

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian

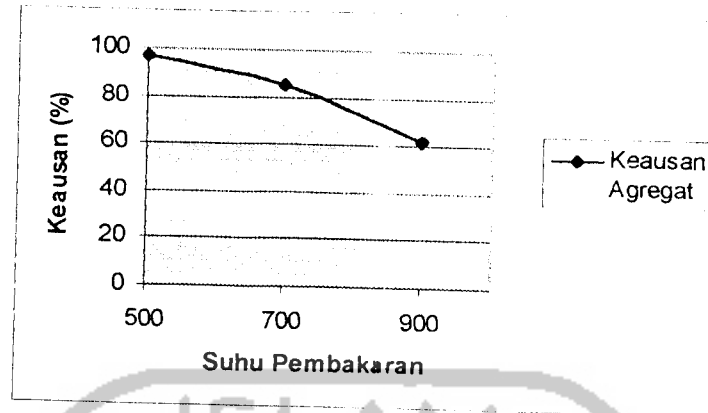
Dari penelitian ini didapat dua macam hasil, yaitu hasil penentuan karakteristik agregat kasar, meliputi berat jenis, keausan, serapan air, dan hasil pengujian silinder beton. Pengujian silinder beton meliputi perhitungan berat volume dan kuat desak beton pada saat beton berumur 28 hari. Penelitian dilakukan di laboratorium Jalan Raya dan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.

5.1.1 Hasil Penentuan Keausan Agregat Kasar

Penentuan keausan agregat, adalah untuk mengetahui kekerasan atau kekuatan dari agregat kasar. Penentuan keausan agregat hanya untuk tiap variasi suhu pembakaran dengan penambahan abu sekam sebanyak 10 %, hal ini karena keterbatasan jumlah agregat yang teraedia. Hasil penentuan keausan tersebut seperti tercantum pada tabel 5.1 dan gambar 5.1 berikut ini :

Tabel 5.1 Keausan Agregat Kasar dari Tanah Liat Bakar

Suhu Pembakaran Agregat Kasar (°C)	500	700	900
Keausan Agregat Kasar (%)	96.84	85.06	61.69



Gambar 5.1 Grafik Hubungan antara Suhu Pembakaran dengan Keausan Agregat

Dari tabel 5.1 dan grafik 5.1 di atas terlihat bahwa semakin besar suhu pembakaran agregat, akan memberikan nilai keausan yang kecil. Semakin kecil nilai keausan agregat, berarti semakin tinggi kekerasannya. Persyaratan dimana agregat kasar tidak terjadi pembubukan lebih dari 24 % pada fraksi 9,5 – 19 mm, dan 22 % pada fraksi 19 – 30 mm, serta tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50 % hanya berlaku pada beton normal. Pada beton dengan agregat ringan persyaratan di atas tidak berlaku.

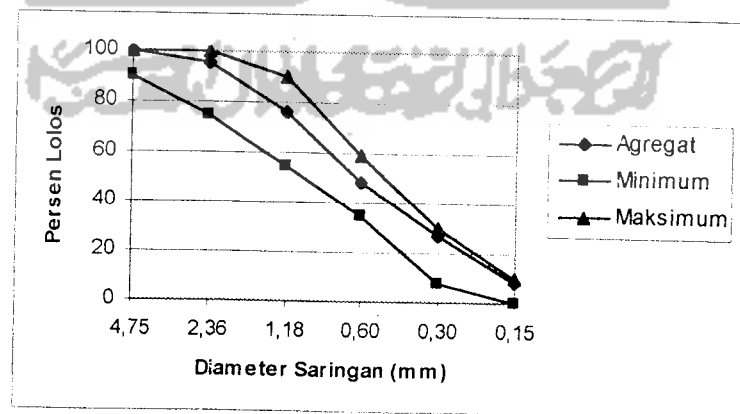
5.1.2 Hasil Penentuan Gradasi Agregat

Penentuan gradasi agregat terdiri dari gradasi pasir dan agregat kasar dari tanah liat bakar. Penentuan gradasi ini dilakukan hanya untuk tiap variasi suhu pembakaran agregat dan penambahan abu sekam sebanyak 5 %, hal ini dikarenakan keterbatasan jumlah agregat. Hasil dari penentuan gradasi agregat seperti pada tabel 5.2 - 5.5 dan gambar 5.2 – 5.5 berikut ini :

Tabel 5.2 Gradasi Pasir Asal Kali Krasak

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat lolos Saringan (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Syarat British Standard Daerah II (Kardiyono)
4.75	0	0	100	0	90.0-100
2.36	71.0	4.7333	95.2667	4.7333	75.0-100
1.18	287	19.1334	76.1333	23.8667	55.0-90.0
0.60	411	27.4000	48.7333	51.2667	35.0-59.0
0.30	323	21.5333	27.2000	72.8000	8.0-30.0
0.15	278	18.5333	8.6667	91.3333	0.0-10.0
PAN	130	8.6667	-	-	
Jumlah	1500	100	-	244	

$$\text{Modulus Halus Butir (mhb)} = \frac{244}{100} = 2.44$$

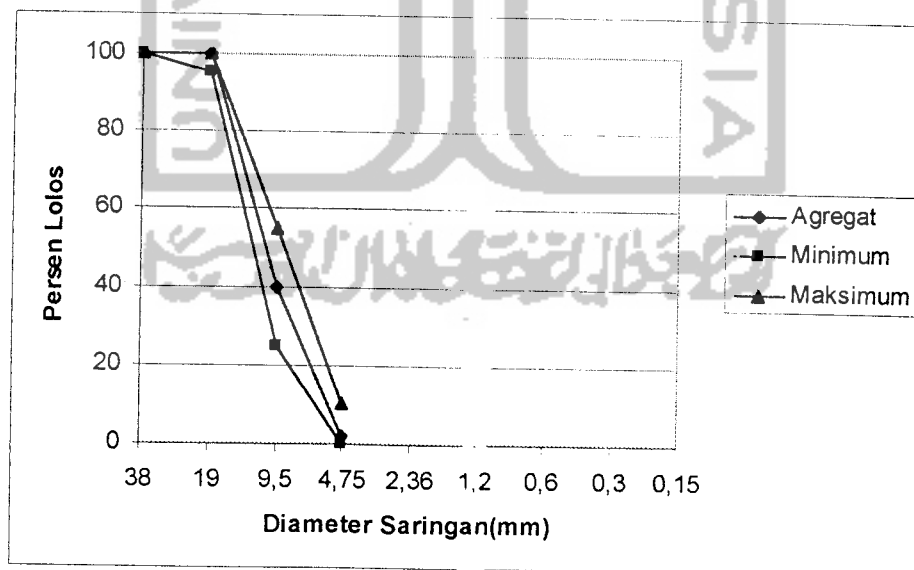


Gambar 5.2 Grafik Gradasi Pasir Alam Asal Kali Krasak

Tabel 5.3 Gradasi Agregat Kasar dengan Suhu Pembakaran 500 °C

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Lolos Saringan (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Syarat British Standard (Kardiyono)
38	0	0	100	0	100
19	0	0	100	0	95 - 100
9.5	900	60.0000	40.0000	60.0000	25 - 55
4.75	572	38.1333	1.8667	98.1333	0 - 10
2.36	-	-	-	98.1333	
1.2	-	-	-	98.1333	
0.6	-	-	-	98.1333	
0.3	-	-	-	98.1333	
0.15	-	-	-	98.1333	
PAN	28	1.8667	-	98.1333	
Jumlah	1500	100		648.7998	

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{648.7998}{100} = 6.4880$$

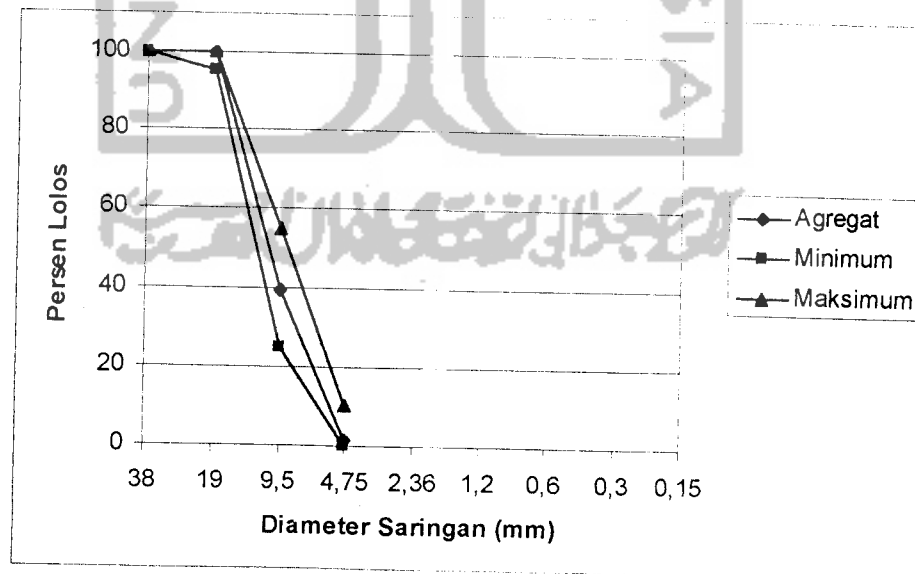


Gambar 5.3 Grafik Gradasi Agregat Kasar Suhu Pembakaran 500 °C

Tabel 5.4 Gradasi Agregat Kasar dengan Suhu Pembakaran 700 ° C

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Lolos Saringan (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Syarat British Standard (Kardiyono)
38	0	0	100	0	100
19	0	0	100	0	95 - 100
9.5	913	60.8667	39.1333	60.8667	25 - 55
4.75	567	37.8000	1.3333	98.6667	0 - 10
2.36	-	-	-	98.6667	
1.2	-	-	-	98.6667	
0.6	-	-	-	98.6667	
0.3	-	-	-	98.6667	
0.15	-	-	-	98.6667	
PAN	20	1.3333	-	-	
Jumlah	1500	100	-	652.8669	

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{652.8669}{100} = 6.5287$$

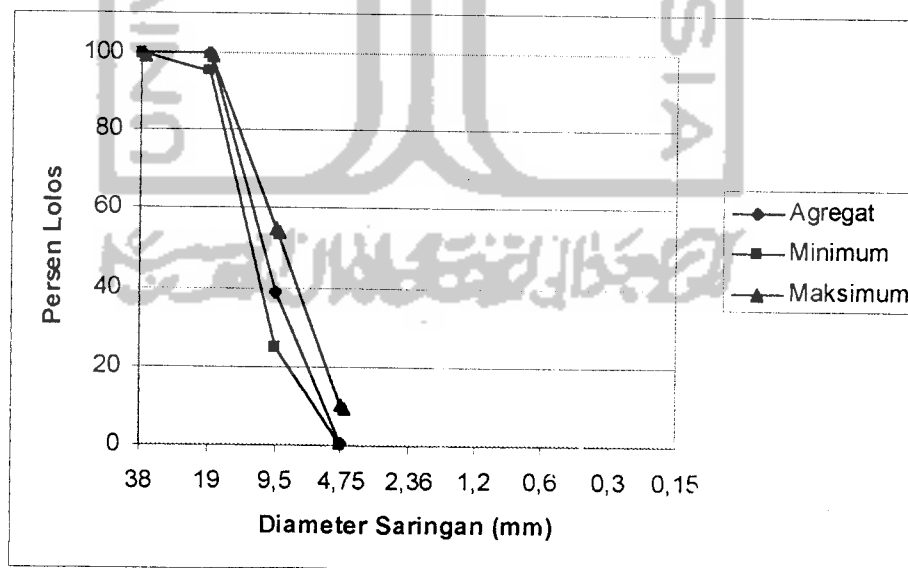


Gambar 5.4 Grafik Gradasi Agregat Kasar Suhu Pembakaran 700 ° C

Tabel 5.5 Gradasi Agregat Kasar dengan Suhu Pembakaran 900 ° C

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Lolos Saringan (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Syarat British Standard (Kardiyono)
38	0	0	100	0	100
19	0	0	100	0	95 - 100
9.5	919	61.2667	38.7333	61.2667	25 - 55
4.75	573	38.2000	0.53333	99.4667	0 - 10
2.36	-	-	-	99.4667	
1.2	-	-	-	99.4667	
0.6	-	-	-	99.4667	
0.3	-	-	-	99.4667	
0.15	-	-	-	99.4667	
PAN	8	0.5333	-	-	
Jumlah	1500	100		658.0669	

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{658.0669}{100} = 6.5807$$



Gambar 5.5 Grafik Gradasi Agregat Kasar Suhu Pembakaran 900 ° C

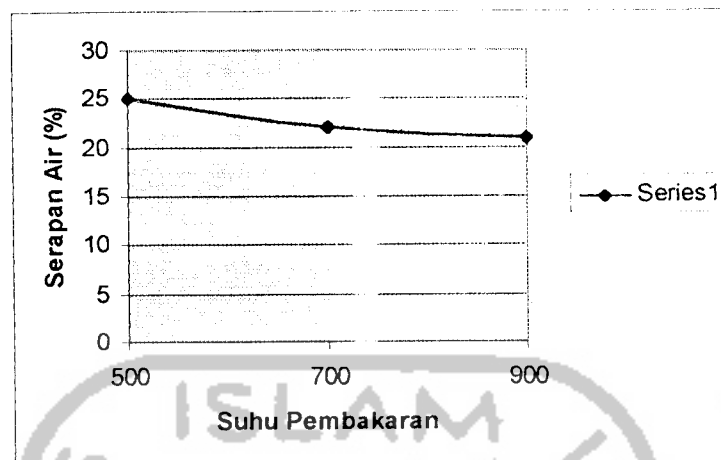
Kuat desak beton juga dipengaruhi oleh gradasi dari agregat yang digunakan. Pada tabel dan grafik diatas terlihat bahwa gradasi agregat kasar cenderung seragam, hal ini akan berpengaruh pada kemampuan beton. Gradasi agregat yang cenderung seragam akan menimbulkan pori-pori di dalam beton, dengan kata lain beton mempunyai kemampuan yang kecil. Adanya pori-pori dalam beton tersebut membuat kekuatan beton akan berkurang.

5.1.3 Hasil Penentuan Serapan Air Agregat Kasar

Serapan air dalam agregat perlu diketahui, agar selama masa pengadukan agregat tidak menambah atau mengurangi jumlah air dalam adukan. Bertambah atau berkurangnya kandungan air tentunya akan mempengaruhi faktor air semen. Penentuan serapan air ini hanya dilakukan untuk tiap variasi suhu pembakaran dengan penambahan abu sekam sebanyak 15 %. Hasil penentuan serapan air dalam agregat adalah dalam persen berat, dan dapat dilihat seperti pada tabel 5.6 dan gambar 5.6 berikut ini :

Tabel 5.6 Serapan Air dalam Agregat Kasar dari Tanah Liat Bakar

Suhu Pembakaran Agregat (°C)	500	700	900
Serapan Air dalam Agregat (%)	25	21.97	20.83



Gambar 5.6 Grafik Hubungan antara Suhu Pembakaran dan Serapan Air dalam Agregat

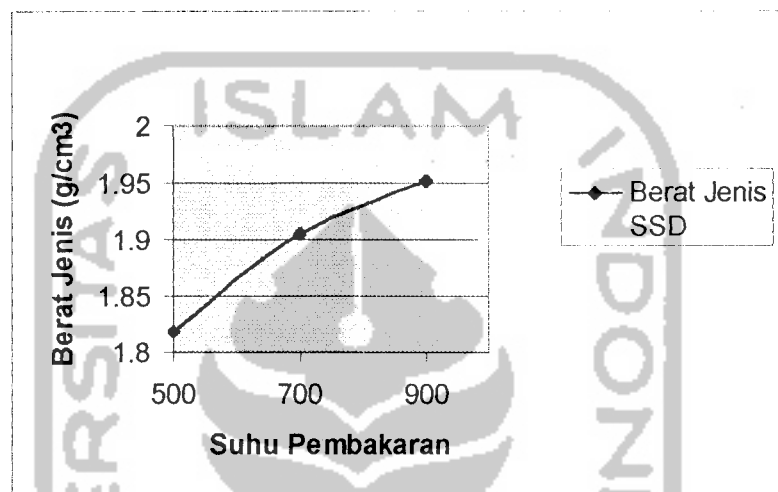
Pada tabel dan grafik diatas terlihat bahwa semakin besar suhu pembakaran akan memberikan nilai serapan air yang kecil. Nilai serapan air agregat pada penelitian ini masih cukup besar, sehingga juga akan mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan.

5.1.4 Hasil Penentuan Berat Jenis Agregat

Berat jenis dari agregat yang digunakan juga akan mempengaruhi mutu beton yang dihasilkan. Semakin besar berat jenis agregatnya, maka beton yang dihasilkan juga akan lebih tinggi kekuatannya. Penentuan berat jenis ini hanya untuk tiap variasi suhu pembakaran dengan penambahan abu sekam padi sebanyak 15 %. Hasil dari penentuan berat jenis dapat dilihat pada tabel 5.7 dan gambar 5.7 berikut ini :

Tabel 5.7 Berat Jenis Agregat Kasar dari Tanah Liat Bakar

Suhu Pembakaran Agregat (°C)	500	700	900
Berat jenis Agregat (gr/cm ³)	1.8182	1.9047	1.9512



Gambar 5.7 Grafik Hubungan antara Suhu Pembakaran dan Berat Jenis Agregat

Dari tabel dan grafik diatas, terlihat bahwa semakin tinggi suhu pembakaran agregat, maka akan semakin besar berat jenisnya. Berat jenis agregat pada penelitian ini masih dapat digolongkan sebagai agregat ringan, karena masih di bawah atau mendekati 1,9 gr/cm³.

5.1.5 Hasil Perhitungan Bahan Susun Beton

Data-data hasil perhitungan bahan susun beton dapat dilihat seperti pada tabel 5.8 dan 5.9 dibawah ini :

Tabel 5.8 Jumlah Total Perbandingan Bahan Susun Beton

Benda Uji	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (kg)
I.a	6,5900	10,3005	13,9427	2,9329
I.b	6,5900	10,3005	13,9427	2,9329
I.c	6,5900	10,3005	13,9427	2,9329
I.d	6,5900	10,3005	13,9427	2,9329
II.a	6,9175	10,5297	14,2529	3,0783
II.b	6,9175	10,5297	14,2529	3,0783
II.c	6,9175	10,5297	14,2529	3,0783
II.d	6,9175	10,5297	14,2529	3,0783
III.a	7,0831	10,6484	14,4136	3,1519
III.b	7,0831	10,6484	14,4136	3,1519
III.c	7,0831	10,6484	14,4136	3,1519
III.d	7,0831	10,6484	14,4136	3,1519

Tabel 5.9 Perbandingan Berat Bahan Penyusun Beton

Benda Uji	Semen	Pasir	Kerikil	Air
I	1	1,5630	2,1157	0,445
II	1	1,5222	2,0604	0,445
II	1	1,5033	2,0350	0,445

Keterangan : I : Suhu Pembakaran kerikil 500°C

II : Suhu Pembakaran kerikil 700°C

III : Suhu Pembakaran kerikil 900°C

a : Penambahan abu sekam pada agregat sebanyak 0 %

b : Penambahan abu sekam pada agregat sebanyak 5 %

c : Penambahan abu sekam pada agregat sebanyak 10 %

d : Penambahan abu sekam pada agregat sebanyak 15 %

5.1.6 Hasil Perhitungan Berat Volume

Data hasil perhitungan berat volume adalah sebagai berikut (lihat tabel 5.10 sampai tabel 5.12) :

Tabel 5.10 Hasil Perhitungan Berat Volume Beton dan Kuat Desak dengan Suhu Pembakaran Agregat 500°C

Benda Uji	Berat Volume (gr/cm ³)	Kuat Desak(kg/cm ²)
I.a	1,8942	92,9135
	1,8975	98,0635
	1,8986	103,1432
I.b	1,8918	112,0360
	1,8744	102,8696
	1,8845	116,1418
I.c	1,8890	118,7504
	1,8894	121,1373
	1,9075	113,9968
I.d	1,8912	97,41302
	1,8938	107,2930
	1,8961	103,4398

Tabel 5.11 Hasil Perhitungan Berat Volume Beton dan Kuat Desak dengan Suhu Pembakaran Agregat 700°C

Benda Uji	Berat Volume (gr/cm ³)	Kuat Desak(kg/cm ²)
II.a	1,8986	125,8965
	1,8999	120,3337
	1,9000	122,2901
II.b	1,9001	140,1564
	1,9002	140,2279
	1,9007	146,6687
II.c	1,8999	135,6460
	1,9010	137,3417
	1,8996	139,6460
II.d	1,9006	129,1899
	1,8999	135,8052
	1,9007	125,1752

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Berat Volume Beton dan Kuat Desak dengan Suhu Pembakaran Agregat 900°C

Benda Uji	Berat Volume (gr/cm ³)	Kuat Desak(kg/cm ²)
III.a	1,9016	145,1535
	1,8992	143,4450
	1,9011	143,2544
III.b	1,9000	170,2690
	1,9013	170,7459
	1,9039	177,1163
III.c	1,8982	167,7318
	1,8994	159,3606
	1,9009	160,0194
III.d	1,9054	146,6925
	1,9006	149,9795
	1,9012	156,6419

5.2 Pembahasan

Pembahasan hasil penelitian meliputi karakteristik agregat kasar buatan dari tanah liat bakar, berat volume beton, dan kuat desak silinder beton.

5.2.1 Agregat Kasar Buatan dari Tanah Liat Bakar

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar buatan dari tanah liat bakar yang bahan dasarnya diambil dari daerah Gunung Sari, Kalimantan Timur. Alasan diambilnya bahan dasar dari daerah tersebut karena daerah-daerah seperti Kalimantan inilah yang kekurangan agregat kasar alami, sehingga harus didatangkan dari Pulau Sulawesi atau Pulau Jawa. Alasan lainnya adalah tanah liat umumnya sangat mudah didapat di daerah tersebut, juga daerah-daerah lainnya di Indonesia.

Proses pemadatan dan pencetakan dalam pembuatan agregat kasar dilakukan dengan menjalankan silinder kayu di atas cetakan. Silinder digilingkan di atas tanah liat dan sambil dilakukan penekanan. Proses pemadatan manual tersebut menyebabkan hasil pemadatan yang tidak maksimal. Untuk mendapatkan kepadatan yang maksimal perlu dilakukan proses pemadatan dengan menggunakan alat yang dapat memberikan penekanan yang lebih baik daripada cara manual, seperti pada pembuatan genteng pres.

Kandungan air yang optimum juga mempengaruhi mutu agregat, sehingga pada kepadatan maksimum diperoleh kadar air yang optimum. Dalam penelitian ini tidak dilakukan uji proctor untuk mendapatkan kepadatan dan kadar air optimum, sehingga kadar air dalam tanah liat tidak diketahui. Dari penelitian

ini diperoleh serapan air dalam agregat yang masih cukup besar, yaitu berkisar antara 29,83 % sampai 25 %.

Pembakaran agregat sangat berpengaruh pada kekerasan dan berat jenis agregat. Cara pembakaran yang baik dimana seluruh agregat mendapat panas yang sama dalam pembakaran akan menghasilkan kekerasan yang hampir seragam. Selain itu lama pembakaran juga berpengaruh pada kekerasan dan berat jenis agregat .

Pada penelitian ini dilakukan pembakaran agregat dengan variasi suhu sebesar 500 ° C, 700 ° C, dan 900 ° C, dengan lama pembakaran 4,5 jam dan ditahan pada suhu yang dikehendaki selama 30 menit. Selain variasi suhu, tanah liat juga dilakukan variasi penambahan abu sekam padi, dengan tanpa variasi penambahan abu sekam, penambahan sebesar 5 %, 10 %, dan 15 %.

Dari pembakaran yang dilakukan dengan menggunakan “tungku api balik”, terlihat bahwa proses pembakarannya belum optimal, hal ini disebabkan karena tidak semua agregat terbakar secara sempurna. Luas ruang tungku pembakaran yang cukup besar, suhu pembakaran yang lebih tinggi dan lama pembakaran akan memberikan mutu agregat yang lebih baik.

Dari tabel dan grafik 5.1, 5.6 dan tabel 5.7 dapat dilihat bahwa suhu pembakaran sangat berpengaruh terhadap keausan, berat jenis dan serapan air. Semakin besar suhu pembakaran akan dihasilkan agregat yang semakin keras, berat jenis yang besar dan daya serap air yang lebih kecil. Nilai keausan agregat yang didapat lebih besar dari penelitian sebelumnya, yaitu sekitar 24.7 % sampai 51,2 % dengan suhu pembakaran 800 ° C sampai 1200 ° C. Pada penelitian ini

diperoleh nilai keausan sebesar 61,96 % sampai 96,84 %, hal ini mungkin pada penelitian sebelumnya pembakaran yang dilakukan lebih baik.

Dari hasil yang didapat di atas, agregat kasar dari tanah liat bakar masih dapat digolongkan sebagai agregat ringan dengan berat jenis SSD antara 1.8182 gr/cm^3 sampai 1.9512 gr/cm^3 .

5.2.2 Berat Volume dan Kuat Desak Beton

Berat volume beton sangat dipengaruhi oleh sifat material penyusun beton, terutama berat jenisnya. Apabila bahan-bahan penyusun beton mempunyai berat jenis yang besar maka beton yang dihasilkan juga akan mempunyai berat volume yang besar pula, begitu juga sebaliknya. Disamping itu komposisi bahan susun beton juga akan mempengaruhi berat volumenya.

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini pembakarannya kurang sempurna, sehingga tidak semua agregat mendapatkan panas yang merata. Semakin tinggi suhu pembakaran akan memberikan berat jenis agregat yang lebih tinggi, sehingga berat volume betonpun akan lebih tinggi. Berat volume agregat dalam penelitian ini masih berada dalam batas-batas berat volume beton untuk beton dengan agregat ringan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada beton dengan agregat kasar dari tanah liat bakar, didapat hasil berat volume rata-rata dari tiap variasi penambahan abu sekam dan suhu pembakaran dengan nilai f_{as} yang tetap yaitu 0,4450. Data-data tersebut dapat dilihat seperti pada tabel 5.13 berikut ini :

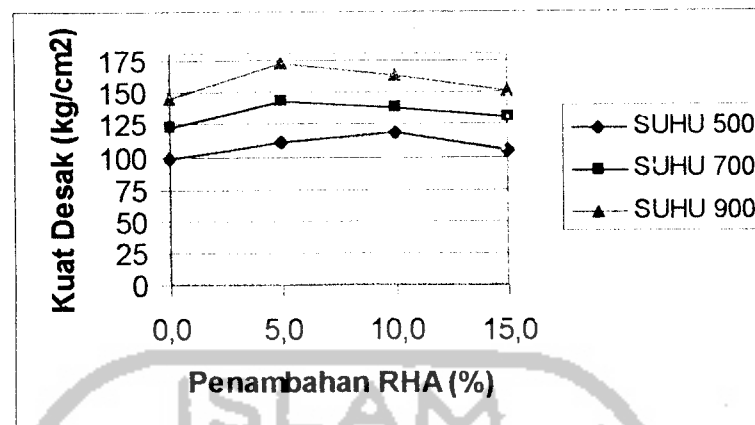
Tabel 5.13 Berat Volume Beton dan Kuat Desak Rata-rata

Benda Uji	Berat Volume Rata-rata (gr/cm ³)	Kuat Desak Rata-rata (kg/cm ²)
I.a	1,8967	98,0400
I.b	1,8836	110,3491
I.c	1,8953	117,9615
I.d	1,8937	103,7153
II.a	1,8955	122,8401
II.b	1,9003	142,3510
II.c	1,9001	137,5869
II.d	1,9004	130,2568
III.a	1,9006	143,9509
III.b	1,9017	172,6770
III.c	1,8995	162,3706
III.d	1,9024	151,1046

Hasil perhitungan berat volume beton berkisar antara 1.8836 gr/cm³ sampai 1.9024 gr/cm³. Menurut SK SNI T-15-1991-03, beton digolongkan sebagai beton ringan apabila berat volumenya kurang dari 1,9000 gr/cm³, sehingga beton yang dihasilkan masih tergolong kedalam beton ringan.

Kuat desak beton dipengaruhi oleh komposisi dan kekuatan dari masing-masing material penyusun beton, serta daya lekat pasta semen pada semua agregat, baik agregat kasar maupun agregat halus. Kuat desak beton juga sangat dipengaruhi proporsi bahan susun betonnya, cara pengadukan dan pencampuran, pengangkutan, dan perawatan dari beton tersebut.

Suhu pembakaran dan panas pembakaran yang tidak merata, berpengaruh pada kekuatan agregat, sehingga juga berpengaruh pada kuat desak beton yang diperoleh pada penelitian ini. Dari hasil pengujian kuat desak beton tersebut diatas hasilnya dapat dilihat seperti pada gambar 5.8 di bawah ini :



Gambar 5.8 Grafik Hubungan Kuat Desak Dengan Suhu Pembakaran Agregat dan Variasi Penambahan Abu Sekam Padi

Dari tabel 5.13 dan gambar 5.8 dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu pembakaran agregat, akan menghasilkan beton dengan kuat desak yang semakin tinggi, dan kuat desak tertinggi pada penambahan abu sekam sebanyak 5 %, dan suhu pembakaran 900 °C. Penetapan nilai FAS sebesar 0,4450 pada penelitian ini adalah berdasar penelitian sebelumnya, dengan bahan dasar *ALWA*, dimana kuat desak tertinggi dihasilkan pada nilai FAS terkecil dari tabel 3.7.

Kuat desak silinder beton tertinggi pada saat beton berumur 28 hari adalah sebesar 172,677 kg/cm², pada penambahan abu sekam sebesar 5 % dan suhu pembakaran 900 °C. Kuat desak terendah diperoleh pada penambahan abu sekam sebesar 0 % dan suhu pembakaran 500 °C, yaitu sebesar 98,04 kg/cm².