

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

5.1.1 Hasil Uji Kadar Air

Dari sampel silinder beton yang telah berumur 14 hari dan di oven selama 3 hari setelah itu direndam selama 24 jam, maka didapat kadar air seperti ditunjukkan pada tabel 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5. Selanjutnya dihitung kadar air dengan menggunakan rumus 5.1.

$$\text{Kadar air} = \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\% \quad (5.1)$$

Tabel 5.1 Hasil Uji Kadar Air dengan Jenis Beton tanpa Batu Lintang (Kalsit)
Umur 14 Hari

Kode	Berat kering (Wk) (kg)	Berat basah (Wb) (kg)
BN 01	11,980	12,575
BN 02	11,837	12,435
Rata-rata	11,909	12,505

$$\text{Kadar air} = \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = \frac{12,505 - 11,909}{11,909} \times 100\% = 5\%$$

Tabel 5.2 Hasil Uji Kadar Air dengan Jenis Beton Variasi Batu Lintang (Kalsit)
5% Umur 14 Hari

Kode	Berat kering (Wk) (kg)	Berat basah (Wb) (kg)
BL 01	11,979	12.621
BL 02	12,067	12.677
Rata-rata	12,023	12.649

$$\text{Kadar air} = \frac{Wb - Wk}{Wk} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = \frac{12,649 - 12,023}{12,023} \times 100\%$$

$$= 5,2\%$$

Tabel 5.3 Hasil Uji Kadar Air dengan Jenis Beton Variasi Batu Lintang (Kalsit)
10% Umur 14 Hari

Kode	Berat kering (Wk) (kg)	Berat basah (Wb) (kg)
BL 01	11,867	12,530
BL 02	11,807	12,439
Rata-rata	11,837	12,485

$$\text{Kadar air} = \frac{Wb - Wk}{Wk} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = \frac{12,485 - 11,837}{11,837} \times 100\%$$

$$= 5,5\%$$

Tabel 5.4 Hasil Uji Kadar Air dengan Jenis Beton Variasi Batu Lintang (Kalsit)
15% Umur 14 Hari

Kode	Berat kering (Wk) (kg)	Berat basah (Wb) (kg)
BL 01	11,747	12,517
BL 02	11,691	12,434
Rata-rata	11,719	12,476

$$\text{Kadar air} = \frac{Wb - Wk}{Wk} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = \frac{12,476 - 11,719}{11,719} \times 100\%$$

$$= 6,5\%$$

Tabel 5.5 Hasil Uji Kadar Air dengan Jenis Beton Variasi Batu Lintang (Kalsit)
20% Umur 14 Hari

Kode	Berat kering (Wk) (kg)	Berat basah (Wb) (kg)
BL 01	11,832	12,825
BL 02	12,112	12,756
Rata-rata	11,972	12,791

$$\text{Kadar air} = \frac{Wb - Wk}{Wk} \times 100\%$$

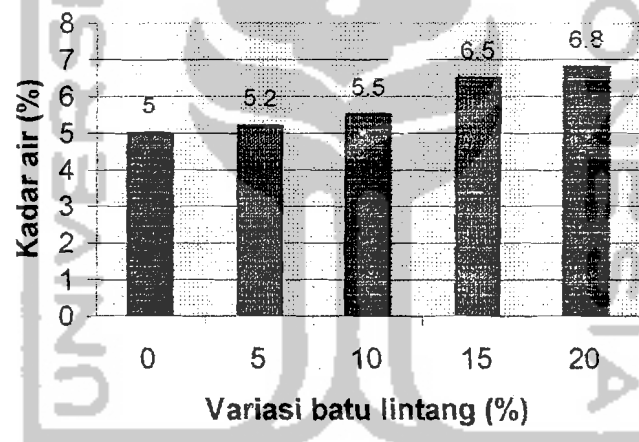
$$\text{Kadar air} = \frac{12,791 - 11,972}{11,972} \times 100\%$$

$$= 5,8\%$$

Data- data dari hasil pengujian kadar air rata-rata silinder beton dapat dilihat pada tabel 5.6 dan bila dibuat suatu grafik batang yang menghubungkan antara variasi campuran batu lintang terhadap kadar air ditunjukkan pada gambar 5.1.

Tabel 5.6 Data Kadar Air Rata-rata Silinder Beton

No	Variasi Batu Lintang	Kadar Air (%)
1	0%	5
2	5%	5,2
3	10%	5,5
4	15%	6,5
5	20%	6,8



Gambar 5.1 Grafik Kadar Air Untuk Berbagai Variasi Batu Lintang pada Umur Beton 14 Hari.

5.1.2 Hasil Uji Kuat Desak Beton

Dari hasil pengujian desak beton terhadap benda uji yang telah berumur 28 hari, maka diperoleh hasil kuat desak dan berat jenis beton yang ditunjukkan pada tabel 5.7, 5.8, 5.9, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16 Selanjutnya dianalisis terhadap kuat desak karakteristiknya, dengan rumus sebagai berikut :

$$f^1c = f^1cr - k.sd \quad (5.2)$$

Dimana : f^1c = kuat desak karakteristik beton (Mpa)

f^1cr = kuat desak rata-rata benda uji (Mpa)

k = tetapan deviasi, dengan defektif (kegagalan) 5%, diambil
1,64

sd = standar deviasi (Mpa) yang dihitung dengan rumus :

$$sd = \sqrt{\frac{\sum(f^1ci - f^1cr)^2}{n-1}} \quad (5.3)$$

Dimana : n = banyaknya sampel benda uji.

f^1ci = kekuatan beton yang diperoleh dari masing-masing benda uji .

$$f^1cr = \sum_{i=1}^n f^1ci / n \quad (5.4)$$

Tabel 5.7 Hasil Kuat Desak Beton dengan Jenis Beton tanpa Batu Lintang (Kalsit)
0% Umur 28 Hari

Kode	Berat (kg)	Luas (cm ²)	Beban maks (KN)	f _{ci} (Mpa)	(f _{ci} - f _{cr}) (Mpa)	(f _{ci} - f _{cr}) ² (Mpa)
BN 01	12,453	175,538	870	50,538	-1,718	2,950
BN 02	12,320	174,000	840	49,058	-3,198	10,228
BN 03	12,250	172,499	760	44,926	-7,329	53,725
BN 04	12,481	175,069	900	52,421	0,165	0,027
BN 05	12,495	176,008	860	49,823	-2,432	5,914
BN 06	12,609	175,538	930	54,024	1,768	3,125
BN 07	12,599	177,895	950	54,454	2,198	4,833
BN 08	12,483	176,715	950	54,818	2,562	6,564
BN 09	12,550	177,186	850	48,917	-3,339	11,147
BN 10	12,573	176,479	950	54,891	2,635	6,945
BN 11	12,684	175,773	940	54,531	2,276	5,179
BN 12	12,810	179,150	945	53,788	1,532	2,348
BN 13	12,890	178,842	935	53,311	1,055	1,113
BN 14	12,605	177,422	945	54,312	2,056	4,228
BN 15	12,672	176,479	935	54,025	1,769	3,127
				783,839		121,454

$$f'_{cr} = \sum_{i=1}^n f'_{ci} / n = 783,839 / 15 = 52,256 \text{ Mpa}$$

$$sd = \sqrt{\frac{\sum (f'_{ci} - f'_{cr})^2}{n-1}} = \sqrt{(121,454 / 14)} = 3,181 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} f'_{lc} &= f'_{cr} - k \cdot sd \\ &= 52,256 - 1,64 \times (1,16 \times 3,181) \\ &= 46,204 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Tabel 5.8 Perhitungan Berat Jenis Beton untuk Beton Tanpa Batu Lintang 0 %
Umur 28 Hari

Kode	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Bj = Berat/Volume (gr/cm ³)
BN 01	12,453	5246,831	2,373
BN 02	12,320	5236,254	2,353
BN 03	12,250	5168,070	2,370
BN 04	12,481	5260,823	2,372
BN 05	12,495	5287,280	2,363
BN 06	12,609	5273,162	2,391
BN 07	12,599	5326,176	2,365
BN 08	12,483	5283,779	2,362
BN 09	12,550	5340,386	2,350
BN 10	12,573	5297,899	2,373
BN 11	12,684	5313,618	2,387
BN 12	12,810	5387,041	2,378
BN 13	12,890	5397,452	2,388
BN 14	12,605	5303,144	2,377
BN 15	12,672	5310,253	2,386
	Σ Bj	→	35,591

$$Bj \text{ campuran} = \frac{\Sigma Bj}{n}$$

$$= \frac{35,591}{15}$$

$$= 2,372 \text{ gr/cm}^3$$

Tabel 5.9 Hasil Kuat Desak Beton dengan Jenis Beton Batu Lintang (Kalsit) 5%
Umur 28 Hari

Kode	Berat (kg)	Luas (cm ²)	Beban maks (KN)	f ^{ci} (Mpa)	(f ^{ci} - f ^{cr}) (Mpa)	(f ^{ci} - f ^{cr}) ² (Mpa)
BBL 01	12,672	176,008	945	54,748	0,935	0,874
BBL 02	12,533	177,422	935	53,737	-0,076	0,006
BBL 03	12,872	178,842	935	53,310	-0,503	0,253
BBL 04	12,413	176,008	900	52,141	-1,672	2,797
BBL 05	12,481	176,244	935	54,097	0,283	0,079
BBL 06	12,508	176,244	890	51,493	-2,321	5,386
BBL 07	12,525	177,186	980	56,3986	2,585	6,682
BBL 08	12,554	175,538	920	53,443	-0,371	0,137
BBL 09	12,788	180,267	910	51,475	-2,334	5,469
BBL 10	12,558	177,186	935	53,808	-0,005	2,291
BBL 11	12,535	179,316	960	54,591	0,778	0,605
BBL 12	12,702	177,683	970	55,667	1,853	3,435
BBL 13	12,841	177,683	915	52,511	-1,303	1,698
BBL 14	12,769	178,131	935	53,523	-0,290	0,084
BBL 15	12,737	176,715	975	56,261	2,447	5,987
				807,206		33,492

$$f^{cr} = \sum_{i=1}^n f^{ci} / n = 807,206 / 15 = 53,814 \text{ Mpa}$$

$$sd = \sqrt{\frac{\sum (f^{ci} - f^{cr})^2}{n-1}} = \sqrt{(33,492 / 14)} = 1,547 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} f^c &= f^{cr} - k \cdot sd \\ &= 53,814 - 1,64 \times (1,16 \times 1,547) \\ &= 50,871 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Tabel 5.10 Perhitungan Berat Jenis Beton untuk Beton Batu Lintang 5%

Umur 28 Hari

Kode	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Bj =Berat/Volume (gr/cm ³)
BN 02	12,533	5335,079	2,349
BN 03	12,872	5411,759	2,379
BN 04	12,413	5285,546	2,348
BN 05	12,481	5296,081	2,357
BN 06	12,508	5320,806	2,351
BN 07	12,525	5370,508	2,332
BN 08	12,554	5299,492	2,369
BN 09	12,788	5465,659	2,339
BN 10	12,558	5347,473	2,348
BN 11	12,535	5383,066	2,329
BN 12	12,702	5414,001	2,346
BN 13	12,841	5378,464	2,387
BN 14	12,769	5404,495	2,362
BN 15	12,737	5319,122	2,394
		Σ Bj →	35,371

$$\begin{aligned}
 \text{Bj campuran} &= \frac{\Sigma \text{Bj}}{n} \\
 &= \frac{35,371}{15} \\
 &= 2,358 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

Tabel 5.11 Hasil Kuat Desak Beton dengan Jenis Beton Batu Lintang (Kalsit) 10%
Umur 28 Hari

Kode	Berat (kg)	Luas (cm ²)	Beban maks (KN)	f ^{ci} (Mpa)	(f ^{ci} - f ^{cr}) (Mpa)	(f ^{ci} - f ^{cr}) ² (Mpa)
BBL 01	12,379	174,764	820	47,845	-1,692	2,864
BBL 02	12,341	175,069	820	47,761	-1,776	3,153
BBL 03	12,468	177,186	815	46,903	-2,634	6,938
BBL 04	12,470	177,422	890	51,151	1,614	2,605
BBL 05	12,645	177,186	850	48,917	-0,619	0,384
BBL 06	12,559	180,505	840	47,453	-2,084	4,343
BBL 07	12,593	177,658	720	41,325	-8,211	67,425
BBL 08	12,637	180,743	880	49,647	0,110	0,012
BBL 09	12,468	176,479	850	49,113	-0,424	0,179
BBL 10	12,588	176,008	890	51,562	2,025	4,101
BBL 11	12,647	177,422	740	42,530	-7,007	49,096
BBL 12	12,935	178,842	910	51,886	2,348	5,515
BBL 13	12,741	178,605	950	54,238	4,701	22,098
BBL 14	12,656	177,422	970	55,749	6,213	38,588
BBL 15	12,729	177,186	990	56,974	7,437	55,312
				743,055		262,614

$$f^{cr} = \sum_{i=1}^n f^{ci} / n = 743,055 / 15 = 49,537 \text{ Mpa}$$

$$sd = \sqrt{\frac{\sum (f^{ci} - f^{cr})^2}{n-1}} = \sqrt{(262,614 / 14)} = 4,331 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} f^c &= f^{cr} - k \cdot sd \\ &= 49,537 - 1,64 \times (1,16 \times 4,331) \\ &= 41,298 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Tabel 5.12 Perhitungan Berat Jenis Beton untuk Beton Batu Lintang 10%

Umur 28 Hari

Kode	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Bj =Berat/Volume (gr/cm ³)
BN 01	12,379	5256,901	2,3548
BN 02	12,341	5267,826	2,343
BN 03	12,468	5375,823	2,319
BN 04	12,470	5319,112	2,344
BN 05	12,645	5375,823	2,352
BN 06	12,559	5395,294	2,328
BN 07	12,593	5351,059	2,353
BN 08	12,637	5438,557	2,324
BN 09	12,468	5322,607	2,342
BN 10	12,588	5296,081	2,377
BN 11	12,647	5354,596	2,362
BN 12	12,935	5451,104	2,373
BN 13	12,741	5399,229	2,359
BN 14	12,656	5377,661	2,353
BN 15	12,729	5398,857	2,358
Σ Bj →			35,243

$$Bj \text{ campuran} = \frac{\Sigma Bj}{n}$$

$$= \frac{35,243}{15}$$

$$= 2,350 \text{ gr/cm}^3$$

Tabel 5.13 Hasil Kuat Desak Beton dengan Jenis Beton Batu Lintang (Kalsit) 15%
Umur 28 Hari

Kode	Berat (kg)	Luas (cm ²)	Beban maks (KN)	f'_{ci} (Mpa)	$(f'_{ci} - f'_{cr})$ (Mpa)	$(f'_{ci} - f'_{cr})^2$ (Mpa)
BBL 01	12,665	176,479	770	44,491	-2,511	6,305
BBL 02	12,579	176,244	820	47,443	0,441	0,195
BBL 03	12,715	179,079	850	48,400	1,398	1,955
BBL 04	12,725	178,131	830	47,513	0,511	0,261
BBL 05	12,616	177,186	815	46,903	-0,099	0,010
BBL 06	12,627	176,244	840	48,600	1,598	2,554
BBL 07	12,64	176,479	820	47,380	0,378	0,1423
BBL 08	12,602	175,773	850	49,310	2,309	5,330
BBL 09	12,686	176,479	870	50,269	3,267	10,673
BBL 10	12,724	178,842	680	38,771	-8,230	67,740
BBL 11	12,714	179,791	880	49,910	2,908	8,457
BBL 12	12,289	177,658	820	47,065	0,064	0,004
BBL 13	12,53	176,95	760	43,796	-3,206	10,277
BBL 14	12,494	177,186	825	47,478	0,477	0,227
BBL 15	12,603	175,304	820	47,697	0,696	0,484
				705,028		114,615

$$f'_{cr} = \sum_{i=1}^n f'_{ci} / n = 705,028 / 15 = 47,002 \text{ Mpa}$$

$$sd = \sqrt{\frac{\sum (f'_{ci} - f'_{cr})^2}{n-1}} = \sqrt{(114,615/14)} = 2,861 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} f'_{c} &= f'_{cr} - k \cdot sd \\ &= 47,002 - 1,64 \times (1,16 \times 2,861) \\ &= 41,579 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Tabel 5.14 Perhitungan Berat Jenis Beton untuk Beton Batu Lintang 15%
Umur 28 Hari

Kode	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Bj = Berat/Volume (gr/cm ³)
BN 01	12,665	5384,370	2,352
BN 02	12,579	5338,430	2,356
BN 03	12,715	5402,810	2,353
BN 04	12,725	5359,960	2,374
BN 05	12,616	5393,540	2,339
BN 06	12,627	5320,810	2,373
BN 07	12,640	5359,670	2,358
BN 08	12,602	5315,380	2,371
BN 09	12,686	5366,730	2,364
BN 10	12,724	5451,100	2,334
BN 11	12,714	5411,710	2,349
BN 12	12,289	5317,300	2,311
BN 13	12,530	5303,190	2,363
BN 14	12,494	5349,250	2,336
BN 15	12,603	5316,970	2,370
	Σ Bj	→	35,305

$$\begin{aligned}
 \text{Bj campuran} &= \frac{\Sigma \text{Bj}}{n} \\
 &= \frac{35,305}{15} \\
 &= 2,356 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

Tabel 5.15 Hasil Kuat Desak Beton dengan Jenis Beton Batu Lintang (Kalsit) 20%
Umur 28 Hari

Kode	Berat (kg)	Luas (cm ²)	Beban maks (KN)	f'_{ci} (Mpa)	$(f'_{ci} - f'_{cr})$ (Mpa)	$(f'_{ci} - f'_{cr})^2$ (Mpa)
BBL 01	12,477	177,186	910	52,370	2,878	8,283
BBL 02	12,337	175,069	890	51,839	2,346	5,506
BBL 03	12,624	176,244	880	50,914	1,422	2,023
BBL 04	12,459	176,715	800	46,162	-3,330	11,087
BBL 05	12,668	176,479	840	48,535	-0,957	0,915
BBL 06	12,809	178,342	845	48,179	-1,313	1,724
BBL 07	12,434	176,479	860	49,691	0,199	0,040
BBL 08	12,835	177,895	830	47,576	-1,916	3,672
BBL 09	12,547	176,244	890	51,492	2,001	4,003
BBL 10	12,659	176,95	895	51,577	2,084	4,341
BBL 11	12,494	176,95	860	49,559	0,067	0,004
BBL 12	12,668	176,95	855	49,271	-0,222	0,049
BBL 13	12,562	176,479	780	45,069	-4,424	19,568
BBL 14	12,735	176,95	850	48,982	-0,510	0,260
BBL 15	12,598	178,368	895	51,166	1,674	2,801
				742,382		64,276

$$f'_{cr} = \sum_{i=1}^n f'_{ci} / n = 742,382 / 15 = 49,492 \text{ Mpa}$$

$$sd = \sqrt{\frac{\sum (f'_{ci} - f'_{cr})^2}{n-1}} = \sqrt{(64,276 / 14)} = 1,818 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} f'_{c} &= f'_{cr} - k \cdot sd \\ &= 49,492 - 1,64 \times (1,16 \times 1,818) \\ &= 46,033 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

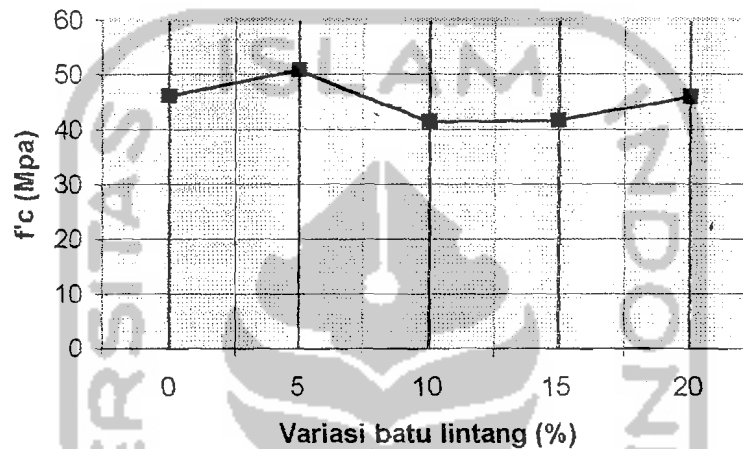
Tabel 5.16 Perhitungan Berat Jenis Beton untuk Beton Batu Lintang 20%
Umur 28 Hari

Kode	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Bj =Berat/Volume (gr/cm ³)
BN 01	12,477	5356,332	2,329
BN 02	12,337	5280,081	2,337
BN 03	12,624	5341,956	2,363
BN 04	12,459	5331,491	2,337
BN 05	12,668	5357,902	2,364
BN 06	12,809	5411,759	2,367
BN 07	12,434	5334,960	2,331
BN 08	12,835	5415,123	2,370
BN 09	12,547	5350,768	2,345
BN 10	12,659	5331,503	2,374
BN 11	12,494	5342,121	2,339
BN 12	12,668	5358,046	2,364
BN 13	12,562	5372,021	2,338
BN 14	12,735	5400,514	2,358
BN 15	12,598	5388,497	2,338
			35,255

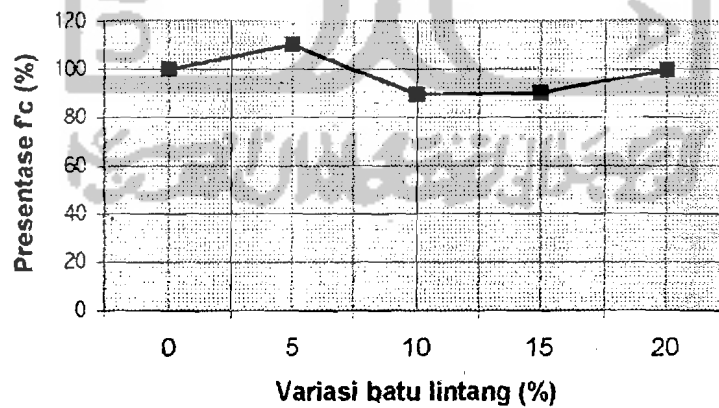
$$\begin{aligned}
 \text{Bj campuran} &= \frac{\Sigma \text{Bj}}{N} \\
 &= \frac{35,255}{15} \\
 &= 2.350 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

Tabel 5.17 Data Kuat Desak Karakteristik (f_c) Variasi Batu Lintang

Variasi (%)	Kuat Desak Karakteristik (f_c)	
	Mpa	Persentase (%)
0	46,204	100
5	50,871	110,101
10	41,298	89,382
15	41,579	89,990
20	46,033	99,629



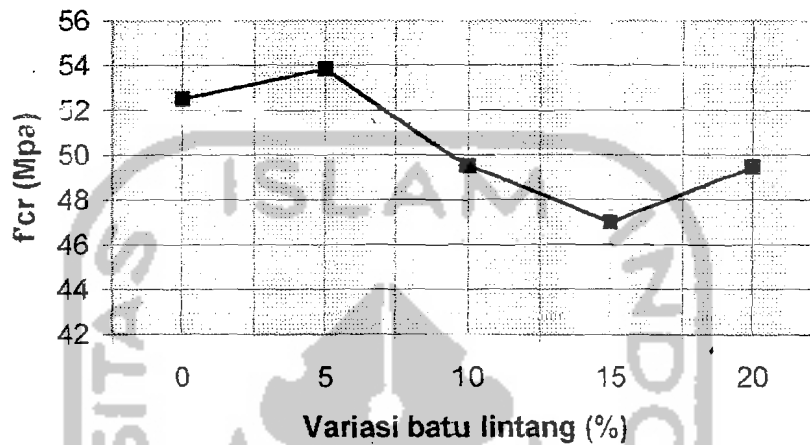
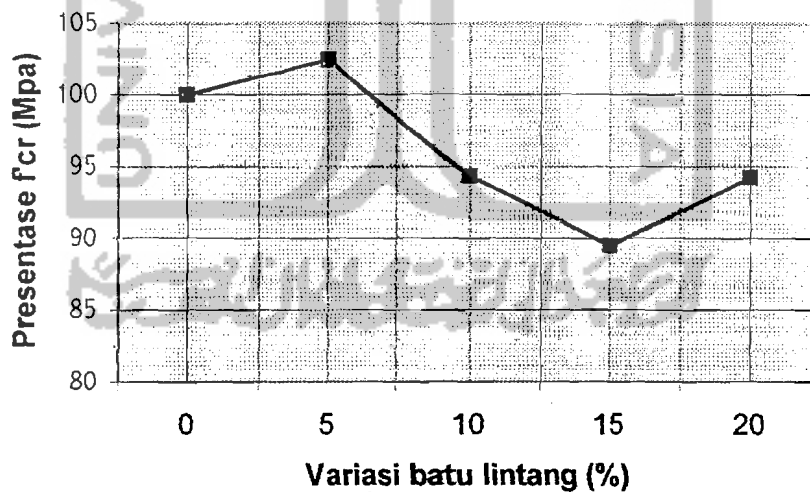
Gambar 5.2 Grafik Hubungan Antara Variasi Batu Lintang dengan Kuat Desak Karakteristik (f_c) pada umur beton 28 hari



Gambar 5.3 Grafik Hubungan Antara Variasi Batu Lintang dengan Presentase Kuat Desak Karakteristik (f_c) pada Umur Beton 28 hari

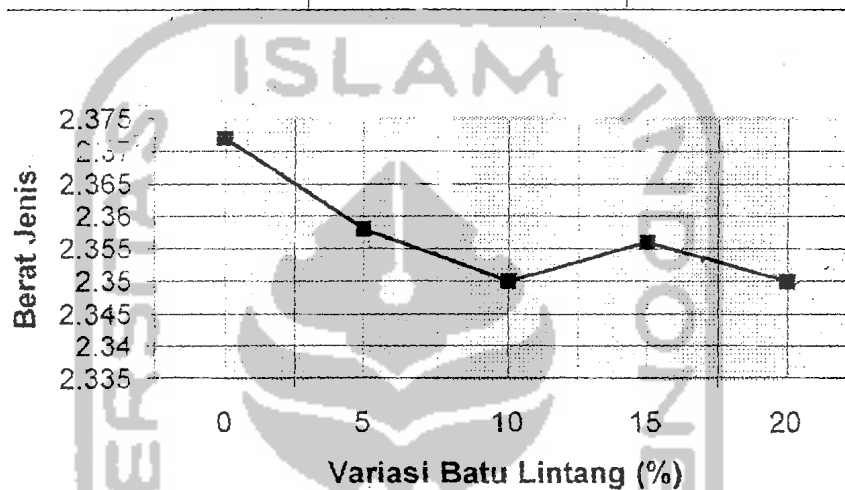
Tabel 5.18 Data Kuat Desak Karakteristik Rata-rata (f'_{cr}) Variasi Batu Lintang

Variasi (%)	Kuat Desak Karakteristik (f'_{cr})	
	Mpa	Persentase (%)
0	52,526	100
5	53,814	102,452
10	49,537	94,309
15	47,002	89,483
20	49,192	94,224

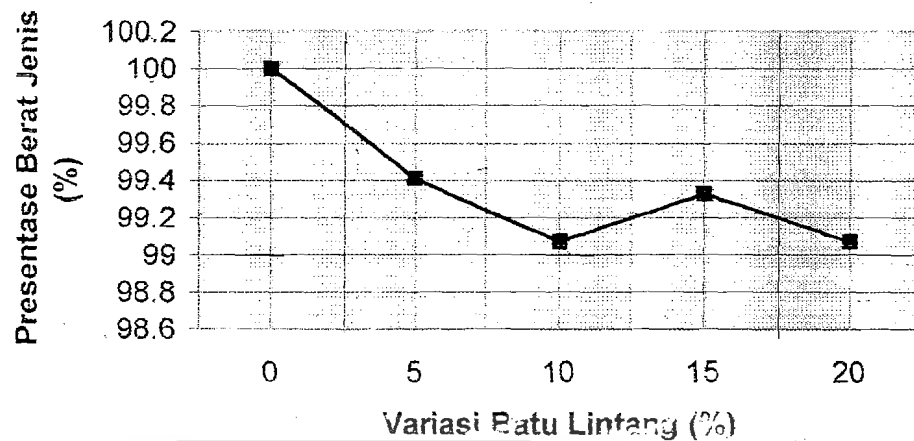
Gambar 5.4 Grafik Hubungan Antara Variasi Batu Lintang Dengan Kuat Desak Beton Rata-rata (f'_{cr}) pada Umur Beton 28 HariGambar 5.5 Grafik Hubungan Antara Variasi Batu Lintang Dengan Presentase Kuat Desak Beton Rata-rata (f'_{cr}) pada Umur Beton 28 Hari

Tabel 5.19 Berat Jenis Beton Terhadap Variasi Batu Lintang

Variasi (%)	Berat Jenis	
	(gr/cm ³)	Persentase (%)
0	2,372	100
5	2,358	99,410
10	2,350	99,073
15	2,356	99,325
20	2,350	99,073



Gambar 5.6 Grafik Hubungan Antara Variasi Batu Lintang dengan Berat Jenis Beton pada Umur 28 Hari



Gambar 5.7 Grafik Hubungan Antara Variasi Batu Lintang dengan Persentase Berat Jenis Beton pada Umur 28 Hari

4.1.3 Hasil Uji Kuat Tarik Beton

Hasil uji kuat tarik rata-rata beton untuk masing-masing persentase batu lintang dapat dilihat pada tabel 5.16 sampai 5.25 dan gambar 5.8 sampai 5.11 dan kuat tarik beton (f_{ct}) dihitung dengan rumus :

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \quad (5.5)$$

dimana : f_{ct} = kuat tarik silinder beton (Mpa)

P = beban (KN)

L = panjang silinder (cm)

D = diameter (cm)

Tabel 5.20 Hasil Kuat Tarik Beton dengan Jenis Beton tanpa Batu Lintang (kalsit) 0%

Kode	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat jenis (kg/cm ³)	Beban Maks	fct	fct rata- rata
BNT 1	15,08	30,27	12,836	5406,373	0,002374	230	3,271	3,202
BNT 2	15,02	30,32	12,824	5372,279	0,002387	240	3,421	
BNT 3	14,92	29,86	12,326	5220,573	0,002361	200	2,914	

Tabel 5.21 Hasil Kuat Tarik Beton dengan Jenis Beton dengan Batu Lintang (kalsit) 5%

Kode	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat jenis (kg/cm ³)	Beban Maks	fct	fct rata- rata
BLT 1	15,02	30,26	12,643	5361,648	0,002358	290	4,144	3,767
BLT 2	14,98	30,21	12,449	5324,361	0,002338	290	4,162	
BLT 3	15,10	28,72	12,621	5143,149	0,002454	200	2,995	

Tabel 5.22 Hasil Kuat Tarik Beton dengan Jenis Beton dengan Batu Lintang (kalsit) 10%

Kode	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat jenis (kg/cm ³)	Beban Maks	fct	fct rata- rata
BLT 1	15,09	30,13	12,625	5388,509	0,002342	205	2,928	2,984
BLT 2	15,00	29,94	12,659	5290,847	0,002393	220	3,182	
BLT 3	15,07	30,32	12,633	5408,118	0,002336	200	2,843	

Tabel 5.23 Hasil Kuat Tarik Beton dengan Jenis Beton dengan Batu Lintang (kalsit) 15%

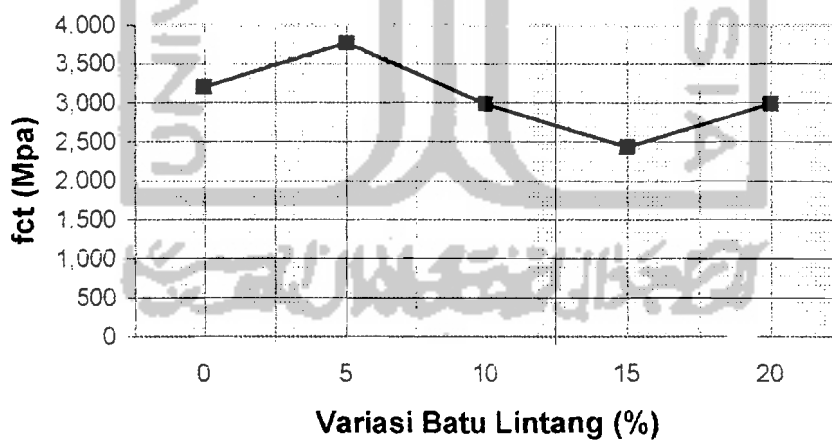
Kode	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat jenis (kg/cm ³)	Beban Maks	fct	fct rata- rata
BLT 1	15,09	30,45	12,873	5445,739	0,002364	195	2,756	2,434
BLT 2	15,06	30,04	12,571	5351,035	0,002349	140	2,010	
BLT 3	14,97	30,10	12,394	5297,841	0,002339	176	2,537	

Tabel 5.24 Hasil Kuat Tarik Beton dengan Jenis Beton dengan Batu Lintang (kalsit) 20%

Kode	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat jenis (kg/cm ³)	Beban Maks	fct	fct rata- rata
BLT 1	15,34	29,81	12,594	5509,378	0,002286	142	2,017	2,994
BLT 2	15,02	30,37	12,673	5381,143	0,002355	207	2,947	
BLT 3	14,96	30,25	12,566	5317,144	0,002363	280	4,019	

Tabel 5.25 Kuat Tarik Karakteristik Rata-rata (fct) Variasi Batu Lintang

Variasi (%)	Kuat Tarik Karakteristik (fct)	
	(Mpa)	Persentase (%)
0	3,202	100
5	3,767	117,645
10	2,984	93,192
15	2,434	76,015
20	2,994	93,504

**Gambar 5.8** Grafik Hubungan Antara Variasi Batu Lintang dengan Kuat Tarik Karakteristik Beton Rata-rata pada Umur 28 Hari

5.2 Pembahasan

5.2.1 Kadar Air

Dari hasil pengujian kadar air terhadap silinder beton yang telah berumur 14 hari dengan variasi batu lintang 0%, 5%, 10%, 15%, 20% kemudian dimasukan kedalam oven selama 3 hari dengan suhu ruang 110° C. Dari hasil pengujian ini didapat kadar air seperti terlihat pada tabel 5.6 dan gambar 5.1 menunjukkan bahwa, semakin besar kandungan persentase batu lintang terhadap beton maka kadar air akan semakin meningkat.

Penurunan berat jenis beton pada penambahan batu lintang disebabkan oleh karena silt atau debu, jika terdapat dalam jumlah yang berlebihan akan menambah permukaan agregat sehingga jumlah air yang diperlukan untuk membasahi semua butiran dalam campuran beton juga meningkat. Hal ini terbukti dengan besarnya kadar penyerapan air dengan variasi batu lintang 20% sebesar 36% terhadap beton tanpa batu lintang (beton normal).

5.2.2 Kuat Desak Beton

Pengujian kuat desak beton dengan benda uji silinder (15 cm x 30 cm), dilaksanakan pada umur beton 28 hari untuk pemakaian batu lintang 0%, 5%, 10%, 15%, 20%. Kuat desak yang paling maksimum diperoleh dengan variasi batu lintang sebesar 5 % walaupun demikian terjadi penurunan kuat desak beton dengan menggunakan batu lintang pada variasi 10%, 15%, 20%.

Beton tanpa batu lintang (beton normal) pada umur 28 hari memiliki kuat desak sebesar (f_c) 46,204 Mpa, sedangkan kuat desak untuk beton yang

menggunakan variasi batu lintang 5% dari berat semen memiliki kuat desak sebesar (f_c) sebesar 50,871 Mpa atau mengalami kenaikan sebesar 10,101% dibandingkan dengan beton tanpa menggunakan batu lintang. Penggunaan batu lintang sebesar 5% dapat mengurangi kebutuhan semen sebesar 35,2 kg dari berat total semen sebesar 704 kg untuk setiap $1m^3$ adukan beton.

Kandungan silika dalam batu lintang (kalsit) sebesar 0,01% akan menyebabkan peningkatan kekuatan pada beton. Hal ini disebabkan oleh adanya kemampuan dari silika untuk bereaksi dengan kalsium hidroksida pada saat berlangsungnya hidrasi semen yang akan membentuk kalsium silikat hidrat, sehingga dapat mengurangi pembentukan kalsium hidroksida yang merupakan zat sisa hasil reaksi yang dapat menyebabkan menurunnya kekuatan beton.

Walaupun beton yang memakai variasi batu lintang mengalami peningkatan kekuatan pada variasi 5% namun akan menurun pada variasi $> 5\%$, hal ini disebabkan oleh bertambahnya faktor air semen. Peningkatan faktor air semen ini terjadi karena pada hasil uji kadar air menunjukkan bahwa semakin tinggi variasi batu lintang semakin tinggi pula kadar airnya, sehingga mengakibatkan menurunnya kekuatan dan daya tahan beton.

Mekanisme terjadinya pengaruh batu lintang sebagai filler terhadap kuat desak beton adalah terisinya pori-pori, yang sebelumnya terisi air yang terperangkap, oleh gel yang dihasilkan dari reaksi kapur bebas + batu lintang. Pada beton tanpa batu lintang, daerah transisi (transition zone) berisi air yang terjebak oleh partikel – partikel semen dan selanjutnya menguap meninggalkan

daerah yang porous. Keadaan porous ini menyebabkan kekuatan beton relatif rendah.

Bila dilihat dari hasil hitungan berat jenis beton pada tabel 5.19, maka semakin tinggi kadar batu lintang semakin menurun berat jenisnya. Hal ini terjadi karena kepadatan dari betonnya semakin kecil sehingga porositas yang terjadi semakin besar yang mengakibatkan turunnya kuat desak beton.

5.2.3 Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tarik beton dengan benda uji silinder (15 cm x 30 cm) dilaksanakan pada umur beton 28 hari untuk pemakaian batu lintang 0%, 5%, 10%, 15%, 20%. Kuat tarik yang paling maksimum diperoleh dengan variasi batu lintang sebesar 5 % walaupun demikian terjadi penurunan kuat tarik beton dengan menggunakan batu lintang pada variasi 10%, 15%, 20%.

Beton tanpa batu lintang (beton normal) pada umur 28 hari memiliki kuat tarik sebesar (f_c) 3,202 Mpa, sedangkan kuat tarik untuk beton yang menggunakan variasi batu lintang 5% dari berat semen memiliki kuat tarik sebesar (f_c) sebesar 3,767 Mpa atau mengalami kenaikan sebesar 17,645% dibandingkan dengan beton tanpa menggunakan batu lintang. Penggunaan batu lintang sebesar 5% dapat mengurangi kebutuhan semen sebesar 35,2 kg dari berat total semen sebesar 704 kg untuk setiap 1m^3 adukan beton.

5.2.4 Hubungan Kuat Desak dengan Kuat Tarik Beton

Kekuatan tarik f_{ct} dari percobaan pebelahan silinder telah ditemukan sebanding dengan $\sqrt{f_c}$ sedemikian sehingga diperoleh (Wang dan Salmon, 1993):

$$f_{ct} = 0,5 \sqrt{f_c} \text{ sampai } 0,6 \sqrt{f_c} \text{ untuk beton berbobot biasa.}$$

Dari hasil penelitian diperoleh nilai koefisien hubungan antara kuat tarik dan kuat desak beton pada umur 28 hari yang dapat dilihat pada tabel 5.26.

Tabel 5.26 Nilai koefisien hubungan antara kuat tarik dengan kuat desak beton.

Benda uji	BL (%)	Umur test (hari)	Nilai koefisien
BN	0	28	0,442
BBL	5	28	0,514
BBL	10	28	0,424
BBL	15	28	0,355
BBL	20	28	0,426

Dari tabel 5.26 terlihat bahwa nilai koefisien mengalami perubahan menjadi lebih kecil dibandingkan dengan nilai koefisien menurut Wang dan Salmon. Dari penelitian diperoleh bahwa :

$$f_{ct} = 0,355 \sqrt{f_c} \text{ sampai } 0,514 \sqrt{f_c} \text{ Mpa}$$

Dari rumus diatas didapatkan penurunan nilai koefisien kuat tarik terhadap kuat desak beton dibandingkan dengan beton berbobot biasa.