

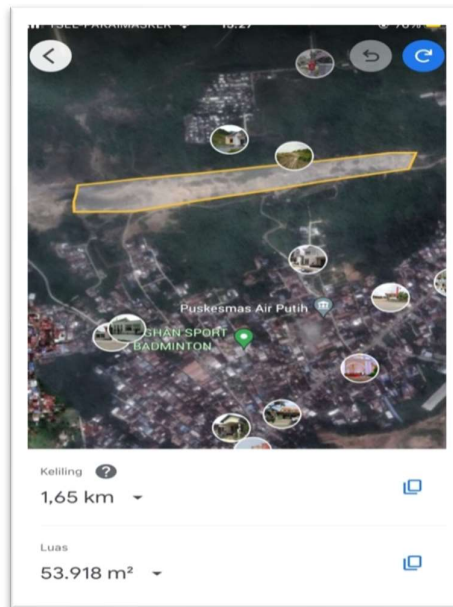
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data dan Hasi Potensi dari Kuari

1. Kuari Suryanata

Peneliti melakukan pengamatan langsung secara visual pada lokasi mengenai luasan yang dibantu menggunakan aplikasi *google earth* dengan memberikan batasan sesuai pada koordinat lokasi kuari, sehingga bisa didapatkan luasan $\pm 53.918 \text{ m}^2$ dengan perkiraan tinggi kuari rata-rata 11 m. Dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Luas Perkiraan Kuari Suryanata

Sumber : Google Earth (2023)

Untuk menentukan volume cadangan sumber daya batu dengan menggunakan perhitungan Luasan yang didapatkan dari *google earth* dikali dengan Tinggi rata-rata maka : $V = L \times T$ rata-rata(10)

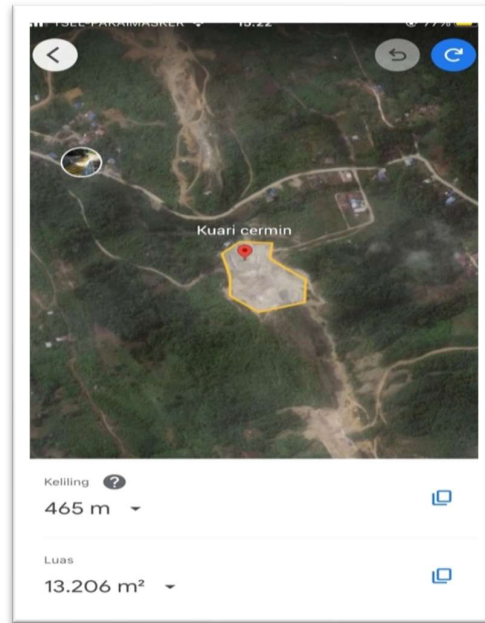
$$= 53.918 \text{ m}^2 \times 11 \text{ m}$$

$$= 593.098 \text{ m}^3$$

Maka cadangan sumber daya batu yang dapat diproduksi sebesar $\pm 593.098 \text{ m}^3$

2. Kuari Cermin

Peneliti melakukan pengamatan langsung secara visual pada lokasi mengenai luasan yang dibantu menggunakan aplikasi *google earth* dengan memberikan batasan sesuai pada koordinat lokasi kuari, sehingga bisa didapatkan luasan $\pm 13.206 \text{ m}^2$ dengan perkiraan tinggi kuari rata-rata 10 m. Dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Luas Perkiraan Kuari Cermin

Sumber : *Google Earth (2023)*

Untuk menentukan volume cadangan sumber daya batu dengan menggunakan perhitungan Luasan yang didapatkan dari *google earth* dikali dengan Tinggi rata-rata maka : $V = L \times T \text{ rata-rata} \dots\dots\dots(11)$

$$= 13.206 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m}$$

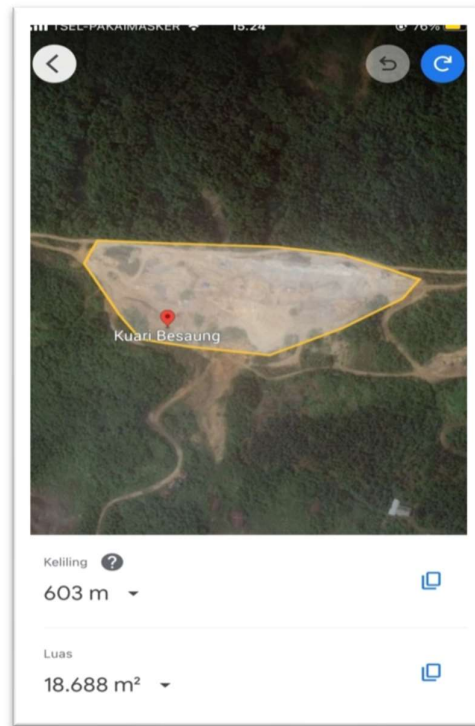
$$= 132.060 \text{ m}^3$$

Maka cadangan sumber daya batu yang dapat diproduksi sebesar $\pm 132.060 \text{ m}^3$.

3. Kuari Besaung

Peneliti melakukan pengamatan langsung secara visual pada lokasi mengenai luasan yang dibantu menggunakan aplikasi *google earth* dengan memberikan batasan sesuai pada koordinat lokasi kuari, sehingga bisa

didapatkan luasan $\pm 18.688 \text{ m}^2$ dengan perkiraan tinggi kuari rata-rata 6 m. Dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Luas Perkiraan Kuari Besaung

Sumber : Google Earth (2023)

Untuk menentukan volume cadangan sumber daya batu dengan menggunakan perhitungan Luasan yang didapatkan dari *google earth* dikali dengan Tinggi rata-rata maka : $V = L \times T$ rata-rata(12)

$$= 18.688 \text{ m}^2 \times 6 \text{ m}$$

$$= 112.128 \text{ m}^3$$

Maka cadangan sumber daya batu yang dapat diproduksi sebesar $\pm 112.128 \text{ m}^3$.

4.2 Data dan hasil Pengujian Sifat Fisik Batu

Pengujian sampel yang dilakukan merupakan bahan yang didapatkan dari 3 lokasi yang berbeda di Kota Samarinda terdiri dari lokasi kuari Suryanata dinamakan (BS), lokasi kuari besaung dinamakan (BB) dan lokasi kuari Cermin dinamakan (BC). Data dan hasil pengujian disajikan pada tabel dan gambar serta grafik dibawah ini.



Gambar 4.4 Batu Suryanata
Sumber : penelitian (2023)

4.2.1 Data Pengujian Berat Jenis dan Berat Volume

1. Suryanata

Pengujian berat jenis pada batu suryanata sebelum dipotong berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm & 10 cm dapat dinyatakan dalam berat jenis berdasarkan berat kering dibagi berat kering permukaan dikurangi berat dalam air.

Dari data pengujian di peroleh :

a. Sampel 1 (5 cm)

$$\text{Berat kering (Bk)} = 4,286 \text{ gr}$$

$$\text{Berat SSD (Bj)} = 4,289 \text{ gr}$$

$$\text{Berat dalam air (Ba)} = 2,526 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis} &= \frac{\text{Berat Kering (Bk)}}{\text{Berat SSD (Bj)} - \text{Berat Dalam Air (Ba)}} \dots\dots\dots(13) \\ &= \frac{4,286}{4,289 - 2,526} \\ &= 2,431 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis SSD} &= \frac{\text{Berat SSD (Bj)}}{\text{Berat SSD (Bj)} - \text{Berat Dalam Air (Ba)}} \dots\dots\dots(14) \\ &= \frac{4,289}{4,289 - 2,526} \\ &= 2,433 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Jenis Semu} &= \frac{\text{Berat Kering } (Bk)}{\text{Berat Kering } (Bk) - \text{Bera Dalam Air } (Ba)} \dots\dots\dots(15) \\
 &= \frac{4,286}{4,286 - 2,526} \\
 &= 2,435
 \end{aligned}$$

Tabel 4.1 Berat Jenis sebelum dipotong 5cm

Pengujian Berat Jenis Sampel Batu Suryanata sebelum dipotong (5cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Berat benda uji kering (<i>Bk</i>)	4,286	2,889	4,314	3,830	Gram
Berat benda uji SSD (<i>Bj</i>)	4,289	2,891	4,317	3,832	Gram
Berat benda uji dalam air (<i>Ba</i>)	2,526	1,736	2,582	2,281	Gram
Berat Jenis $Bk/(Bj-Ba)$	2,431	2,501	2,486	2,473	-
Berat Jenis SSD $Bj/(Bj-Ba)$	2,433	2,503	2,488	2,475	-
Berat Jenis Semu $Bk/(Bk-Ba)$	2,435	2,506	2,491	2,477	-

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat jenis pada sampel batu asli sebelum dipotong kubus pada tabel 4.1 mendapatkan hasil rata-rata berat jenis bulk sebesar 2,473, berat jenis ssd sebesar 2,475 dan berat jenis semu 2,477. Dari pengujian berat jenis batu sryanata dinyatakan belum memenuhi syarat ASTM C 127 yaitu sebesar (2,50 - 2,80) dan standart tersebut sama dengan yang dinyatakan oleh Neville (2011).

Tabel 4.2 Berat jenis batu sebelum dipotong 10 cm

Pengujian Berat Jenis Sampel Batu Suryanata sebelum dipotong (10 cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Berat benda uji kering (<i>Bk</i>)	10,659	10,612	10,636	10,636	Gram
Berat benda uji SSD (<i>Bj</i>)	10,698	10,649	10,674	10,674	Gram
Berat benda uji dalam air (<i>Ba</i>)	6,234	6,115	6,175	6,175	Gram
Berat Jenis $Bk/(Bj-Ba)$	2,388	2,341	2,364	2,364	-
Berat Jenis SSD $Bj/(Bj-Ba)$	2,397	2,349	2,372	2,373	-
Berat Jenis Semu $Bk/(Bk-Ba)$	2,409	2,360	2,384	2,384	-

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat jenis pada sampel batu asli sebelum dipotong kubus pada tabel 4.2 mendapatkan hasil rata-rata berat jeis bulk sebesar 2,364, berat jenis ssd sebesar 2,373, dan berat jenis semu 2,384.

Dari pengujian berat jenis batu suryanata dinyatakan belum memenuhi syarat ASTM C 127 yaitu sebesar (2,50 - 2,80) dan standart tersebut sama dengan yang dinyatakan oleh Neville (2011).

Pengujian berat jenis pada batu Suryanata setelah dipotong berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm & 10 cm dapat dinyatakan dalam berat jenis berdasarkan berat kering dibagi berat kering permukaan dikurangi berat dalam air.

Dari data pengujian diperoleh :

a. Sampel 1 (5 cm)

$$\text{Berat kering (Bk)} = 378 \text{ gr}$$

$$\text{Berat SSD (Bj)} = 379 \text{ gr}$$

$$\text{Berat dalam air (Ba)} = 237 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Jenis} = \frac{\text{Berat Kering (Bk)}}{\text{Berat SSD (Bj)} - \text{Berat Dalam Air (Ba)}} \dots\dots(15)$$

$$= \frac{378}{379-237}$$

$$= 2,662$$

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{\text{Berat SSD (Bj)}}{\text{Berat SSD (Bj)} - \text{Berat Dalam Air (Ba)}} \dots\dots(16)$$

$$= \frac{379}{379-237}$$

$$= 2,669$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{\text{Berat Kering (Bk)}}{\text{Berat Kering (Bk)} - \text{Berat Dalam Air (Ba)}} \dots\dots(17)$$

$$= \frac{378}{378-2}$$

$$= 2,681$$

Tabel 4.3 Berat Jenis Batu Setelah dipotong 5 cm

Pengujian Berat Jenis Sampel Batu Suryanata setelah dipotong (5 cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Berat benda uji kering (<i>Bk</i>)	0,378	0,337	0,379	0,365	Gram
Berat benda uji SSD (<i>Bj</i>)	0,379	0,338	0,380	0,366	Gram
Berat benda uji dalam air (<i>Ba</i>)	0,237	0,211	0,237	0,228	Gram
Berat Jenis $Bk/(Bj-Ba)$	2,662	2,654	2,650	2,655	-
Berat Jenis SSD $Bj/(Bj-Ba)$	2,669	2,661	2,657	2,663	-
Berat Jenis Semu $Bk/(Bk-Ba)$	2,681	2,675	2,669	2,675	-

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat jenis pada sampel batu setelah dipotong kubus pada tabel 4.3 mendapatkan hasil rata-rata berat jenis bulk sebesar 2,655, berat jenis ssd sebesar 2,663, dan berat jenis semu 2,675. Dari pengujian berat jenis batu suryanata setelah dipotong dinyatakan telah memenuhi syarat ASTM C 127 yaitu sebesar (2,50 - 2,80) dan standart tersebut sama dengan yang dinyatakan oleh Neville (2011).

Tabel 4.4 Berat Jenis Batu Setelah dipotong 10 cm

Pengujian Berat Jenis Sampel Batu Suryanata setelah dipotong (10 cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Berat benda uji kering (<i>Bk</i>)	3,020	3,165	3,093	3,093	Gram
Berat benda uji SSD (<i>Bj</i>)	3,023	3,168	3,096	3,096	Gram
Berat benda uji dalam air (<i>Ba</i>)	1,768	1,665	1,802	1,745	Gram
Berat Jenis $Bk/(Bj-Ba)$	2,406	2,106	2,391	2,301	-
Berat Jenis SSD $Bj/(Bj-Ba)$	2,415	2,108	2,399	2,307	-
Berat Jenis Semu $Bk/(Bk-Ba)$	2,412	2,110	2,396	2,306	-

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat jenis pada sampel batu setelah dipotong kubus pada tabel 4.4 mendapatkan hasil rata-rata berat jenis bulk sebesar 2,301, berat jenis ssd sebesar 2,307, dan berat jenis semu 2,306. Dari pengujian berat jenis batu suryanata dinyatakan belum memenuhi syarat ASTM C 127 yaitu sebesar (2,50 - 2,80) dan standart tersebut sama dengan yang dinyatakan oleh Neville (2011).

Pengujian berat volume pada sampel batu asli suryanata sebelum dipotong berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm & 10 cm dapat dinyatakan dalam volume batu berdasarkan luas penampang wadah dikali dengan kenaikan air pada wadah. Kemudian dapat dinyatakan berat volume sampel asli berdasarkan berat sampel kering dibagi dengan volume batu.

Dari data pengujian diperoleh :

a. Sampel 1 (5 Cm)

$$\begin{aligned}
 \text{Luas penampang} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \dots\dots\dots(18) \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (29,5)^2 \\
 &= 638,15 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kenaikan air} &= \text{Tinggi air + benda uji } (V_b) - \text{Tinggi awal air} \\
 & (V_a) \dots \dots \dots (19) \\
 &= 17,9 - 15 \\
 &= 2,9 \text{ cm} \\
 \text{Volume batu} &= \text{Luas Penampang wadah } (V_d) \times \text{Kenaikan Air} \\
 & (V_c) \dots \dots \dots (20) \\
 &= 683,15 \times 2,9 \\
 &= 1,981 \text{ cm}^2 \\
 \text{Berat Volume} &= \text{Berat Sampel kering } (V_f) \div \text{Volume batu} \\
 & (V_e) \dots \dots \dots (21) \\
 &= 4,286 \div 1,981 \\
 &= 2,163 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Berat Volume Batu Sebelum dipotong 5 cm

Pengujian Berat Volume Sampel Batu Suryanata sebelum dipotong (5 Cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Tinggi awal air (V_a)	15	15	15	15	Cm
Tinggi air + benda uji (V_b)	17,9	17,2	18	17,7	Cm
Kenaikan air ($V_b - V_a = V_c$)	2,9	2,2	3,0	2,7	Cm
Luas penampang wadah (V_d)	683,15	683,15	683,15	683,15	cm ²
Volume Batu (V_e)	1,981	1,503	2,049	1,845	cm ²
Berat Sampel Kering (V_f)	4,286	2,889	4,314	3,830	Gram
Berat Volume (V_f/V_e)	2,163	1,922	2,105	2,064	gr/cm ³

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat volume pada sampel batu sebelum dipotong kubus pada tabel 4.5 mendapatkan hasil rata-rata volume batu sebesar 1,845 cm² dan berat volume rata-rata sebesar 2,064 gr/cm³.

Tabel 4.6 Berat Volume Batu Sebelum dipotong 10 cm

Pengujian Berat Volume Sampel Batu Suryanata sebelum dipotong (10 Cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Tinggi awal air (V_a)	15	15	15	15	Cm
Tinggi air + benda uji (V_b)	20,9	20,7	20,8	21	Cm
Kenaikan air ($V_b - V_a = V_c$)	5,9	5,7	5,8	6	Cm
Luas penampang wadah (V_d)	683,15	683,15	683,15	683,15	cm ²
Volume Batu (V_e)	4,031	3,894	3,962	3,962	cm ²
Berat Sampel Kering (V_f)	10,659	10,612	10,636	10,636	Gram
Berat Volume (V_f/V_e)	2,645	2,725	2,684	2,685	gr/cm ³

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat volume pada sampel batu sebelum dipotong kubus pada tabel 4.6 mendapatkan hasil rata-rata volume batu sebesar 3,962 cm² dan berat volume rata-rata sebesar 2,685 gr/cm³.

Pengujian berat volume pada batu suryanata setelah dipotong berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm & 10 cm dapat dinyatakan dalam volume batu berdasarkan berat sampel dibagi volume batu.

Dari data pengujian diperoleh :

1. Sampel 1 (5 cm)

$$\begin{aligned} \text{Volume Batu} &= \text{Sisi I} \times \text{Sisi II} \times \text{Sisi III} \dots\dots\dots(22) \\ &= 5,32 \times 5,32 \times 5,32 \\ &= 150,57 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Volume} &= \text{Berat sampel} \div \text{Volume batu} \dots\dots\dots(23) \\ &= 378 \div 150,57 \\ &= 2,510 \text{ gr} \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Berat Volume Batu Setelah dipotong 5 cm

Pengujian Berat Volume Sampel Batu Suryanata setelah dipotong (5 Cm)	Sisi I	Sisi II	Sisi III	Berat Sampel (gram)	Volume (cm²)	Berat Volume (gram/cm³)
Batu Suryanata sampel 1 (cm)	5,32	5,32	5,32	378	150,57	2,510
Batu Suryanata sampel 2 (cm)	5,05	5,05	5,05	337	128,79	2,617
Batu Suryanata sampel 3 (cm)	5,35	5,35	5,35	379	153,13	2,475
Rata – rata				364,67	144,16	2,534

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat volume pada sampel batu setelah dipotong kubus pada tabel 4.7 mendapatkan hasil rata-rata volume batu sebesar 144,16 cm² dan berat volume rata-rata sebesar 2,534 gr/cm³.

Tabel 4.8 Berat Volume Batu Setelah dipotong 10 cm

Pengujian Berat Volume Sampel Batu Suryanata setelah dipotong (10 Cm)	Sisi I	Sisi II	Sisi III	Berat Sampel (gram)	Volume (cm²)	Berat Volume (gram/cm³)
Batu Suryanata sampel 1 (cm)	10,3	10,3	10,3	3,020	1,092	2,764
Batu Suryanata sampel 2 (cm)	10,5	10,5	10,5	3,165	1,157	2,734
Batu Suryanata sampel 3 (cm)	10	10	10	3,225	1,000	3,225
Rata – rata				1,083	1,083	2,908

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat volume pada sampel batu setelah dipotong kubus pada tabel 4.7 mendapatkan hasil rata-rata volume batu sebesar 1,083 cm² dan berat volume rata-rata sebesar 2,908 gr/cm³.

2. Besaung

Pengujian berat jenis pada batu besaung sebelum dipotong berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm & 10 cm dapat dinyatakan dalam berat jenis berdasarkan berat kering dibagi berat kering permukaan dikurangi berat dalam air.

Dari data pengujian diperoleh :

a. Sampel 1 (5 cm)

$$\text{Berat kering (Bk)} = 4,129 \text{ gr}$$

$$\text{Berat SSD (Bj)} = 4,144 \text{ gr}$$

$$\text{Berat dalam air (Ba)} = 2,432 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Jenis} = \frac{\text{Berat Kering (Bk)}}{\text{Berat SSD (Bj)} - \text{Berat Dalam Air (Ba)}} \dots\dots(24)$$

$$= \frac{4,129}{4,144 - 2,432}$$

$$= 2,412$$

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{\text{Berat SSD (Bj)}}{\text{Berat SSD (Bj)} - \text{Berat Dalam Air (Ba)}} \dots\dots(25)$$

$$= \frac{4,144}{4,144 - 2,432}$$

$$= 2,421$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{\text{Berat Kering (Bk)}}{\text{Berat Kering (Bk)} - \text{Berat Dalam Air (Ba)}} \dots\dots(26)$$

$$= \frac{4,129}{4,129 - 2,432}$$

$$= 2,433$$

Tabel 4.9 Berat Jenis Batu Sebelum dipotong 5 cm

Pengujian Berat Jenis Sampel Batu Besaung sebelum dipotong (5cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Berat benda uji kering (<i>Bk</i>)	4,129	3,493	3,749	3,790	Gram
Berat benda uji SSD (<i>Bj</i>)	4,144	3,501	3,769	3,805	Gram
Berat benda uji dalam air (<i>Ba</i>)	2,432	2,054	2,186	2,224	Gram

Pengujian Berat Jenis Sampel Batu Besaung sebelum dipotong (5cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Berat Jenis $Bk/(Bj-Ba)$	2,412	2,414	2,368	2,398	-
Berat Jenis SSD $Bj/(Bj-Ba)$	2,421	2,419	2,381	2,407	-
Berat Jenis Semu $Bk/(Bk-Ba)$	2,433	2,427	2,399	2,420	-

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat jenis pada sampel batu asli sebelum dipotong kubus pada tabel 4.9 mendapatkan hasil rata-rata berat jenis bulk sebesar 2,398, berat jenis ssd sebesar 2,407, dan berat jenis semu 2,420. Dari pengujian berat jenis batu besaung dinyatakan belum memenuhi syarat ASTM C 127 yaitu sebesar (2,50 - 2,80) dan standart tersebut sama dengan yang dinyatakan oleh Neville (2011).

Tabel 4.10 Berat Jenis Batu Sebelum dipotong 10 cm

Pengujian Berat Jenis Sampel Batu Besaung sebelum dipotong (10 cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Berat benda uji kering (Bk)	9,003	8,734	7,962	8,566	Gram
Berat benda uji SSD (Bj)	9,009	8,738	7,967	8,571	Gram
Berat benda uji dalam air (Ba)	5,577	5,420	4,992	5,330	Gram
Berat Jenis $Bk/(Bj-Ba)$	2,623	2,632	2,676	2,644	-
Berat Jenis SSD $Bj/(Bj-Ba)$	2,625	2,634	2,678	2,645	-
Berat Jenis Semu $Bk/(Bk-Ba)$	2,628	2,635	2,681	2,648	-

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat jenis pada sampel batu asli sebelum dipotong kubus pada tabel 4.10 mendapatkan hasil rata-rata berat jenis bulk sebesar 2,644, berat jenis ssd sebesar 2,645, dan berat jenis semu 2,648. Dari pengujian berat jenis batu besaung dinyatakan telah memenuhi syarat ASTM C 127 yaitu sebesar (2,50 - 2,80) dan standart tersebut sama dengan yang dinyatakan oleh Neville (2011).

Pengujian berat jenis pada batu Besaung setelah dipotong berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm & 10 cm dapat dinyatakan dalam berat jenis berdasarkan berat kering dibagi berat kering permukaan dikurangi berat dalam air.

Dari data pengujian diperoleh :

a. Sampel 1 (5 cm)

$$\text{Berat kering (Bk)} = 314 \text{ gr}$$

$$\text{Berat SSD (Bj)} = 315 \text{ gr}$$

$$\text{Berat dalam air (Ba)} = 193 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Jenis} = \frac{\text{Berat Kering (Bk)}}{\text{Berat SSD (Bj)} - \text{Berat Dalam Air (Ba)}} \dots\dots(27)$$

$$= \frac{314}{315 - 193}$$

$$= 2,574$$

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{\text{Berat SSD (Bj)}}{\text{Berat SSD (Bj)} - \text{Berat Dalam Air (Ba)}} \dots\dots(28)$$

$$= \frac{315}{315 - 193}$$

$$= 2,582$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{\text{Berat Kering (Bk)}}{\text{Berat Kering (Bk)} - \text{Berat Dalam Air (Ba)}} \dots\dots(29)$$

$$= \frac{314}{314 - 193}$$

$$= 2,595$$

Tabel 4.11 Berat Jenis Batu Setelah dipotong 5 cm

Pengujian Berat Jenis Sampel Batu Besaung setelah dipotong (5 cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Berat benda uji kering (<i>Bk</i>)	0,314	0,342	0,322	0,326	Gram
Berat benda uji SSD (<i>Bj</i>)	0,315	0,343	0,323	0,327	Gram
Berat benda uji dalam air (<i>Ba</i>)	0,193	0,213	0,201	0,202	Gram
Berat Jenis $Bk/(Bj-Ba)$	2,574	2,631	2,639	2,615	-
Berat Jenis SSD $Bj / (Bj-Ba)$	2,582	2,638	2,648	2,623	-
Berat Jenis Semu $Bk/(Bk-Ba)$	2,595	2,651	2,661	2,636	-

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat jenis pada sampel batu setelah dipotong kubus pada tabel 4.11 mendapatkan hasil rata-rata berat jenis bulk sebesar 2,615, berat jenis ssd sebesar 2,623, dan berat jenis semu 2,636. Dari pengujian berat jenis batu besaung dinyatakan telah memenuhi syarat ASTM C 127 yaitu sebesar (2,50 - 2,80) dan standart tersebut sama dengan yang dinyatakan oleh Neville (2011).

Tabel 4. 12 Berat jenis batu setelah dipotong 10 cm

Pengujian Berat Jenis Sampel Batu Besaung setelah dipotong (10 cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Berat benda uji kering (B_k)	2,937	2,997	2,870	2,935	Gram
Berat benda uji SSD (B_j)	2,934	3,000	2,871	2,935	Gram
Berat benda uji dalam air (B_a)	1,674	1,733	1,662	1,690	Gram
Berat Jenis $B_k/(B_j-B_a)$	2,331	2,365	2,374	2,357	-
Berat Jenis SSD $B_j/(B_j-B_a)$	2,329	2,368	2,375	2,357	-
Berat Jenis Semu $B_k/(B_k-B_a)$	2,325	2,371	2,376	2,357	-

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat jenis pada sampel batu setelah dipotong kubus pada tabel 4.12 mendapatkan hasil rata-rata berat jenis bulk sebesar 2,357, berat jenis ssd sebesar 2,357, dan berat jenis semu 2,357. Dari pengujian berat jenis batu besaung dinyatakan belum memenuhi syarat ASTM C 127 yaitu sebesar (2,50 - 2,80) dan standart tersebut sama dengan yang dinyatakan oleh Neville (2011).

Pengujian berat volume pada sampel batu asli besaung sebelum dipotong berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm & 10 cm dapat dinyatakan dalam volume batu berdasarkan luas penampang wadah dikali dengan kenaikan air pada wadah. Kemudian dapat dinyatakan berat volume sampel asli berdasarkan berat sampel kering dibagi dengan volume batu.

Dari data pengujian diperoleh :

a. Sampel 1 (5 Cm)

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \dots\dots\dots(30) \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (29,5)^2 \\ &= 638,15 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kenaikan air} &= \text{Tinggi air + benda uji (Vb) - Tinggi awal air (Va)} \dots\dots\dots(31) \\ &= 20,9 - 15 \\ &= 17,5 - 15 \\ &= 2,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume batu} &= \text{Luas Penampang wadah (Vd) x Kenaikan Air (Vc)} \dots\dots\dots(32) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 683,15 \times 2,5 \\
 &= 1,708 \text{ cm}^2 \\
 \text{Berat Volume} &= \text{Berat Sampel kering (Vf)} \div \text{Volume batu} \\
 &\quad (\text{Ve})\dots\dots\dots(33) \\
 &= 4,129 \div 1,708 \\
 &= 2,418 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

Tabel 4.13 Berat Volume Batu Sebelum dipotong 5 cm

Pengujian Berat Volume Sampel Batu Besaung sebelum dipotong (5 Cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Tinggi awal air (<i>Va</i>)	15	15	15	15	Cm
Tinggi air + benda uji (<i>Vb</i>)	17,5	17,0	17,3	17,3	Cm
Kenaikan air (<i>Vb - Va</i>) = (<i>Vc</i>)	2,5	2,0	2,3	2,3	Cm
Luas penampang wadah (<i>Vd</i>)	683,15	683,15	683,15	683,2	Cm ²
Volume Batu (<i>Ve</i>)	1,708	1,366	1,571	1,548	Cm ²
Berat Sampel Kering (<i>Vf</i>)	4,129	3,493	3,749	3,790	Gram
Berat Volume (<i>Vf/Ve</i>)	2,418	2,557	2,386	2,453	gr/cm ³

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat volume pada sampel batu sebelum dipotong kubus pada tabel 4.13 mendapatkan hasil rata-rata volume batu sebesar 1,548 cm² dan berat volume rata-rata sebesar 2,453 gr/cm³.

Tabel 4.14 Berat Volume Batu Sebelum dipotong 10 cm

Pengujian Berat Volume Sampel Batu Besaung sebelum dipotong (10 Cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Tinggi awal air (<i>Va</i>)	15	15	15	15	Cm
Tinggi air + benda uji (<i>Vb</i>)	19,6	19,4	19,0	19	Cm
Kenaikan air (<i>Vb - Va</i>) = (<i>Vc</i>)	4,6	4,4	4,0	4	Cm
Luas penampang wadah (<i>Vd</i>)	683,15	683,15	683,15	683,15	cm ²
Volume Batu (<i>Ve</i>)	3,142	3,006	2,733	2,960	cm ²
Berat Sampel Kering (<i>Vf</i>)	9,003	8,734	7,962	8,566	Gram
Berat Volume (<i>Vf/Ve</i>)	2,865	2,906	2,914	2,895	gr/cm ³

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat volume pada sampel batu sebelum dipotong kubus pada tabel 4.14 mendapatkan hasil rata-rata volume batu sebesar 2,960 cm² dan berat volume rata-rata sebesar 2,895 gr/cm³.

Pengujian berat volume pada batu besaung setelah dipotong berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm & 10 cm dapat dinyatakan dalam volume batu berdasarkan berat sampel dibagi volume batu.

Dari data pengujian diperoleh :

a. Sampel 1 (5 cm)

$$\begin{aligned} \text{Volume Batu} &= \text{Sisi I} \times \text{Sisi II} \times \text{Sisi III} \dots\dots\dots(34) \\ &= 4,98 \times 4,98 \times 4,98 \\ &= 123,51 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Volume} &= \text{Berat sampel} \div \text{Volume batu} \dots\dots\dots(35) \\ &= 314 \div 123,51 \\ &= 2,542 \text{ gr} \end{aligned}$$

Tabel 4.15 Berat Volume Batu Setelah dipotong 5 cm

Pengujian Berat Volume Sampel Batu Besaung setelah dipotong (5 Cm)	Sisi I	Sisi II	Sisi III	Berat Sampel I (gram)	Volume (cm ²)	Berat Volume (gram/cm ³)
Batu Besaung sampel 1 (cm)	4,98	4,98	4,98	314	123,51	2,542
Batu Besaung sampel 2 (cm)	5,23	5,23	5,23	342	143,06	2,391
Batu Besaung sampel 3 (cm)	5,06	5,06	5,06	322	129,55	2,485
Rata – rata				326,00	132,04	2,473

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat volume pada sampel batu setelah dipotong kubus pada tabel 4.15 mendapatkan hasil rata-rata volume batu sebesar 132,04 cm² dan berat volume rata-rata sebesar 2,473 gr/cm³.

Tabel 4.16 Berat Volume Batu Setelah dipotong 10 cm

Pengujian Berat Volume Sampel Batu Besaung setelah dipotong (10 Cm)	Sisi I	Sisi II	Sisi III	Berat Sampel (gram)	Volume (cm ²)	Berat Volume (gram/cm ³)
Batu Besaung sampel 1 (cm)	9,80	9,80	9,80	2,931	941	3,114
Batu Besaung sampel 2 (cm)	10,5	10,5	10,5	2,997	1,157	2,589
Batu Besaung sampel 3 (cm)	10,7	10,7	10,7	2,870	1,225	2,343
Rata – rata				2,932	1,108	2,682

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat volume pada sampel batu setelah dipotong kubus pada tabel 4.16 mendapatkan hasil rata-rata volume batu

sebesar 1108 cm² dan berat volume rata-rata sebesar 2,682 gr/cm³.

3. Cermin

Pengujian berat jenis pada batu cermin sebelum dipotong berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm & 10 cm dapat dinyatakan dalam berat jenis berdasarkan berat kering dibagi berat kering permukaan dikurangi berat dalam air.

Dari data pengujian diperoleh :

a. Sampel 1 (5 cm)

$$\text{Berat kering (Bk)} = 6,615 \text{ gr}$$

$$\text{Berat SSD (Bj)} = 6,626 \text{ gr}$$

$$\text{Berat dalam air (Ba)} = 3,805 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis} &= \frac{\text{Berat Kering (Bk)}}{\text{Berat SSD (Bj)} - \text{Berat Dalam Air (Ba)}} \dots\dots (36) \\ &= \frac{6,615}{6,626 - 3,805} \\ &= 2,345 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis SSD} &= \frac{\text{Berat SSD (Bj)}}{\text{Berat SSD (Bj)} - \text{Berat Dalam Air (Ba)}} \dots\dots (37) \\ &= \frac{6,626}{6,626 - 3,805} \\ &= 2,349 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Semu} &= \frac{\text{Berat Kering (Bk)}}{\text{Berat Kering (Bk)} - \text{Berat Dalam Air (Ba)}} \dots\dots (38) \\ &= \frac{6,615}{6,615 - 3,805} \\ &= 2,354 \end{aligned}$$

Tabel 4.17 Berat Jenis Batu Sebelum dipotong 5 cm

Pengujian Berat Jenis Sampel Batu Cermin sebelum dipotong (5cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Berat benda uji kering (<i>Bk</i>)	6,615	5,288	6,687	6,197	Gram
Berat benda uji SSD (<i>Bj</i>)	6,626	6,459	6,692	6,592	Gram
Berat benda uji dalam air (<i>Ba</i>)	3,805	3,884	4,110	3,933	Gram
Berat Jenis $Bk/(Bj-Ba)$	2,345	2,054	2,590	2,329	-
Berat Jenis SSD $Bj/(Bj-Ba)$	2,349	2,508	2,592	2,483	-
Berat Jenis Semu $Bk/(Bk-Ba)$	2,354	3,766	2,595	2,905	-

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat jenis pada sampel batu asli sebelum dipotong kubus pada tabel 4.17 mendapatkan hasil rata-rata berat jenis bulk sebesar 2,329, berat jenis ssd sebesar 2,483 dan berat jenis semu 2,905. Dari pengujian berat jenis batu besaung dinyatakan belum memenuhi syarat ASTM C 127 yaitu sebesar (2,50 - 2,80) dan standart tersebut sama dengan yang dinyatakan oleh Neville (2011).

Tabel 4.18 Berat Jenis Batu Sebelum dipotong 10 cm

Pengujian Berat Jenis Sampel Batu Cermin sebelum dipotong (10 cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Berat benda uji kering (<i>Bk</i>)	8,649	8,788	11,462	9,633	Gram
Berat benda uji SSD (<i>Bj</i>)	8,653	8,793	11,506	9,651	Gram
Berat benda uji dalam air (<i>Ba</i>)	5,405	5,453	6,884	5,914	Gram
Berat Jenis $Bk/(Bj-Ba)$	2,663	2,631	2,480	2,591	-
Berat Jenis SSD $Bj/(Bj-Ba)$	2,664	2,633	2,489	2,595	-
Berat Jenis Semu $Bk/(Bk-Ba)$	2,666	2,635	2,504	2,602	-

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat jenis pada sampel batu asli sebelum dipotong kubus pada tabel 4.18 mendapatkan hasil rata-rata berat jenis bulk sebesar 2,591, berat jenis ssd sebesar 2,595, dan berat jenis semu 2,602. Dari pengujian berat jenis batu besaung dinyatakan telah memenuhi syarat ASTM C 127 yaitu sebesar (2,50 - 2,80) dan standart tersebut sama dengan yang dinyatakan oleh Neville (2011).

Pengujian berat jenis pada batu cermin setelah dipotong berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm & 10 cm dapat dinyatakan dalam berat jenis berdasarkan berat kering dibagi berat kering permukaan dikurangi berat dalam air.

Dari data pengujian diperoleh :

a. Sampel 1 (5 cm)

Berat kering (*Bk*) = 338 gr

Berat SSD (*Bj*) = 339 gr

Berat dalam air (*Ba*) = 206 gr

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Jenis} &= \frac{\text{Berat Kering (Bk)}}{\text{Berat SSD (Bj)} - \text{Berat Dalam Air (Ba)}} \dots\dots\dots(39) \\
 &= \frac{338}{339-206} \\
 &= 2,541
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis SSD} &= \frac{\text{Berat SSD } (B_j)}{\text{Berat SSD } (B_j) - \text{Berat Dalam Air } (B_a)} \dots\dots\dots(40) \\ &= \frac{339}{339-206} \\ &= 2,549 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Semu} &= \frac{\text{Berat Kering } (B_k)}{\text{Berat Kering } (B_k) - \text{Berat Dalam Air } (B_a)} \dots\dots\dots(41) \\ &= \frac{338}{338-206} \\ &= 2,561 \end{aligned}$$

Tabel 4.19 Berat jenis batu setelah dipotong 5 cm

Pengujian Berat Jenis Sampel Batu Cermin setelah dipotong (5 cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Berat benda uji kering (<i>B_k</i>)	0,338	0,366	0,320	0,341	Gram
Berat benda uji SSD (<i>B_j</i>)	0,339	0,367	0,367	0,358	Gram
Berat benda uji dalam air (<i>B_a</i>)	0,206	0,226	0,196	0,209	Gram
Berat Jenis $B_k/(B_j-B_a)$	2,541	2,596	1,871	2,336	-
Berat Jenis SSD $B_j/(B_j-B_a)$	2,549	2,603	2,146	2,433	-
Berat Jenis Semu $B_k/(B_k-B_a)$	2,561	2,614	2,581	2,585	-

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat jenis pada sampel batu setelah dipotong kubus pada tabel 4.19 mendapatkan hasil rata-rata berat jenis bulk sebesar 2,336, berat jenis ssd sebesar 2,433, dan berat jenis semu 2,585. Dari pengujian berat jenis batu besaung dinyatakan belum memenuhi syarat ASTM C 127 yaitu sebesar (2,50 - 2,80) dan standart tersebut sama dengan yang dinyatakan oleh Neville (2011) untuk berat jenis bulk dan berat jenis ssd, sedangkan berat jenis telah memenuhi syarat.

Tabel 4.20 Berat Jenis Sampel Batu Cermin setelah dipotong (10 cm)

Pengujian Berat Jenis Sampel Batu Cermin setelah dipotong (10 cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Berat benda uji kering (<i>B_k</i>)	3,140	2,888	3,168	3,065	Gram
Berat benda uji SSD (<i>B_j</i>)	3,141	2,891	3,170	3,067	Gram
Berat benda uji dalam air (<i>B_a</i>)	1,836	1,659	1,856	1,784	Gram
Berat Jenis $B_k/(B_j-B_a)$	2,406	2,344	2,411	2,387	-
Berat Jenis SSD $B_j/(B_j-B_a)$	2,407	2,347	2,412	2,389	-
Berat Jenis Semu $B_k/(B_k-B_a)$	2,408	2,350	2,415	2,391	-

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat jenis pada sampel batu setelah dipotong kubus pada tabel 4.20 mendapatkan hasil rata-rata berat jenis bulk sebesar 2,387, berat jenis ssd sebesar 2,389, dan berat jenis semu 2,391. Dari pengujian berat jenis batu besaung dinyatakan belum memenuhi syarat ASTM C 127 yaitu sebesar (2,50 - 2,80) dan standart tersebut sama dengan yang dinyatakan oleh Neville (2011).

Pengujian berat volume pada sampel batu asli cermin sebelum dipotong berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm & 10 cm dapat dinyatakan dalam volume batu berdasarkan luas penampang wadah dikali dengan kenaikan air pada wadah. Kemudian dapat dinyatakan berat volume sampel asli berdasarkan berat sampel kering dibagi dengan volume batu.

Dari data pengujian diperoleh :

a. Sampel 1 (5 Cm)

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \dots\dots\dots(42) \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (29,5)^2 \\ &= 638,15 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kenaikan air} &= \text{Tinggi air+benda uji (Vb)} - \text{Tinggi awal air} \\ & \text{(Va)} \dots\dots\dots(43) \\ &= 20,9 - 15 \\ &= 19,3 - 15 \\ &= 4,3 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume batu} &= \text{Luas Penampang wadah (Vd)} \times \text{Kenaikan Air} \\ & \text{(Vc)} \dots\dots\dots(44) \\ &= 638,15 \times 4,3 \\ &= 2,938 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Volume} &= \text{Berat Sampel kering (Vf)} \div \text{Volume batu} \\ & \text{(Ve)} \dots\dots\dots(45) \\ &= 6,615 \div 2,938 \\ &= 2,252 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4. 21 Berat Volume Batu Sebelum dipotong 5 cm

Pengujian Berat Volume Sampel Batu Cermin sebelum dipotong (5 Cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Tinggi awal air (V_a)	15	15	15	15	Cm
Tinggi air + benda uji (V_b)	19,3	19,2	19,4	19,3	Cm
Kenaikan air ($V_b - V_a = V_c$)	4,3	4,2	4,4	4,3	Cm
Luas penampang wadah (V_d)	683,15	683,15	683,15	683,2	cm ²
Volume Batu (V_e)	2,938	2,869	3,006	2,938	cm ²
Berat Sampel Kering (V_f)	6,615	5,288	6,687	6,197	Gram
Berat Volume (V_f/V_e)	2,252	1,843	2,225	2,107	gr/cm ³

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat volume pada sampel batu sebelum dipotong kubus pada tabel 4.21 mendapatkan hasil rata-rata volume batu sebesar 2,938 cm² dan berat volume rata-rata sebesar 2,107 gr/cm³.

Tabel 4. 22 Berat Volume Batu Sebelum dipotong 10 cm

Pengujian Berat Volume Sampel Batu Cermin sebelum dipotong (10 Cm)	I	II	III	Rata-rata	Satuan
Tinggi awal air (V_a)	15	15	15	15	Cm
Tinggi air + benda uji (V_b)	19,8	20,1	21,3	20	Cm
Kenaikan air ($V_b - V_a = V_c$)	4,8	5,1	6,3	5	Cm
Luas penampang wadah (V_d)	683,15	683,15	683,15	683,15	cm ²
Volume Batu (V_e)	3,279	3,484	4,304	3,689	cm ²
Berat Sampel Kering (V_f)	8,649	8,788	11,462	9,633	Gram
Berat Volume (V_f/V_e)	2,638	2,522	2,663	2,608	gr/cm ³

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat volume pada sampel batu sebelum dipotong kubus pada tabel 4.22 mendapatkan hasil rata-rata volume batu sebesar 3,689 cm² dan berat volume rata-rata sebesar 2,608 gr/cm³.

Pengujian berat volume pada batu cermin setelah dipotong berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm & 10 cm dapat dinyatakan dalam volume batu berdasarkan berat sampel dibagi volume batu.

Dari data pengujian diperoleh :

a. Sampel 1 (5 cm)

$$\begin{aligned} \text{Volume Batu} &= \text{Sisi I} \times \text{Sisi II} \times \text{Sisi III} \dots \dots \dots (46) \\ &= 5,03 \times 5,03 \times 5,03 \\ &= 127,26 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Berat Volume} = \text{Berat sampel} \div \text{Volume batu} \dots \dots \dots (47)$$

$$= 338 \div 127,26$$

$$= 2,656 \text{ gr}$$

Tabel 4.23 Berat Volume Batu Setelah dipotong 5 cm

Pengujian Berat Volume Sampel Batu Cermin setelah dipotong (5 Cm)	Sisi I	Sisi II	Sisi III	Berat Sampel (gram)	Volume (cm ²)	Berat Volume (gram/cm ³)
Batu Cermin sampel 1 (cm)	5,03	5,03	5,03	338	127,26	2,656
Batu Cermin sampel 2 (cm)	5,15	5,15	5,15	366	136,59	2,680
Batu Cermin sampel 3 (cm)	4,98	4,98	4,98	320	123,51	2,591
Rata – rata				341,33	129,12	2,642

Sumber : penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat volume pada sampel batu setelah dipotong kubus pada tabel 4.23 mendapatkan hasil rata-rata volume batu sebesar 129,12 cm² dan berat volume rata-rata sebesar 2,642 gr/cm³.

Tabel 4.24 Berat Volume Batu setelah dipotong 10 cm

Pengujian Berat Volume Sampel Batu Cermin setelah dipotong (10 Cm)	Sisi I	Sisi II	Sisi III	Berat Sampel (gram)	Volume (cm ²)	Berat Volume (gram/cm ³)
Batu Cermin sampel 1 (cm)	10,4	10,4	10,4	3,140	1,124	2,791
Batu Cermin sampel 2 (cm)	10,3	10,3	10,3	2,888	1,092	2,643
Batu Cermin sampel 3 (cm)	10,3	10,3	10,3	3,168	1,092	2,899
Rata – rata				3,065	1,103	2,778

Sumber : Penelitian (2023)

Berdasarkan hasil dari pengujian berat volume pada sampel batu setelah dipotong kubus pada tabel 4.7 mendapatkan hasil rata-rata volume batu sebesar 1,103 cm² dan berat volume rata-rata sebesar 2,778 gr/cm³.

4.2.2 Data Pengujian Kadar Air

Kadar air batu dapat dinyatakan dalam kadar air berdasarkan berat batu dalam keadaan alami ke keadaan kering oven. Dari pengujian diperoleh :

1) Suryanata

Pengujian kadar air batu Suryanata pada tabel 4.25 didapatkan nilai kadar air menggunakan rumus perhitungan berat awal dikurang berat kering dibagi berat awal dan dikali 100% maka didapatkan nilai kadar air sebesar 0,450%

Tabel 4.25 Kadar Air Batu Suryanata

KADAR AIR BATU SURYANATA			
Pengujian		Hasil	Satuan
Berat Awal	(W1)	2000	g
Berat Kering	(W2)	1991	g
Total Kadar Air	$\frac{w1 - w2}{w1} \times 100\%$	0,450	%

Sumber : Penelitian (2023)

Dari hasil pada tabel 4.25 kadar air batu suryanata dinyatakan telah memenuhi spesifikasi standart ASTM C 556-89 (0% - 3%) yaitu didapatkan sebesar 0,45%.

2) Besaung

Pengujian kadar air batu Besaung pada tabel 4.26 didapatkan nilai kadar air menggunakan rumus perhitungan berat awal dikurang berat kering dibagi berat awal dan dikali 100% maka didapatkan nilai kadar air sebesar 0,818%

Tabel 4.26 Kadar Air Batu Besaung

KADAR AIR BATU BESAUNG			
Pengujian		Hasil	Satuan
Berat Awal	(W1)	2200	g
Berat Kering	(W2)	2182	g
Total Kadar Air	$\frac{w1 - w2}{w1} \times 100\%$	0,818	%

Sumber : Penelitian (2023)

Dari hasil pada tabel 4.25 kadar air batu besaung dinyatakan telah memenuhi spesifikasi standart ASTM C 556-89 (0% - 3%) yaitu didapatkan sebesar 0,818%.

3) Cermin

Pengujian kadar air pada batu Cermin didapatkan nilai kadar air menggunakan rumus perhitungan berat awal dikurang berat kering dibagi berat awal dan dikali 100% maka didapatkan nilai kadar air sebesar 0,690%

Tabel 4.27 Kadar Air Batu Cermin

KADAR AIR BATU CERMIN			
Pengujian		Hasil	Satuan
Berat Awal	(W1)	2188	g
Berat Kering	(W2)	2173	g
Total Kadar Air	$\frac{w1 - w2}{w1} \times 100\%$	0,69	%

Sumber : Penelitian (2023)

Dari hasil pada tabel 4.25 kadar air batu cermin dinyatakan telah memenuhi spesifikasi standart ASTM C 556-89 (0% - 3%) yaitu didapatkan sebesar 0,69%.

4.2.3 Data Pengujian Penyerapan Air

Penyerapan batu dapat dinyatakan dalam penyerapan batu dalam keadaan alami ke keadaan basah. Dari pengujian diperoleh :

1) Suryanata

Pengujian Penyerapan pada batu Suryanata didapatkan nilai penyerapan menggunakan rumus perhitungan berat ssd dikurang berat kering oven dibagi berat kering oven dikali 100% maka didapatkan nilai penyerapan air sebesar 0,959%

Tabel 4.28 Penyerapan Batu Suryanata

PENYERAPAN BATU SURYANATA			
Pengujian		Hasil	Satuan
Berat Kering Oven	(W1)	1981	g
Berat SSD	(W2)	2000	g
Total Penyerapan Air	$\frac{w2 - w1}{w1} \times 100\%$	0,95911	%

Sumber : Penelitian (2023)

Dari hasil pada tabel 4.28 penyerapan air batu suryanata dinyatakan belum memenuhi spesifikasi standart ASTM C 127 sebesar (2% - 7%) dan standart tersebut sama dengan yang dinyatakan oleh SNI 03 – 1970-1990.

2) Besaung

Pengujian penyerapan pada batu Besaung didapatkan nilai penyerapan menggunakan rumus perhitungan berat ssd dikurang berat kering oven dibagi berat kering oven dikali 100% maka didapatkan nilai penyerapan air sebesar 1,133%

Tabel 4.29 Penyerapan Batu Besaung

PENYERAPAN BATU BESAUNG			
Pengujian		Hasil	Satuan
Berat Kering Oven	(W1)	2029	g
Berat SSD	(W2)	2052	g
Total Penyerapan Air	$\frac{w2 - w1}{w1} \times 100\%$	1,13356	%

Sumber : Penelitian (2023)

Dari hasil pada tabel 4.29 penyerapan air batu sryanata dinyatakan belum memenuhi spesifikasi standart ASTM C 127 sebesar (2% - 7%) dan standart tersebut sama dengan yang dinyatakan oleh SNI 03 – 1970-1990.

3) Cermin

Pengujian penyerapan pada batu Cermin didapatkan nilai penyerapan menggunakan rumus perhitungan berat ssd dikurang berat kering oven dibagi berat kering oven dikali 100% maka didapatkan nilai penyerapan air sebesar 0,959%.

Tabel 4.30 Penyerapan Batu Cermin

PENYERAPAN BATU CERMIN			
Pengujian		Hasil	Satuan
Berat Kering Oven	(W1)	1981	g
Berat SSD	(W2)	2000	g
Total Penyerapan Air	$\frac{w2 - w1}{w1} \times 100\%$	0,95911	%

Sumber : Penelitian (2023)

Dari hasil pada tabel 4.30 penyerapan air batu sryanata dinyatakan belum memenuhi spesifikasi standart ASTM C 127 sebesar (2% - 7%) dan standart tersebut sama dengan yang dinyatakan oleh SNI 03 – 1970-1990.

4.2.4 Data Pengujian Keausan Dengan Mesin *Los Angeles*

1) Suryanata

Pengujian keausan agregat pada batu Suryanata menggunakan grade B mendapatkan nilai sebesar 3,666 gram yang tertahan disaringan no.12 kemudian dihitung dengan menggunakan rumus benda uji awal dikurang benda uji tertahan no 12 dikali 100% mendapatkan hasil keausan agregat sryanata sebesar 26,68 %

Tabel 4.31 Abrasi Batu Suryanata

Ukuran Saringan				Gradasi dan berat benda uji	
Lolos Saringan		Tertahan Saringan		Gradasi B (Gram)	
Mm	Inci	Mm	Inci		
75	3	63	2 ½	-	
63	2 ½	50	2	-	
50	2	37,5	1 ½	-	
37,5	1 ½	25	1	-	
25	1	19	¾	2500	
19	¾	12,5	½	2500	
12,5	½	9,5	3/8	-	
9,5	3/8	6,3	¼	-	
6,3	¼	4,75	No.4	-	
4,75	No.4	2,36	No.8	-	
Total (gram)				W1	5000
Jumlah Bola Baja				-	11
Berat Bola Baja (gram)				-	4584 ± 25
Berat Benda Uji Tertahan No.12 (gram)				W2	3666
Nilai Keausan (%)				$\frac{W1-W2}{W1} \times 100\%$	26,68

Sumber : Penelitian (2023)

Dari hasil pada tabel 4.31 *los angeles* batu suryanata dinyatakan pada penelitian tersebut telah memenuhi spesifikasi standart SNI 03 – 2417-1991 yaitu sebesar <40%.

2) Besaung

Pengujian keausan agregat pada batu besaung menggunakan grade B mendapatkan nilai sebesar 3,575 gram yang tertahan disaringan no.12 kemudian dihitung dengan menggunakan rumus benda uji awal dikurang benda uji tertahan no 12 dikali 100% mendapatkan hasil keausan agregat besaung sebesar 28,5 %

Tabel 4.32 Abrasi Batu Besaung

Ukuran Saringan				Gradasi dan berat benda uji	
Lolos Saringan		Tertahan Saringan		Gradasi B (Gram)	
Mm	Inci	Mm	Inci		
75	3	63	2 ½	-	
63	2 ½	50	2	-	
50	2	37,5	1 ½	-	
37,5	1 ½	25	1	-	
25	1	19	¾	2500	
19	¾	12,5	½	2500	
12,5	½	9,5	3/8	-	
9,5	3/8	6,3	¼	-	
6,3	¼	4,75	No.4	-	
4,75	No.4	2,36	No.8	-	
Total (gram)				W1	5000
Jumlah Bola Baja				-	11
Berat Bola Baja (gram)				-	4584 ± 25
Berat Benda Uji Tertahan No.12 (gram)				W2	3575
Nilai Keausan (%)				$\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$	28,5

Sumber : Penelitian (2023)

Dari hasil pada tabel 4.32 Abrasi batu besaung dinyatakan pada penelitian tersebut telah memenuhi spesifikasi standart SNI 03 – 2417-1991 yaitu sebesar <40%.

3) Cermin

Pengujian keausan agregat pada batu Cermin menggunakan grade B mendapatkan nilai sebesar 3,245 gram yang tertahan disaringan no.12 kemudian dihitung dengan menggunakan rumus benda uji awal dikurang benda uji tertahan no 12 dikali 100% mendapatkan hasil keausan agregat cermin sebesar 35,1 %

Tabel 4.33 Abrasi Batu Cermin

Ukuran Saringan				Gradasi dan berat benda uji	
Lolos Saringan		Tertahan Saringan		Gradasi B (Gram)	
Mm	Inci	Mm	Inci		
75	3	63	2 ½	-	
63	2 ½	50	2	-	
50	2	37,5	1 ½	-	
37,5	1 ½	25	1	-	
25	1	19	¾	2500	
19	¾	12,5	½	2500	
12,5	½	9,5	3/8	-	
9,5	3/8	6,3	¼	-	
6,3	¼	4,75	No.4	-	
4,75	No.4	2,36	No.8	-	
Total (gram)				W1	5000
Jumlah Bola Baja				-	11
Berat Bola Baja (gram)				-	4584 ± 25
Berat Benda Uji Tertahan No.12 (gram)				W2	3245
Nilai Keausan (%)				$\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$	35,1

Sumber : Penelitian (2023)

Dari hasil pada tabel 4.33 Abrasi batu suryanata dinyatakan pada penelitian tersebut telah memenuhi spesifikasi standart SNI 03 – 2417-1991 yaitu sebesar <40%

4.3 Data dan Hasil Pengujian Sifat Mekanik Batu

Setelah dilakukan pengujian sifat fisik pada sampel batu dari sebelum dipotong dan setelah dipotong sehingga berbentuk kubus ukuran 5 cm dan 10 cm, Selanjutnya dilakukan pengujian sifat mekanik batu dengan dilakukan uji kuat tekan.



Gambar 4.5 Sampel Batu
Sumber : Penelitian (2023)



Gambar 4.6 Sampel Batu Kubus
Sumber : Penelitian (2023)

4.3.1 Pengujian Kuat Tekan Batu (5 Cm)

Setelah batu dipotong dalam bentuk kubus dengan ukuran 5x5x5 cm kemudian dilakukan pengujian mekanik dengan menggunakan alat kuat tekan beton. Sehingga dapat dituliskan dengan rumus menurut SNI 1974-2011 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang} &= \text{Sisi} \times \text{Sisi} \dots\dots\dots(48) \\ &= 5 \times 5 \\ &= 25 \text{ Cm}^2 \end{aligned}$$

Dari data pengujian diperoleh sampel BS 1 :

$$\text{Nilai kuat tekan (MPa)} = \frac{\text{Beban Tekan (N)}}{\text{Luas penampang}} \dots\dots\dots(49)$$

$$= \frac{317,100}{28,30}$$

$$= 42,68 \text{ MPa}$$

$$\text{Konversi benda uji } 15 \times 15 \text{ cm} = \frac{\text{Rata-rata kuat tekan (Mpa)}}{\text{Angka koreksi}} \dots\dots\dots(50)$$

$$= \frac{68,80}{1,06}$$

$$= 64,90 \text{ MPa}$$

Tabel 4.34 Kuat Tekan Batu 5cm

Kode Sampel	Dimensi (Cm)	Angka koreksi	Luas Penampang	Bacaan Dial (kN)	Beban Tekan (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)	Konversi benda uji 15 x 15 cm
BS (Suryanata)	1	5,32	1,06	28,30	120,8	120800	68,80	64,90
	2	5,05		25,50	306,2	306200		
	3	5,35		28,62	124,9	124900		
BC (Cermin)	1	5,03	1,06	25,30	69,4	69400	46,77	44,12
	2	5,15		26,52	165,4	165400		
	3	4,98		24,80	125,3	125300		
BB (Besaung)	1	4,98	1,06	24,80	71,7	71700	35,53	33,52
	2	5,23		27,35	128,6	128600		
	3	5,06		25,60	78,5	78500		

Sumber : Penelitian 2023

Hasil dari uji kuat tekan batu ukuran 5 cm tertinggi yaitu pada kuari Suryanata dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 68,80 MPa, pada kuari Cermin dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 44,12 MPa dan pada kuari besaung mendapatkan nilai kuat tekan rata-rata terendah yaitu sebesar 35,53 MPa. Dari hasil kuat ini menjadi dasar penentu agregat kasar yang akan dibuat benda uji beton.



Gambar 4.7 Pengujian Batu 5cm



Sumber : Penelitian (2023)









Gambar 4.8 Pengujian Batu 5cm bentuk Kubus
Sumber : Penelitian (2023)


- Pola Kehancuran

Tabel 4. 35 Keretakan Batu Ukuran 5 cm

Kode	Model Benda Uji Ukuran 5cm	Keterangan
BS (1)	 <p style="text-align: center;">Benda Uji Suryanata Sampel (1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki warna visual abu-abu - Kehancuran setelah diuji menyeluruh - Terbelah berkeping - Kuat tekan yang di hasilkan 42,68 MPa
BS (2)	 <p style="text-align: center;">Benda Uji Suryanata sampel (2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki warna visual putih terang - Kehancuran setelah diuji tidak menyeluruh - Berkeping kecil - Kuat tekan yang di hasilkan 120,07 MPa

<p>BS (3)</p>	 <p style="text-align: center;">Benda Uji Suryanata sampel (3)</p>	<p>Pola Keretakan Tegak Lurus</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki warna visual abu-abu putih - Kehancuran setelah diuji tidak menyeluruh - Berkeping kecil - Kuat tekan yang di hasilkan 43,64 MPa
<p>BC (1)</p>	 <p style="text-align: center;">Benda Uji Cermin Sampel (1)</p>	<p>Pola Keretakan Tegak Lurus</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki warna visual abu-abu putih - Kehancuran setelah diuji tidak menyeluruh - Berkeping kecil - Kuat tekan yang di hasilkan 27,43 MPa
<p>BC (2)</p>	 <p style="text-align: center;">Benda Uji Cermin Sampel (2)</p>	<p>Pola Keretakan Geser</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki warna visual putih terang - Kehancuran setelah diuji menyeluruh pada bagian bawah - Berkeping kecil - Kuat tekan yang di hasilkan 62,36 MPa

<p>BC (3)</p>	 <p style="text-align: center;">Benda Uji Cermin Sampel (3)</p>	<p>Pola Keretakan Tegak Lurus</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki warna visual putih terang - Kehancuran setelah diuji tidak menyeluruh - Berkeping kecil - Kuat tekan yang di hasilkan 50,52 MPa
<p>BB (1)</p>	 <p style="text-align: center;">Benda Uji Besaung Sampel (1)</p>	<p>Pola Keretakan Tegak Lurus</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki warna visual putih terang - Kehancuran setelah diuji menyeluruh - Berkeping kecil - Kuat tekan yang di hasilkan 28,91 MPa
<p>BB (2)</p>	 <p style="text-align: center;">Benda Uji Besaung Sampel (2)</p>	<p>Pola Keretakan Geser</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki warna visual abu-abu gelap - Kehancuran setelah diuji tidak menyeluruh - Berkeping kecil - Kuat tekan yang di hasilkan 47,02 MPa

BB (3)	 <p data-bbox="548 646 927 682">Benda Uji Besaung Sampel (3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki warna visual kuning ke abu-abuan - Kehancuran setelah diuji terbelah - Berkeping - Kuat tekan yang di hasilkan 30,66 MPa
-----------	---	--

Sumber : Penelitian 2023

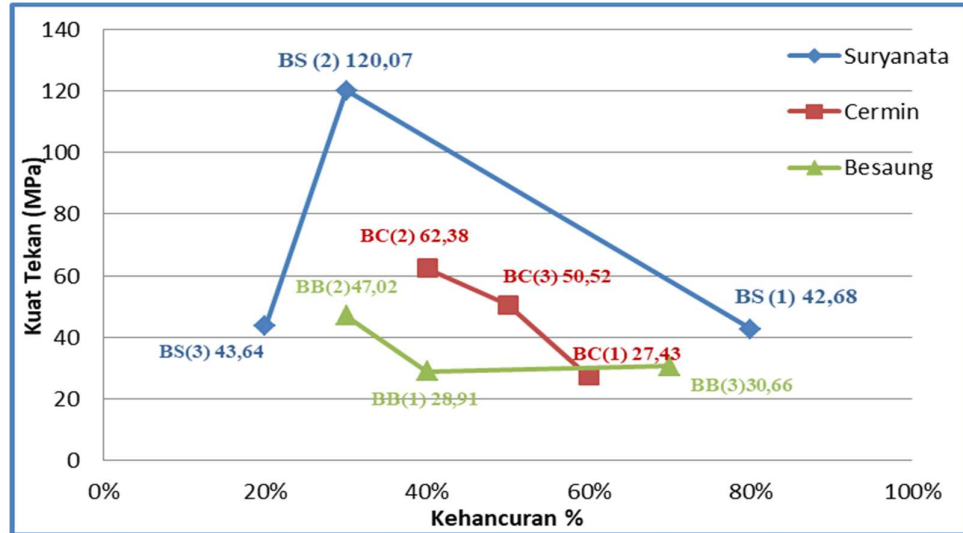
Pola keretakan pada batu dari kuari suryanata, kuari cermin dan kuari besaung specimen 1 dan 3 dengan model benda uji ukuran 5 cm adalah pola tegak lurus atau dominan keruntuhan tekan sedangkan pada specimen 2 adalah pola geser atau dominan keruntuhan tarik. Berdasarkan pengamatan visual maka didapatkan karakteristik kehancuran batu mencapai 70 % pada specimen BB 3 (5 cm). Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 4.36 diatas.

Tabel 4. 36 Kehancuran Batu 5 cm

Lokasi	Specimen	Kuhancuran Batu (%)	Kuat Tekan (Mpa)
Suryanata	1	80%	42,68
	2	30%	120,07
	3	20%	43,64
Cermin	1	60%	27,43
	2	40%	62,38
	3	50%	50,52
Besaung	1	40%	28,91
	2	30%	47,02
	3	70%	30,66

Sumber : Penelitian 2023

Dari hasil pada tabel 4.36 dapat disimpulkan bahwa semakin besar persentase kehancuran pada specimen maka karakteristik getas pada batu tidak saling berhubungan. Hal ini berkaitan dengan lokasi sampel yang diambil. Pada pengambilan batu di kuari suryanata, kuari cermin dan kuari besaung banyak ditemukan specimen yang mengandung pasir.



Gambar 4.9 Grafik Keruntuhan Batu 5 cm

Sumber : Penelitian (2023)

Dari gambar grafik 4.9 dapat dilihat bahwa hubungan antara tingkat kehancuran batu yang tinggi tidak selalu kuat tekannya rendah sedangkan kehancuran batu yang rendah tidak selalu kuat tekannya tinggi. Maka batu tersebut memiliki kandungan pasir yang tinggi sehingga batu dapat dikatakan tidak padat.

4.3.2 Pengujian Kuat Tekan Batu (10 Cm)

Setelah batu dipotong dalam bentuk kubus dengan ukuran 10x10x10 cm kemudian dilakukan pengujian mekanik dengan menggunakan alat kuat tekan beton.

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Penampang} &= \text{Sisi} \times \text{Sisi} \dots\dots\dots(51) \\
 &= 10 \times 10 \\
 &= 100 \text{ Cm}^2
 \end{aligned}$$

Dari data pengujian diperoleh sampel BS 1 :

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai kuat tekan (MPa)} &= \frac{\text{Beban Tekan (N)}}{\text{Luas penampang}} \dots\dots\dots(52) \\
 &= \frac{446,700}{106,1} \\
 &= 42,11 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Konversi benda uji 15x15 cm} &= \frac{\text{Rata-rata kuat tekan (Mpa)}}{\text{Angka koreksi}} \dots\dots\dots(53) \\
 &= \frac{52,76}{1,03} \\
 &= 51,22 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.37 Kuat Tekan Batu 10 cm

Kode Sampel	Dimensi (Cm)		Angka Koreksi	Luas Penampang	Bacaan Dial (kN)	Beban Tekan (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)	Konversi benda uji 15 x 15 cm
BS (Suryanata)	1	10,3	1,03	106,1	446,7	446700	42,11	52,76	51,22
	2	10,2		104,0	601,1	601100	57,78		
	3	10		100,0	583,9	583900	58,39		
BC (Cermin)	1	10,4	1,03	108,2	553,3	553300	51,16	51,58	50,08
	2	10,3		106,1	559,5	559500	52,74		
	3	10,3		106,1	539,5	539500	50,85		
BB (Besaung)	1	9,8	1,03	96,0	264,7	264700	27,56	29,42	28,56
	2	10,5		110,3	182,8	182800	16,58		
	3	10,7		114,5	505,1	505100	44,12		

Sumber : Penelitian (2023)

Hasil dari uji kuat tekan batu ukuran 10 cm tertinggi yaitu pada kuari Suryanata dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 52,76 MPa, pada kuari besaung mendapatkan nilai kuat tekan rata-rata terendah yaitu sebesar 29,42 MPa dan pada kuari cermin mendapatkan nilai kuat tekan rata-rata 51,58 MPa. Hasil ini menjadi perbandingan dari pengujian kuat tekan batu ukuran 5cm sebagai penentu agregat kasar beton.



Gambar 4.10 Pegujian Kuat Tekan Batu sebelum di uji

Sumber : Penelitian (2023)



Gambar 4.11 Pengujian Kuat Tekan Batu Saat di uji
Sumber Penelitian (2023)

Tabel 4. 38 Hasil Kuat Tekan Batu Rata-rata Setelah dikonversi 15 x 15 cm

Kuari	Sampel		rata-rata (MPa)
	5 x 5 x 5 cm (MPa)	10 x 10 x 10 cm (MPa)	
Suryanata	68,80	52,76	60,78
Cermin	46,77	51,58	49,18
Besaung	35,53	29,42	32,48

Sumber : Penelitian (2023)

Berdasarkan hasil pada tabel 4.36 maka diketahui kuat tekan rata-rata pada masing-masing lokasi yaitu kuat tekan tertinggi dari kuari suryanata sebesar 60,78 MPa, kuat tekan kedua dari kuari cermin 49,18 MPa dan kuat tekan terendah dari kuari besaung sebesar 32,48 MPa.

4.4 Data Pengujian Material Beton

4.4.1 Semen

Berat jenis semen

- Semen : 64 dan 15 gram
- Minyak : 0,4 dan 0,7 mm
- Berat Cawan : 119 gram
- Berat Cawan + Minyak : 322 dan 341 gram
- Berat Minyak + Semen : 383 dan 343 gram
- Suhu ms : 19,5 C°

Tabel 4.39 Berat Jenis Semen

Pengujian		I	II
Berat Semen	B	64	15
Volume Awal	V1	0,4	0,7
Volume Akhir	V2	18	18,1
Berat Jenis Semen	$\frac{B}{(V2 - V1)} \times D$	3,63	0,86
		2,25	

Sumber : Penelitian (2023)

Tabel 4.40 Faktor Ikat Semen

Waktu Penurunan Air (Menit)	Penurunan Tiap 15 Menit (mm)
45	43
60	44
75	42
90	41
105	38
120	36
135	35
150	33
165	32
180	31
195	24
210	28
225	27
240	26
255	25
270	24
285	23
300	21
315	19
330	16
315	14
330	12
345	10
360	8
375	6
390	4
405	0

Sumber : Suderajat (2023)

Dengan menggunakan :

- Semen : 250 gram
- Kadar Air : 31%

Dilihat dari tabel 4.37 pengujian waktu ikat semen, maka dibutuhkan waktu 405 menit agar semen mencapai kekerasan total.

4.4.2 Pengujian Agregat Kasar

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar dilakukan dengan menggunakan benda uji sebanyak 2000 gram. Dapat dilihat pada tabel 4.41 dibawah ini :

Tabel 4.41 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Beton

PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN BATU SURYANATA				
Pengujian	I	II	Rata-rata	Satuan
Berat Kering oven ($W1$)	1981	1981	1981	gr
Berat SSD ($W2$)	2000	2000	2000	gr
Berat Dalam Air ($W3$)	1218	1218	1218	g
Berat Jenis Bulk $\frac{W1}{W2 - W3}$	2,533	2,533	2,533	gr/cm ³
Berat Jenis SSD $\frac{W2}{W2 - W3}$	2,558	2,558	2,558	gr/cm ³
Berat Jenis Semu $\frac{W1}{W1 - W3}$	2,596	2,596	2,596	gr/cm ³
Penyerapan Air $\frac{W2 - W1}{W1} \times 100\%$	0,959	0,959	0,959	%

Sumber : Penelitian (2023)

Berdasarkan pada pengujian berat jenis agregat kasar beton pada tabel 4,38 didapatkan hasil berat jenis bulk sebesar 2,535 berat jenis ssd sebesar 2,558 dan berat jenis semu sebesar 2,596. Dinyatakan pada penelitian tersebut telah memenuhi spesifikasi berat jenis agregat kasar dari ASTM C 127 yaitu sebesar (2,50 – 2,80). Sedangkan hasil dari pengujian penyerapan air yaitu sebesar 0,959 % dinyatakan tidak memenuhi spesifikasi standart SNI 03 – 1970-1990 sebesar (2% - 7%).

2. Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Pengujian kadar air agregat kasar dilakukan dengan menggunakan benda uji sebanyak 2000 gram. Dapat dilihat pada tabel 4.42 dibawah ini :

Tabel 4.42 Kadar Air Agregat Kasar Beton

KADAR AIR BATU SURYANATA			
Pengujian		Hasil	Satuan
Berat Awal	(W1)	2000	g
Berat Kering	(W2)	1991	g
Total Kadar Air	$\frac{w1 - w2}{w1} \times 100\%$	0,45	%

Sumber : Penelitian (2023)

Berdasarkan hasil pada tabel 4.42 kadar air agregat kasar dinyatakan telah memenuhi spesifikasi standart ASTM C 556-89 (0% - 3%) yaitu didapatkan sebesar 0,45%.

3. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pengujian kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan menggunakan benda uji sebanyak 1500 gram. Dapat dilihat pada tabel 4.43 dibawah ini :

Tabel 4.43 Kadar Lumpur Agregat Kasar Beton

KADAR LUMPUR BATU SURYANATA			
Pengujian		Hasil	Satuan
Berat Kering Oven Sebelum dicuci	(W1)	1500	g
Berat Kering Oven Setelah dicuci	(W2)	1488	g
Total Kadar Lumpur	$\frac{w1 - w2}{w1} \times 100\%$	0,800	%

Sumber : Penelitian (2023)

Hasil pada pengujian kadar lumpur mendapatkan hasil sebesar 0,8 %. Dinyatakan pada penelitian tersebut telah memenuhi spesifikasi kadar lumpur dari SNI 03- 4142 -1996 (maksimal 1%).

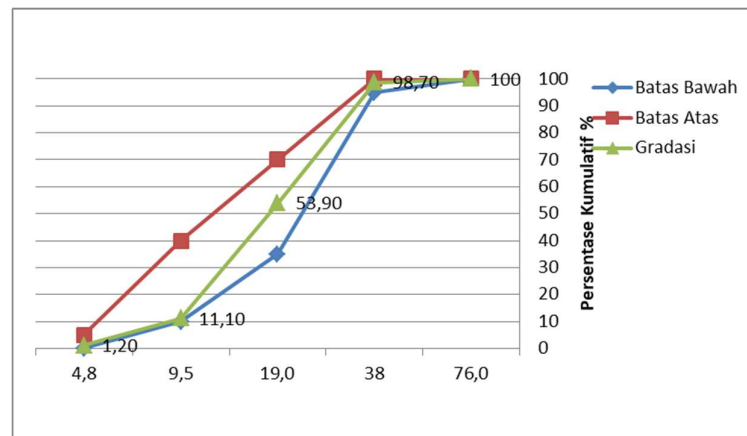
4. Pengujian Gradasi Agregat Kasar

Pengujian gradasi agregat kasar dilakukan dengan menggunakan benda uji sebanyak 2000 gram. Dapat dilihat pada tabel 4.44 dibawah ini :

Tabel 4.44 Gradasi Agregat Kasar Beton

Saringan	Berat Tertahan (gram)	Jumlah Berat Tertahan (gram)	Jumlah Persen	
			Tertahan	Lewat
				100
37,5 (1 ½")	13	13	1,30	98,70
19,10 (¾")	448	461	46,10	53,90
9,52 (⅜")	428	889	88,90	11,10
No. 4	99	988	98,80	1,20
PAN	12	1000		

Sumber : Penelitian (2023)



Gambar 4. 12 Grafik Gradasi

Sumber : Penelitian (2023)

Hasil pada pengujian gradasi agregat kasar beton hasil yang didapat pada grafik berada pada angka tengah antara batas atas dan batas bawah.

5. Pengujian Keausan Agregat Kasar

Pengujian keausan agregat kasar dilakukan dengan menggunakan benda uji sebanyak 5000 gram. Untuk pengujian keausan agregat kasar sampel pengujian yang dipakai yaitu dari hasil pengujian batu yang telah diuji tekan dan agregat kasar yang diambil dari kuari secara acak tidak hanya disatu titik. Dapat dilihat pada Tabel 4.43 dibawah ini :

Tabel 4.45 Abrasi Agregat Kasar Beton

Ukuran Saringan				Gradasi dan berat benda uji	
Lolos Saringan		Tertahan Saringan		Gradasi B (Gram)	
Mm	Inci	Mm	Inci		
75	3	63	2 ½	-	
63	2 ½	50	2	-	
50	2	37,5	1 ½	-	
37,5	1 ½	25	1	-	
25	1	19	¾	2500	
19	¾	12,5	½	2500	
12,5	½	9,5	3/8	-	
9,5	3/8	6,3	¼	-	
6,3	¼	4,75	No.4	-	
4,75	No.4	2,36	No.8	-	
Total (gram)				W1	5000
Jumlah Bola Baja				-	11
Berat Bola Baja (gram)				-	4584 ± 25
Berat Benda Uji Tertahan No.12 (gram)				W2	3666
Nilai Keausan (%)				$\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$	26,68

Sumber : Penelitian (2023)

Dari hasil pada pengujian *los angeles* batu sryanata dinyatakan pada penelitian tersebut telah memenuhi spesifikasi standart SNI 03 – 2417-1991 yaitu sebesar <40% dan standart tersebut sama dengan yang dinyatakan oleh SNI 2417-2008.

4.4.3 Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus pasir Palu menggunakan metode pengujian SNI 03-1970-1990, SNI 03 4142-1996 dan ASTM C 136-06, IDT.

Tabel 4.46 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

No. Contoh		Ukuran Maksimum Agregat No. 4 (4.75 mm)		Satuan
		I	II	
Berat Kering Benda Uji + Wadah	W ₁	937.9	903.3	Gram
Berat Wadah	W ₂	437.9	403.3	Gram
Berat Kering Benda Uji Awal	W ₃ = W ₁ - W ₂	500.0	500.0	Gram
Berat Kering Benda Uji Sesudah Pencucian + Wadah	W ₄	935.1	903.0	Gram

No. Contoh	Ukuran Maksimum Agregat No. 4 (4.75 mm)	Satuan	
		I	II
Berat Kering Benda Uji Sesudah Pencucian $W_5 = W_4 - W_2$	497.2	499.7	Gram
Persen Lolos Saringan No.200 (0.075 mm) $W = \frac{W_3 - W_5}{W_3} \times 100\%$	0.56	0.06	%
Rata – rata $(I + II)/2$	0.31		%

Sumber : Vebrian dkk (2021)

Tabel 4.47 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pengujian Berat Jenis & Penyerapan		A	B	Satuan
Berat benda uji kering - permukaan jenuh (SSD)	500	500	500	Gram
Berat benda uji kering -oven	Bk	493.1	493.1	Gram
Berat piknometer diisi air (25°)	B	679.8	672.5	Gram
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air (25° C)	Bt	985.3	978.1	Gram

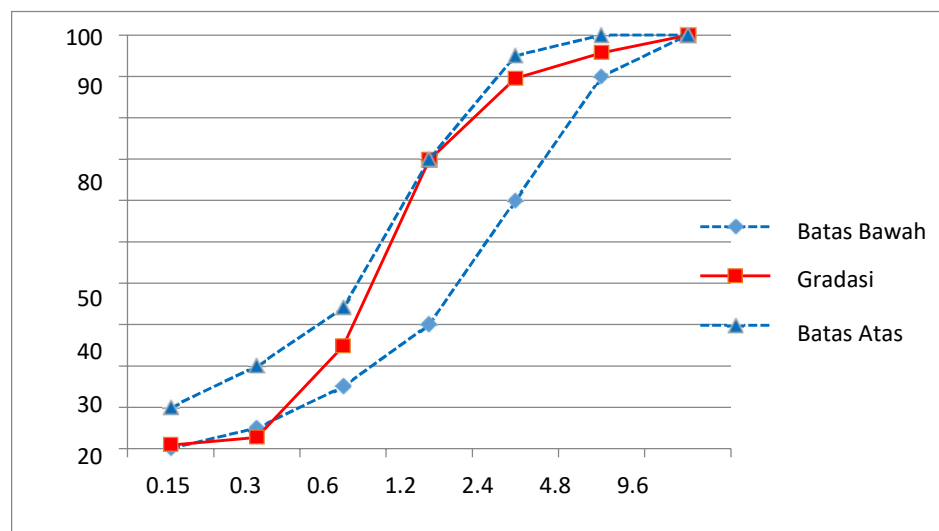
Pengujian Berat Jenis & Penyerapan		A	B	Rata - Rata	Satuan
Berat jenis (Bulk)	$\frac{Bk}{B + 500 - Bt}$	2.54	2.54	2.54	-
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{500}{B + 500 - Bt}$	2.57	2.57	2.57	-
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{B}{B + Bk - Bt}$	2.63	2.63	2.63	-
Penyerapan (absorption)	$\frac{500 - Bk}{Bk} \times 100\%$	1.40	1.40	1.40	%

Sumber : Vebrian dkk (2021)

Tabel 4.48 Uji Saringan Agregat Halus

Berat Bahan Kering : 500.0 gram					
Saringan	Berat Tertahan (gram)	Jumlah Berat Tertahan (gram)	Jumlah Persen		
			Tertahan	Lewat	Lewat thd seluruh contoh
9.52 (3/8")	-	-	0.00	100.00	
No. 4	21.3	21.3	4.26	95.74	
No. 8	31.1	52.4	10.48	89.52	
No. 16	98.3	150.7	30.14	69.86	
No. 30	225.4	376.1	75.22	24.78	
No. 40	-	-	-	-	
No. 50	110.3	486.4	97.28	2.72	
No. 80	-	-	-	-	
No. 100	9.0	495.4	99.08	0.92	
No. 200	4.6	500.0	100.00	0.00	
PAN	0.0	500.0	100.00	0.00	

Sumber : Vebrian dkk (2021)

**Gambar 4.13** Grafik Gradasi Agregat Halus (Gradasi 1)

4.5 Mix design

4.5.1 Data Rencana Campuran

Mix design menggunakan SNI 03 2834 2000 di dalam melakukan perancangan mix design hal pertama yang dilakukan ialah :

1. Mutu Beton (kuat tekan) f_c' : 30 MPa
2. Agregat kasar yang dipakai : batu pecah lokal ex. Suryanata
3. Agregat halus yang dipakai : pasir ex. Palu

4. Diameter agregat maksimum : 20 mm
5. Tipe semen yang dipakai : tipe 1
6. Struktur yang akan dibuat : jalan
7. Kualitas pekerjaan : sedang

Tabel 4.49 Perencanaan *Mix Design*
FORMULIR PERENCANAAN ADUKAN BETON

SNI 03 2834 2000					
No	Uraian	Tabel Grafik Perhitungan	Nilai		
1	Kuat tekan yang diisyaratkan (benda uji silinder)	MPa	30		
2	Deviasi standar (s)	-	-		
3	Nilai tambah (m)	-	-		
4	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan	-	-		
5	Jenis semen	PCC	Tipe 1		
6	Jenis agregat (HALUS/KASAR)	Diketahui	Alami/Pecah		
7	Faktor air semen	Grafik 1	0,51		
8	Faktor air semen maksimum	-	-		
9	Slump	Ditetapkan	60-180 mm		
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	20 mm		
11	Kadar air bebas	Diketahui	205		
12	Jumlah semen	Diketahui	402,0		
13	Jumlah Semen maksimum	-	-		
14	Jumlah semen minimum	-	-		
15	Faktor air semen yang disesuaikan	-	-		
16	Susunan besar butir agregat halus	Ditetapkan	Zona 2		
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	-	-		
18	Persen agregat	Grafik 2			
	Agregat Halus		45%		
	Agregat Kasar		55%		
19	Berat jenis relative, agregat (kering permukaan)	Ditetapkan	2,55		
20	Berat isi beton	Grafik 3	2218		
21	Kadar agregat gabungan	20 - 12 - 11	1611,04		
22	Kadar agregat halus	18 x 21	724,97		
23	Kadar agregat kasar	21 - 22	886,07		
24	Proporsi campuran				
	Volume/ Silinder 0.0053	Semen (kg)	Air (L)	Agregat Kondisi Jenuh Kering	
	Jumlah Silinder 3			Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
	Volume / Adukan $0.0053 \times 3 = 0,0159$				
	Faktor konversi $0,0159 \times 1,2 = 0,0191$				
25	Tiap m ³	401,96	205	724,97	886,07
	Tiap campuran uji 0.0159	2,13	1,09	3,84	4,70
26	Koreksi proporsi campuran 0,0191	7,67	3,91	13,83	16,90

Sumber : Penelitian (2023)

Pada perencanaan mix design didapatkan hasil proporsi beton per 3 sampel yaitu dapat dilihat pada tabel 4.47 dibawah ini.

Tabel 4.50 Proporsi Benda Uji Beton

Semen (kg)	Air (L)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
7,668	3,91	13,829	16,902

Sumber : Penelitian (2023)

4.6 Data Hasil Pengujian Beton

4.6.1 Pembuatan Benda Uji Beton

Proses pembuatan benda uji beton akan menggunakan alat *Mixer Concrete Machine* dan bahan campurannya sesuai dengan perhitungan *mix design*.



Gambar 4.14 Mixer
Sumber : Penelitian (2023)

Dalam proses pembuatan benda uji sekali mixer akan membuat 3 sampel sekaligus sesuai dengan proporsi campuran dan sesuai dengan umur yang telah ditentukan. Beton yang selesai diproduksi kemudian disusun rapi dan diberi identitas.

Pada pembuatan beton umur 7 hari dibuat pada tanggal 29 Mei 2023 diuji pada tanggal 6 Juni 2023, beton umur 14 hari dibuat pada tanggal 18 Mei 2023 diuji pada tanggal 2 Juni 2023 dan beton umur 28 hari dibuat pada tanggal 20 Mei 2023 diuji pada tanggal 18 Juni 2023.

Tabel 4.51 Perencanaan Sampel Beton

Benda Uji (Silinder)	Pengujian Kuat Tekan (Umur Beton)			Jumlah Sampel
	7 Hari	14 Hari	28 Hari	
Lokasi				
Batu dari kuari Suryanata	3	3	3	9

Sumber : Penelitian (2023)

4.6.2 Pengujian *Slump Test*

Pengujian *slump test* dilakukan untuk mengetahui seberapa kental adukan beton dalam mixer yang akan diproduksi agar mencapai kuat tekan rencana yaitu 30 MPa. Pengujian slump dilakukan dengan cara mengukur tinggi puncak keruntuhan beton dengan tinggi kerucut abrams. Slump rencana pada penelitian ini menggunakan slump 60-180 mm dan pengukurannya akan dilakukan setiap pembuatan beton tiap 3 sampel benda uji (beton silinder).



Gambar 4.15 Uji Slump
Sumber : Penelitian (2023)

Tabel 4.52 *Slump Test* Beton

No	Umur Beton (Hari)	Slump Rencana (mm)	Hasil Slump yang diperoleh (mm)
1	7	60-180	105
2	14	60-180	95
3	28	60-180	95

Sumber : Penelitian (2023)

4.6.3 Perawatan benda uji

Setelah proses pembuatan sampel benda uji beton dilakukan perawatan terhadap benda uji dengan cara perawatan curing pada kolam perendaman beton.



Gambar 4.16 Perawatan Perendaman Sampel Beton
Sumber : Penelitian (2023)

4.6.4 Penimbangan benda uji

Proses penimbangan beton dilakukan setelah beton sudah kering dan siap untuk diuji kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 4.17



Gambar 4. 17 Penimbangan Sampel Beton
Sumber : Penelitian (2023)

Tabel 4.53 Berat Benda Uji Beton

No	Umur Beton	Berat Benda Uji (kg)	Rata-rata (kg)
1	7 Hari	12,680	12,617
2		12,705	
3		12,465	
1	14 Hari	12,705	12,630
2		12,505	
3		12,680	
1	28 Hari	12,825	12,713
2		12,675	
3		12,640	

Sumber : Penelitian (2023)

4.6.5 Pengujian kuat tekan beton

Berdasarkan SNI 03 - 1974-1990 pengujian kuat tekan beton dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Penampang} &= \pi \times r^2 \dots\dots\dots(54) \\
 &= \frac{22}{7} \times (7,5)^2 \\
 &= 176,786 \text{ cm}^2 \\
 &= 17678,6 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Dari data pengujian diperoleh :

$$\begin{aligned}
 \text{Sampel BS 1 umur 7 hari (MPa)} &= \frac{\text{Bacaan dial (kN)} \times 1000 \text{ (N)}}{\text{Luas penampang}} \dots\dots\dots(55) \\
 &= \frac{317,1 \times 1000}{17678,6} \\
 &= 17,94 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Hasil dari pengujian beton dapat dilihat pada tabel 4.54 dibawah ini.



Gambar 4.18 Pengujian Kuat Tekan Beton
Sumber : Penelitian (2023)

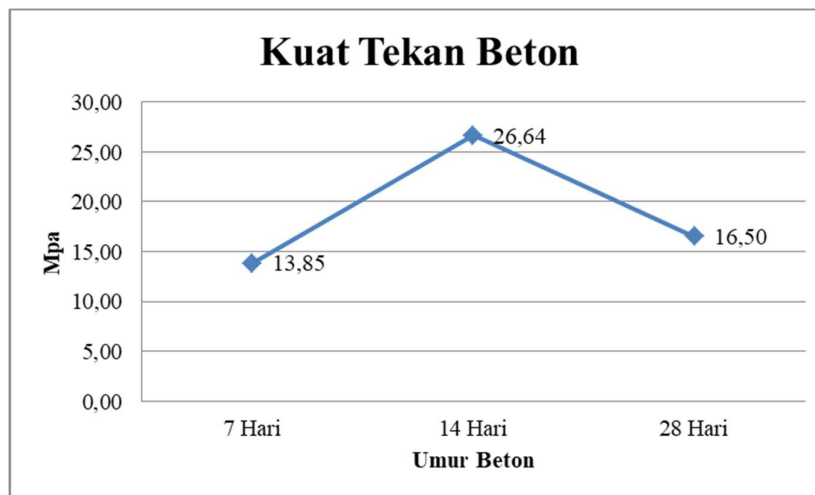
Tabel 4.54 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Luas Penampang (cm ²)	Bacaan Dial (kN)	Kuat Tekan (MPa)
Pengujian Umur 7 Hari			
BS 1	17678,6	317,1	17,94
BS 2		202,9	11,48
BS 3		214,3	12,12
Rata-rata		244,8	13,85
Pengujian Umur 14 Hari			
BS 1	17678,6	438,1	24,78
BS 2		460,3	26,04
BS 3		514,4	29,10
Rata-rata		470,9	26,64
Pengujian Umur 28 Hari			
BS 1	17678,6	355,2	20,09
BS 2		243,1	13,75
BS 3		277,0	15,67
Rata-rata		291,77	16,50

Sumber : Penelitian (2023)

Berdasarkan hasil pembuatan benda uji beton pada umur 7 hari didapatkan berat rata-rata beton sebesar 12,617 kg atau 2,380 m³ sedangkan pada umur 14 hari didapatkan berat rata-rata beton sebesar 12,630 kg atau 2,383 m³ dan pada umur 28 hari didapatkan berat rata-rata sebesar 12,713 atau 2,398 m³. Pada pengujian slump rata-rata beton umur 7 hari didapatkan nilai slump sebesar 105 mm sedangkan pada umur 14 dan 28 hari didapatkan nilai slump sebesar 95 mm.

Berdasarkan pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari rata-rata nilai yang didapatkan yaitu sebesar 244,8 kN atau 13,85 MPa dan pada umur 14 hari mendapat hasil kuat tekan rata-rata dengan nilai 470,9 kN atau 26,64 MPa sedangkan pada umur 28 hari mendapatkan hasil kuat tekan rata-rata 291,77 kN atau 16,50 MPa. Berdasarkan SNI 6880-2016 beton dapat digunakan sebagai beton struktural apabila minimal kuat tekan beton sebesar 17 MPa, sedangkan beton dengan kuat tekan dibawah 17 MPa tidak dapat digunakan sebagai beton struktural.



Gambar 4.19 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton
Sumber : Penelitian (2023)

Pengujian kuat tekan beton dengan mutu rencana sebesar 30 MPa pada beton umur 7 hari mendapatkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 13,85 MPa dan pada umur 14 hari mendapatkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 26,64 MPa dan pada beton umur 28 hari mendapatkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 16,50 MPa.

Penyebab terjadinya penurunan mutu beton yaitu : 1) penggunaan agregat kasar yang digunakan merupakan batu yang dipecah secara manual untuk per 3 sampelnya yang tidak diambil pada tempat yang sama, kemudian dari proses pembuatan sampel beton yang dilakukan secara tidak bersamaan atau tidak dalam satu adukan untuk berbagai variasi umur betonnya. 2) Tidak homogenya jenis agregat kasar. 3) Agregat kasar yang digunakan merupakan jenis batu gamping atau kapur sehingga semakin banyak penggunaan dari batu kapur dapat membuat beton keropos atau korosif.