya Tenaga Kerja Langsung (TKL)

Biaya Tenaga Kerja Langsung (TKL)		
Upah Pegawai	Rp. 3.000,00	Per Roster
Kapasitas Produksi Perhari	60	Buah
Jumlah Pegawai	2	Orang
Jumlah Upah Pegawai	Rp. 180.000,00	Per Hari
Konsumsi	Rp. 20.000,00	Orang/Hari
Biaya Pengiriman ABJ	Rp. 34.200,00	Per 6 kg
Jumlah Biaya Konsumsi	Rp. 40.000,00	Per Hari
Total Biaya TKL	Rp. 254.200,00	Per Hari

C. Biaya Overhead

Tabel berikut menunjukkan rincian biaya *overhead*, yang merupakan biaya produksi tidak langsung yang tidak termasuk biaya bahan baku dan tenaga kerja langsung.

Tabel 4.16 Biaya *Overhead*

Biaya <i>Overhead</i>		
Penyusutan Alat Produksi Utama	Rp	6.120,00
Penyusutan Alat Pendukung	Rp	4.980,00
Biaya Listrik	Rp	6.000,00
Biaya Air	Rp	6.000,00
Total Biaya <i>Overhead</i>	Rp	23.100,00

Tabel berikut menunjukkan harga pokok produksi roster penelitian:

Tabel 4.17 Harga Pokok Produksi

Harga Pokok Produksi		
No	Komponen Biaya	Total Per Hari (Rp)
1	Bahan Baku	Rp. 303.687,80
2	Tenaga Kerja Langsung	Rp. 254.200,00
3	Overhead	Rp. 23.100,00
Hpp Per 60 Buah Roster		Rp. 580.987,80
Hpp Per 1 Buah Roster		Rp. 9.683,13

4.5.2. Perhitungan Harga Jual Roster Penelitian

Proses selanjutnya adalah menentukan harga jual produk setelah memperoleh nilai Harga Pokok Produksi (HPP) per unit roster. Karena harga jual berpengaruh langsung pada tingkat keuntungan yang diperoleh, penetapan harga jual merupakan komponen penting dari strategi bisnis. Perhitungan ini menggunakan *markup* 30%. Cara menghitung harga jual roster adalah sebagai berikut.

1. HPP Roster = Rp. 9.683,13/buah
2. *Markup* = 30%
3. Harga Jual = HPP + (HPP x *Markup*)
 = Rp.9.683,13 + Rp.2.904,94
 = Rp. 12.588,07/buah
 = Rp. 13.000,00/buah

4.5.3. Perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP) Roster Pabrik

A. Biaya Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan adalah semen dan pasir, seperti yang ditunjukkan dalam tabel berikut.

Tabel 4.18 Biaya Bahan Baku Roster Pabrik

Biaya Bahan Baku						
No	Bahan Baku	Jumlah	Satuan	Harga Satuan/Kg	Harga	
1	Semen	1,2	Kg	Rp 1.400,00	Rp. 1.680,00	
2	Pasir	6	Kg	Rp 600,00	Rp. 4.200,00	
		Total			Rp. 5.880,00	
		Total (60 Roster)			Rp. 352.800,00	

B. Biaya Tenaga Kerja Langsung

Berikut ini perhitungan biaya tenaga kerja langsung.

- a. Upah pegawai per hari = Rp 3.000/roster/hari
- b. Kapasitas produksi = 60 Buah roster/hari
- c. Jumlah pegawai = 2 orang
- d. Jumlah upah (2 pegawai) = Upah pegawai x Kapasitas produksi
 = Rp 3.000 x 60
 = Rp 180.000 /hari

- e. Konsumsi pegawai = Rp 20.000 /orang/hari
- f. Jumlah konsumsi pegawai = Rp 20.000 x 2 orang
= Rp 40.0000 /hari
- g. Total biaya TKL = Jumlah upah pegawai + Jumlah konsumsi
= Rp 180.000 + Rp 40.0000
= Rp 220.000 /hari.

Rincian biaya tenaga kerja langsung dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.19 Biaya Tenaga Kerja Langsung

Biaya Tenaga Kerja Langsung (TKL)		
Upah Pegawai	Rp. 3.000,00	Per Roster
Kapasitas Produksi Perhari	60	Buah
Jumlah Pegawai	2	Orang
Jumlah Upah Pegawai	Rp. 180.000,00	Per Hari
Konsumsi	Rp. 20.000,00	Orang/Hari
Jumlah Biaya Konsumsi	Rp. 40.000,00	Per Hari
Total Biaya TKL	Rp. 220.000,00	Per Hari

C. Biaya *Overhead*

Tabel berikut menunjukkan rincian biaya *overhead*, yang merupakan biaya produksi tidak langsung yang tidak termasuk biaya bahan baku dan tenaga kerja langsung.

Tabel 4.20 Biaya *Overhead*

Biaya <i>Overhead</i>		
Penyusutan Alat Produksi Utama	Rp	6.120,00
Penyusutan Alat Pendukung	Rp	4.980,00
Biaya Listrik	Rp	6.000,00
Biaya Air	Rp	6.000,00
Total Biaya <i>Overhead</i>	Rp	23.100,00

Harga pokok produksi roster dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.21 Harga Pokok Produksi

Harga Pokok Produksi		
No	Komponen Biaya	Total Per Hari (Rp)
1	Bahan Baku	Rp. 303.687,80
2	Tenaga Kerja Langsung	Rp. 220.000,00
3	Overhead	Rp. 23.100,00

Harga Pokok Produksi		
No	Komponen Biaya	Total Per Hari (Rp)
	Hpp Per 60 Buah Roster	Rp. 546.787,80
	Hpp Per 1 Buah Roster	Rp. 9.113,13

4.5.4. Perhitungan Harga Jual Roster Pabrik

Setelah nilai Harga Pokok Produksi (HPP) per unit diketahui, tahap berikutnya adalah penentuan harga jual produk. Penetapan harga jual menjadi faktor penting dalam strategi bisnis karena berkaitan langsung dengan perolehan keuntungan. Dalam penelitian ini digunakan *markup* sebesar 51%, dengan rincian perhitungan harga jual roster sebagai berikut.

1. HPP Roster = Rp. 9.931,67/buah
2. *Markup* = 51%
3. Harga Jual = HPP + (HPP x *Markup*)
 = Rp. 9.931,67 + Rp. 5.065,15
 = Rp. 14.996,82
 = Rp. 15.000,00
4. Selisih Harga = Harga Roster Pabrik – Harga Roster Penelitian
 = Rp. 15.000,00 - Rp. 13.000,00/buah
 = Rp. 2.000,00

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa biaya produksi per unit roster beton dengan campuran abu bonggol jagung dan serat nilon adalah sebesar Rp. 9.683,13. Berdasarkan nilai HPP tersebut, dilakukan penentuan harga jual dengan menambahkan margin keuntungan sebesar 30%, sehingga harga jual yang ditetapkan adalah Rp. 13.000,00 per unit.

Dibandingkan dengan harga pasar roster beton konvensional tanpa campuran abu bonggol jagung dan serat nilon yang berada pada kisaran Rp. 15.000,00 per unit, produk yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki harga yang lebih kompetitif. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan abu bonggol jagung dan serat nilon tidak hanya memberikan manfaat dalam pengelolaan limbah, tetapi juga meningkatkan efisiensi biaya produksi secara signifikan.

Harga jual yang lebih rendah merupakan salah satu keunggulan roster berbahan campuran ABJ dan serat nilon. Selain memiliki aspek ramah lingkungan dan efisiensi biaya, produk ini berpotensi tinggi untuk diterima di pasar sebagai alternatif yang lebih ekonomis tanpa mengorbankan kualitas teknis.

4.5.5. Break Even Point (BEP)

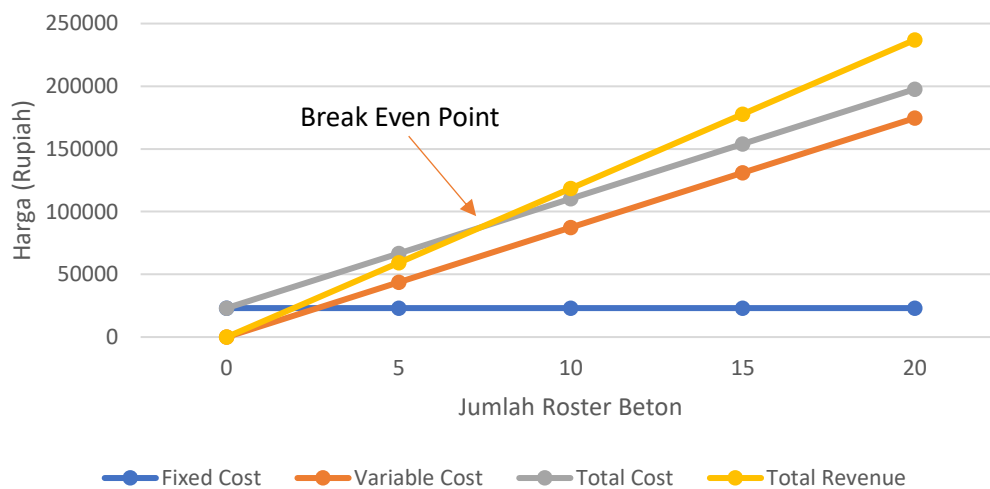
Analisis Break Even Point (BEP) digunakan untuk mengevaluasi kelayakan usaha produksi roster beton dengan campuran abu bonggol jagung dan limbah serat nilon. Perhitungan dilakukan berdasarkan total biaya tetap, biaya variabel, serta harga jual per unit yang telah ditetapkan. Tujuan analisis ini adalah untuk menentukan jumlah penjualan minimum per hari agar usaha berada pada titik impas. Adapun hasil perhitungan BEP disajikan sebagai berikut.

1. Harga jual per unit = Rp. 13.000,00
2. Biaya overhead = Rp. 23.100,00
3. Biaya Variabel Perunit = $\frac{(Biaya\ Bahan\ Baku + Biaya\ TKL)}{Kapasitas\ Produksi\ Perhari}$
 $= \frac{(Rp.303.678,80 + Rp.220.000)}{60}$
 $= Rp. 9.298,13$
4. BEP (Unit/hari) = $\frac{(Biaya\ Overhead\ Tetap)}{Harga\ Jual\ per\ Unit - Biaya\ Variabel\ per\ Unit}$
 $= \frac{Rp. 23.100,00}{Rp.12.000,00 - Rp.9.298,13}$
 $= 7$
5. BEP (unit/bulan) = 7 x 26 hari kerja
 $= 182$
6. BEP (unit/tahun) = 182 x 12 bulan
 $= 2184$

Berdasarkan hasil perhitungan Break Even Point (BEP), diperoleh bahwa nilai BEP pada usaha pembuatan roster beton dengan campuran ABJ dan serat nilon adalah sebesar 7 unit per hari. Hal ini menunjukkan bahwa pada tingkat produksi minimal 7 unit per hari, seluruh biaya operasional telah dapat tertutupi dan usaha mulai menghasilkan keuntungan.

Kondisi tersebut dapat diamati pada grafik BEP, di mana garis pendapatan (Total Revenue/TR) mulai melampaui garis total biaya (Total Cost/TC) pada tingkat produksi ke-7. Meskipun demikian, titik BEP tidak tepat berada pada satuan bilangan bulat karena secara teoritis terletak di antara unit ke-6 dan ke-7.

Dengan mempertimbangkan kapasitas produksi harian sebesar 60 unit roster, maka jumlah produksi tersebut telah jauh melebihi titik impas yang ditetapkan. Hal ini mengindikasikan bahwa usaha tersebut layak untuk dijalankan serta memiliki potensi dalam menghasilkan keuntungan secara berkelanjutan. Berikut pada **Gambar 4.5** dilampirkan analisis BEP



Gambar 4.5 Analisis BEP