

**BAB V**  
**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**5.1 Hasil Pemeriksaan Bahan**

Pemeriksaan bahan yang dilakukan di laboratorium telah mendapatkan hasil-hasil sebagai berikut :

**5.1.1 Hasil Pemeriksaan Bahan Susun Agregat Halus (Pasir)**

**a. Gradasi Agregat Halus (Pasir)**

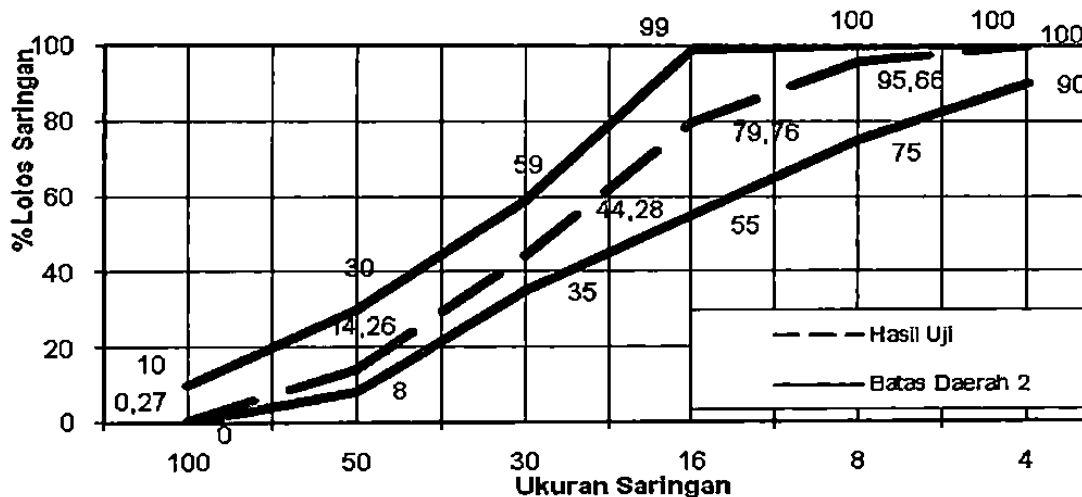
Gradasi adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Butiran agregat yang memiliki ukuran yang sama (seragam) akan membuat volume pori antar agregat menjadi besar dan butiran agregat dengan ukuran bervariasi akan membuat volume pori antar agregat menjadi kecil (Tjokrodimuljo, 1996). Gradasi agregat halus dinyatakan dengan nilai persentase banyaknya agregat halus yang tertinggal atau melewati suatu susunan ayakan tertentu.

Berdasarkan uji gradasi yang dilakukan, maka agregat halus termasuk dalam daerah gradasi no. 2, yaitu pasir agak kasar dengan modulus halus butir sebesar 2,66 seperti yang terlihat pada tabel 5.1 dan gambar 5.1. Hasil pemeriksaan dan perhitungan telah disajikan pada lampiran 1.

Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir

No Saringan	Berat Tertahan (gr)	Berat Tertahan (%)	Berat Tertahan Komulatif (%)	Berat Lolos Komulatif (%)
4	0	0	0	100
8	43,45	4,34	4,34	95,66
16	159	15,9	20,24	79,76
30	354,79	35,48	55,72	44,28
50	300,15	30,02	85,74	14,26
100	139,87	13,99	99,73	0,27
Pan	2,74	0,27	-	0
Jumlah	1000	100	265,77	Daerah 2

(Sumber : Hasil Penelitian, 2009)



Gambar 5.1. Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir

#### b. Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus

Hasil pemeriksaan berat jenis pasir jenuh kering muka didapat sebesar 2,76, sehingga pasir ini masih tergolong agregat normal, dimana batas berat jenis agregat normal antara 2,5 sampai 2,7, sedangkan agregat berat memiliki berat jenis diatas 2,8. Agregat ini akan bisa menghasilkan beton dengan berat jenis sekitar 2,3 dengan kuat tekan antara 15 MPa sampai 40 MPa. Dan dapat disebut juga dengan beton normal. Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 0,60 %. Agregat normal mempunyai kemampuan serap air kurang dari 2 %, sehingga agregat yang kita gunakan termasuk agregat normal. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

#### c. Kadar Lumpur Agregat Halus

Agregat yang digunakan sebaiknya memiliki kadar lumpur sekecil mungkin. Karena hal tersebut akan mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan. Kadar lumpur agregat halus rata-rata diperoleh sebesar 0,90 %,

digunakan, telah dicuci terlebih dahulu. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3.

d. Kadar Air Agregat Halus

Kadar air yang didapat dari hasil pemeriksaan sebesar 1,63 %. Kadar air dalam pasir ini menunjukkan bahwa agregat yang dipakai merupakan agregat yang normal, yang mana kadar air ini masih bisa dianggap masuk pada koridor yang normal. Dimana kadar air untuk agregat halus (pasir) pada umumnya antara 1% - 2% saja. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

e. Berat Satuan Agregat Halus

Berat satuan pasir SSD (ditumbuk) yaitu  $1,12 \text{ gram/cm}^3$ . Berat satuan ini berfungsi untuk mengidentifikasi apakah agregat tersebut porous atau mampat. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Hal ini akan berpengaruh juga nantinya pada proses pengerjaan beton bila dalam jumlah besar, dan juga berpengaruh pada kuat tekan beton, dimana apabila agregatnya porous maka bisa terjadi penurunan kuat tekan pada beton. Hasil pemeriksaan dan perhitungan telah disajikan pada lampiran 3.

### 5.1.2 Hasil Pemeriksaan Bahan Susun Agregat Kasar (*split*)

a. Ukuran Butir Agregat Kasar

Batu pecah yang digunakan adalah agregat dengan ukuran butir maksimum 20 mm. Hal ini diambil dengan pertimbangan bahwa ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari  $\frac{3}{4}$  kali jarak bersih antar baja tulangan atau baja tulangan dengan cetakan. Selain itu juga ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari  $\frac{1}{3}$  kali tebal plat. Gradasi untuk agregat batu pecah ini diambil pada lolos saringan 20 mm tertahan saringan 4,75 mm. Hal ini bertujuan agar agregat yang dipakai bergradasi sela. Sehingga diharapkan akan lebih memudahkan pada proses pengerjaan pencampuran beton.

b. Berat Jenis Dan Penyerapan air Agregat Kasar

Berat jenis batu pecah jenuh kering muka adalah 2,62, sehingga batu ini tergolong agregat normal yaitu antara 2,5 sampai 2,7 (Tjokrodimulyo, 1996). Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 1,96 %. Penyerapan air untuk agregat normal adalah maksimum 2%. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4.

c. Keausan Butir Agregat Kasar

Keausan batu pecah sebesar 37,52 % lebih kecil dari batas maksimum yang ditetapkan (40 %) untuk pembuatan beton dengan mutu beton K125 – K225 atau kelas mutu II. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.

d. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan didapat kadar lumpur sebesar 1 %, sehingga dalam pemeriksaan kadar lumpur didapat kadar lumpur yang lebih kecil atau sama dengan batas yang ditetapkan (1%). Jadi agregat ini tidak perlu lagi dicuci sebelum dijadikan campuran beton. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6. Pada umumnya dilapangan pemeriksaan kadar lumpur pada agregat kasar jarang sekali dilakukan, biasanya hanya berdasarkan visualisasi saja.

e. Kadar Air Agregat Kasar

Kadar air yang terdapat dalam batu pecah jenuh kering muka adalah 1,96 %. Syarat kadar air maksimum untuk agregat normal adalah sebesar 2 %, dari hasil pengujian yang didapat agregat ini mengandung kadar air yang standar dari agregat normal. Hasil pemeriksaan dan perhitungan telah disajikan pada lampiran 4.

f. Berat Satuan Agregat Kasar

Berat satuan batu pecah (*split*) adalah 0,93 gram/cm<sup>3</sup>. Berat satuan ini

mampat. Semakin besar berat satuan semakin mampat agregat tersebut. Agregat dikatakan masuk dalam jenis agregat Berat satuan batu pecah ini masih normal, dalam arti masih pada koridor agregat normal. Hasil pemeriksaan dan perhitungan telah disajikan pada lampiran 5.

## 5.2 Hasil Visual yang Terlihat Setelah Terbakar

Benda uji yang telah dibakar pada suhu 500 °C dengan waktu durasi waktu pembakaran yang berbeda menghasilkan perubahan fisik. Perubahan itu terjadi pada beton dan baja itu sendiri, lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.2 dan gambar hasil visual telah disajikan pada lampiran 24.

*Tabel 5.2. perubahan yang terjadi pada benda uji*

Suhu dan Waktu pembakaran	Perubahan yang terjadi pada Beton	Perubahan yang terjadi pada Baja
500 °C ditahan 1 jam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warna hitam keabu-abuan</li> <li>• Warna tidak mudah hilang waktu digosok</li> <li>• Tidak ada retak sama sekali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masih ada beton yang melekat pada baja</li> </ul>
500 °C ditahan 2 jam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warna hitam keabu-abuan</li> <li>• Warna tidak mudah hilang waktu digosok</li> <li>• Tidak ada retak sama sekali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masih ada beton yang melekat pada baja</li> </ul>
500 °C ditahan 3 jam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warna hitam keabu-abuan</li> <li>• Warna tidak mudah hilang waktu digosok</li> <li>• Ada sedikit retak yang jaraknya berjauhan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permukaan / kulitnya retak-retak rambut yang halus.</li> </ul>
500 °C ditahan 4 jam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warna hitam keabu-abuan</li> <li>• Warna tidak mudah hilang waktu digosok</li> <li>• Ada retak yang jaraknya berjauhan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permukaan / kulitnya retak-retak</li> </ul>

### 5.3 Hasil Uji Tarik Baja Pasca Bakar.

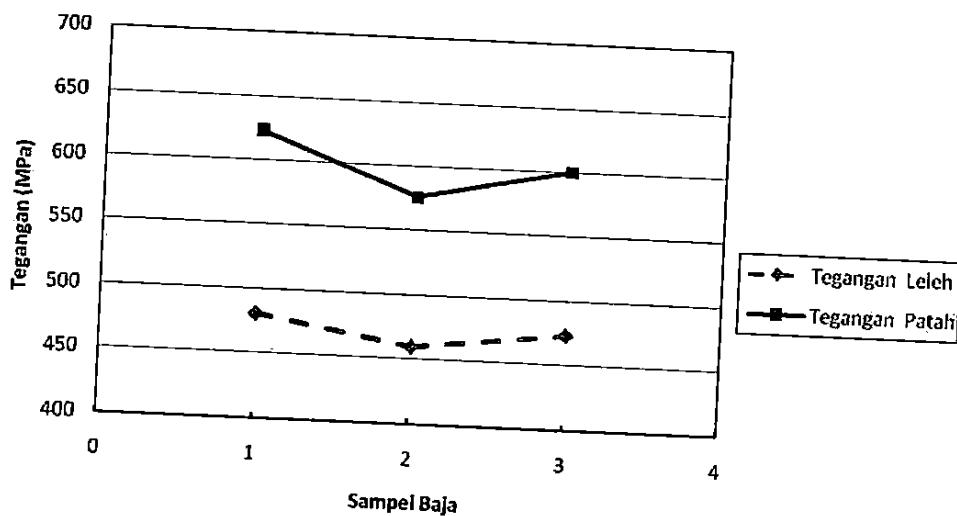
Setelah benda uji dibakar semuanya sesuai dengan masing-masing variasi suhu pembakaran, maka dilanjutkan dengan pengujian kuat tarik baja tulangan. Pengujian ini dilakukan untuk 3 buah baja tulangan yang tidak dibakar dan sebanyak 36 buah baja tulangan yang dibakar dengan variasi suhu pembakaran. Kekuatan uji tarik baja diambil berdasarkan rata-rata dari sembilan benda uji kecuali pada baja tulangan yang tidak mendapatkan perlakuan panas (*heat Treatment*) sebanyak tiga benda uji. Hasil pengujian kuat tarik baja dapat dilihat pada tabel 5.3. dan gambar 5.2.

Tabel 5.3. Hasil pengujian tarik baja sebelum dibakar

Sampel baja	Baja tulangan	Tegangan (Mpa)	
		Leleh	Patah
Normal	1	481,07	622,68
	2	460,15	576,00
	3	473,54	600,25
Rata-rata		471,59	599,64

(Sumber: Hasil penelitian, 2009)

Dari tabel diatas dapat dibuat Grafik sebagai berikut.



Gambar 5.2. Tegangan pada baja normal

Sedangkan besarnya kuat tarik baja pasca bakar dapat dilihat pada tabel 5.4.

Tabel 5.4. Hasil pengujian tarik baja setelah pembakaran.

suhu (°C)	sampel beton	Tegangan (Mpa)	
		Leleh	Patah
500 tertahan 1 jam	1	461,59	591,92
	2	454,47	580,80
	3	468,97	605,63
Rata-rata		461,67	592,78
500 tertahan 2 jam	1	455,52	593,67
	2	431,55	564,17
	3	433,90	567,58
Rata-rata		440,32	575,13
500 tertahan 3 jam	1	422,50	552,42
	2	438,51	575,56
	3	412,38	535,01
Rata-rata		424,46	554,33
500 tertahan 4 jam	1	419,58	545,60
	2	404,17	527,17
	3	437,64	570,42
Rata-rata		420,46	547,73

(Sumber: Hasil penelitian, 2009)

#### 5.4 Pembahasan

Pembakaran pada benda uji dengan suhu 500 °C dengan lama waktu pembakaran yang berbeda mengakibatkan perubahan-perubahan karakteristik.

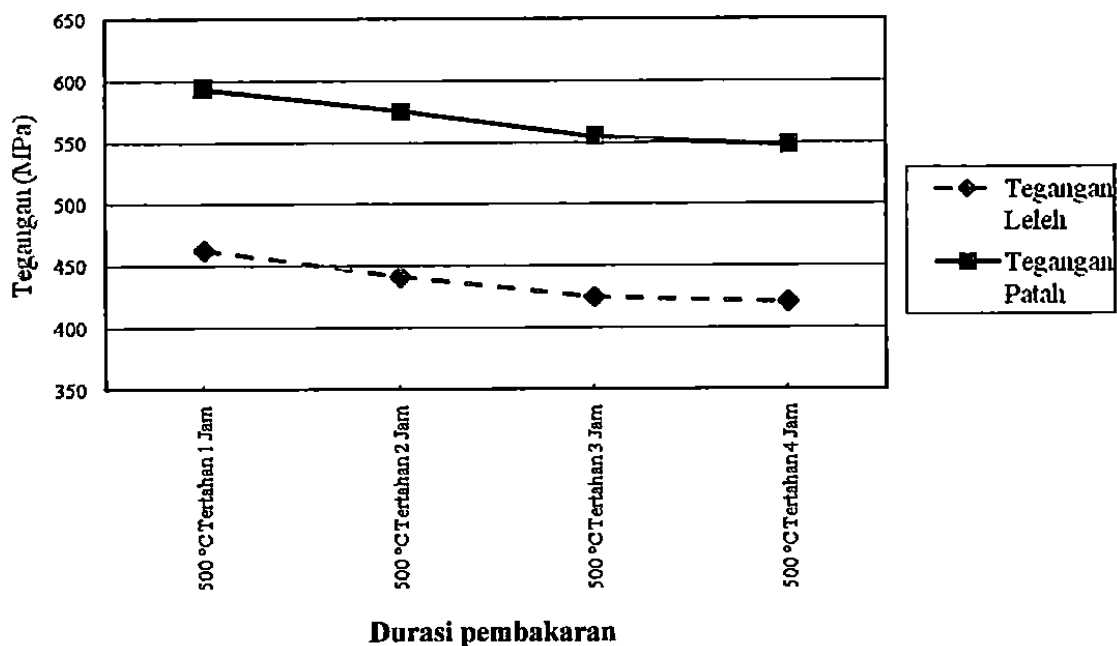
Setelah benda uji dibakar seluruhnya sesuai dengan masing-masing variasi lama pembakaran, didapat hasil visual yang terlihat setelah pembakaran yang dapat dilihat pada tabel 5.2.

Keretakan pada beton yang dibakar pada suhu 500 °C selama 3 jam terlihat menyerupai retak-retak rambut dan terjadi hampir diseluruh permukaan yang terkena panas langsung. Retak-retak ini semakin bertambah banyak dan

semakin dalam seiring dengan semakin lama variasi pembakaran. Retak-retak

dapat terjadi akibat pasta semen yang menyusut pada peristiwa dehidrasi, sedangkan butiran agregat mengembang karena meneruskan muai panas.

Hasil pengujian kuat tarik baja pasca bakar memperlihatkan nilai tegangan leleh dan tegangan patah yang semakin turun bersamaan dengan bertambahnya durasi lama pembakaran, penurunan yang terjadi terlihat pada grafik berikut.



Gambar 5.3. Penurunan tegangan terhadap lama durasi pembakaran.

Perubahan nilai tegangan leleh dan tegangan patah yang ditinjau pada suhu 500 °C dengan lama waktu pembakaran yang berbeda dibandingkan dengan keadaan awal (suhu kamar) dapat dilihat pada tabel 5.5 dan tabel 5.6.

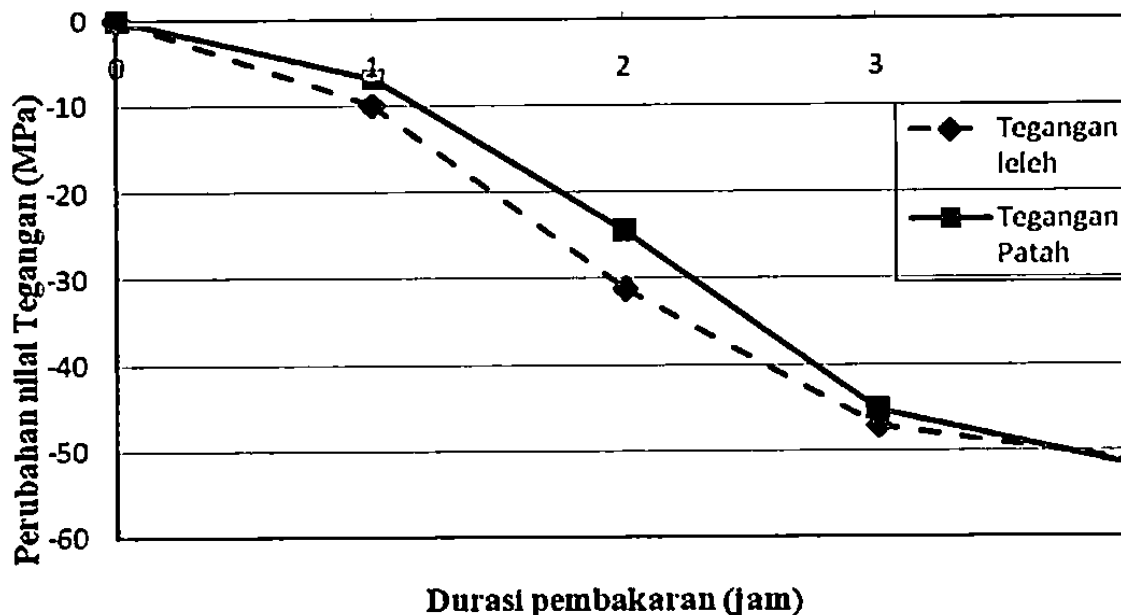
Tabel 5.6. Perubahan tegangan dalam persen (%) dibandingkan dengan nilai awal

Suhu (°C)	Penurunan Tegangan dibanding dengan Nilai Awal	
	Tegangan leleh (%)	Tegangan Patah (%)
500 °C ditahan 1 jam	2,10	1,14
500 °C ditahan 2 jam	6,63	4,09
500 °C ditahan 3 jam	10,00	7,56
500 °C ditahan 4 jam	10,84	8,66



Tabel 5.6. Perubahan nilai tegangan yang dibandingkan dengan nilai awal

Suhu (°C)	Penurunan Tegangan dibanding dengan Nilai Awal	
	Tegangan leleh (Mpa)	Tegangan Patah (Mpa)
500 °C ditahan 1 jam	9,92	6,86
500 °C ditahan 2 jam	31,27	24,51
500 °C ditahan 3 jam	47,13	45,31
500 °C ditahan 4 jam	51,13	51,91



Gambar 5.4. Perubahan nilai tegangan dibandingkan kondisi awal.

Dari tabel 5.6 dan gambar grafik 5.4 terlihat bahwa pada pembakaran dengan suhu 500 °C dengan variasi lama pembakaran 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam mengalami penurunan tegangan leleh dan tegangan patah. Penurunan Tegangan leleh pada suhu 500 °C dengan variasi lama pembakaran 1 jam sebesar 9,92 MPa dari tegangan leleh awal (suhu kamar), pada lama pembakaran 2 jam turun 31,27 MPa, sedangkan pada lama pembakaran 3 jam turun 47,13 MPa, dan lama pembakaran 4 jam turun 51,13 MPa. Untuk nilai perubahan tegangan patah baja dapat dilihat pada tabel 5.5 dan tabel 5.6.

Hal ini menunjukkan bahwa lama kebakaran berpengaruh terhadap

... jika dengan waktu atau durasi semakin lama akan