

BAB V

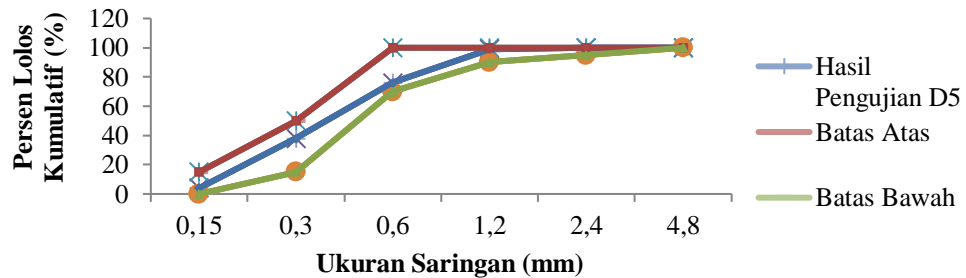
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemeriksaan Hasil Uji Agregat Halus dan Agregat Kasar

1. Pemeriksaan agregat halus

a. Hasil pemeriksaan gradasi butiran

Modulus-halus-butir (*fineness modulus*) adalah suatu indek yang dipakai untuk ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Makin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa makin besar ukuran butir-butir agregatnya. Pada umumnya agregat halus mempunyai modulus halus berbutir antara 1,5 sampai 3,8 (Tjokrodimulyo, 2010). Gradasi butiran agregat halus yang berupa pasir dari Sungai Progo didapatkan suatu nilai Modulus Halus Berbutir (MHB) sebesar 2,84 dan termasuk daerah pasir agak halus (Daerah No.3). Hasil grafik gradasi butiran agregat halus dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Hubungan persen lolos kumulatif (%) dengan ukuran saringan (mm)

b. Hasil pemeriksaan hasil kadar air

Kadar air pada agregat halus yang berasal dari Sungai Progo diperoleh suatu nilai sebesar 6,8%. Pasir dengan kadar air $>3\%$ termasuk dalam keadaan basah (Tjokrodimulyo, 2010). Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

c. Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

Berdasarkan SNI 03-1970-2008 persyaratan berat jenis untuk agregat halus yaitu sebesar 2,3-2,6. Oleh karena itu, berat jenis dan penyerapan air agregat halus dari Sungai Progo telah memenuhi syarat dengan nilai berat jenis jenuh kering muka sebesar 2,57. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

d. Hasil pemeriksaan berat satuan agregat halus

Berat satuan agregat halus ini untuk mengetahui nilai volume suatu benda uji yang berupa silinder dalam berat isi beton dengan satuan kg/m^3 . Berat satuan agregat halus diperoleh sebesar $1667,43 \text{ kg/m}^3$. Hasil selengkapnya dilampirkan pada Lampiran 5

e. Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus

Kadar lumpur agregat halus adalah banyaknya kandungan lumpur pada saat pencucian agregat halus atau pasir. Kandungan lumpur $<5\%$, maka tidak perlu pencucian agregat halus, namun jika $>5\%$ perlu pencucian agregat halus sebelum digunakan untuk pencampuran pembuatan beton normal (Mulyono, 2004). Hasil kadar lumpur yang diperoleh pada pasir yang berasal dari Sungai Progo sebesar $2,96\%$.

Hal ini dikarenakan kandungan kadar lumpur $<5\%$, maka tidak perlu pencucian agregat halus. Namun agregat halus tersebut harus diayak atau disaring terlebih dahulu dengan menggunakan saringan no.16, sehingga didapatkan pasir yang benar-benar agak halus yaitu daerah No.3. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5. Hasil pengujian agregat halus (pasir) yang berasal dari Sungai Progo dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil pengujian agregat halus (pasir) yang berasal dari Sungai Progo

No	Jenis pengujian	Satuan	Hasil yang diperoleh
1	Gradasi Butiran	-	Agak Halus (Daerah No. 3)
2	Modulus Halus Berbutir	-	2,84
3	Kadar Air	%	6,80
4	Berat Jenis Agregat Halus	-	2,57
5	Berat Satuan Agregat Halus	kg/m ³	1667,43
6	Kadar Lumpur	%	2,96

2. Pemeriksaan agregat kasar

a. Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Hasil pemeriksaan agregat kasar atau batu pecah (*split*) diperoleh nilai berat jenis sebesar 2,52. Persyaratan berat jenis yaitu sebesar 2,50-2,70 (Tjokrodimulyo, 2010). Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6.

b. Hasil pemeriksaan berat satuan agregat kasar

Berat satuan agregat kasar adalah nilai *porous* dan kemampuan pada batu pecah, sehingga semakin besar berat satuan, maka semakin besar nilai *porous* atau semakin mampatnya batu pecah tersebut. Nilai berat satuan juga digunakan untuk mengidentifikasi jenis batu pecah yang akan digunakan dalam pembuatan beton normal. Berat satuan agregat kasar sebesar 1,5-1,8 gr/cm³ (Tjokrodimulyo, 2010). Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7.

c. Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar

Kadar lumpur agregat kasar adalah banyaknya kandungan lumpur pada saat pencucian agregat kasar atau kerikil. Kandungan lumpur <1% maka tidak perlu pencucian agregat kasar. Namun jika >1% diperlukan pencucian agregat kasar (Mulyono, 2004).

Hasil pengujian diperoleh nilai kadar lumpur sebesar 2,30%. Hal ini dikarenakan $>1\%$, sehingga agregat ini perlu dicuci terlebih dahulu, sebelum digunakan dalam pembuatan beton normal. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 8.

d. Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar

Pemeriksaan kadar air diperoleh sebesar 3,33%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9.

e. Hasil pemeriksaan keausan agregat kasar

Pemeriksaan keausan agregat kasar atau batu pecah diuji dengan alat *los angeles* dan diperoleh hasil sebesar 34,73%. Hasil pengujian $<40\%$ yang dapat digunakan untuk pembuatan beton dengan mutu lebih besar dari 20 MPa atau kelas mutu II. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 10. Hasil pengujian agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.2.

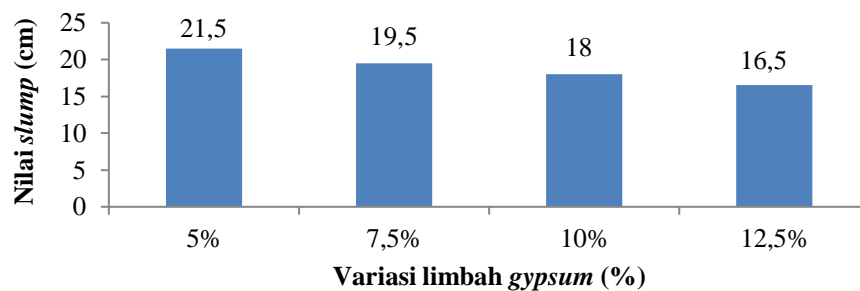
Tabel 5.2 Hasil pengujian agregat kasar (kerikil) yang berasal dari Celereng, Kulonprogo

No	Jenis pengujian	Satuan	Hasil yang diperoleh
1	Keausan Agregat Kasar	%	34,73
2	Kadar Air	%	3,33
3	Kadar Lumpur	%	2,30
4	Berat Satuan Agregat Kasar	kg/m ³	1411,38
5	Berat Jenis	-	2,52

B. Pemeriksaan Hasil Uji Nilai *Slump* Beton Segar

Hasil pemeriksaan nilai *slump* untuk 5 % limbah *gypsum* sebesar 21,5 cm, 7,5 % limbah *gypsum* nilai *slump* sebesar 19,5 cm, untuk 10 % limbah *gypsum* sebesar nilai *slump* 18 cm dan untuk 12,5 % limbah *gypsum* nilai *slump* sebesar

16,5 cm. Sehingga semakin besar persentase limbah *gypsum* yang digunakan untuk pencampuran beton, maka nilai *slump* yang didapatkan akan semakin kecil. Hal ini dikarenakan berkurangnya kebutuhan berat semen dan bertambahnya kebutuhan berat limbah *gypsum* dalam 1 adukan beton. Namun jumlah airnya tetap pada setiap variasi limbah *gypsum*. Dengan peningkatan variasi limbah *gypsum* dan jumlah air tetap, maka akan menyebabkan peningkatan suhu yang semakin meningkat. Sehingga air di dalam beton akan cepat mengalami penguapan. Hal ini berpengaruh pada *workability* pada beton, semakin rendah dan nilai *slump* akan semakin menurun. Hasil pengaruh nilai *slump* terhadap variasi limbah *gypsum* dapat dilihat pada gambar 5.2.



Gambar 5.2 Pengaruh nilai *slump* terhadap variasi (%) limbah *gypsum*.

C. Pemeriksaan Hasil Nilai *Bleeding* Beton Segar

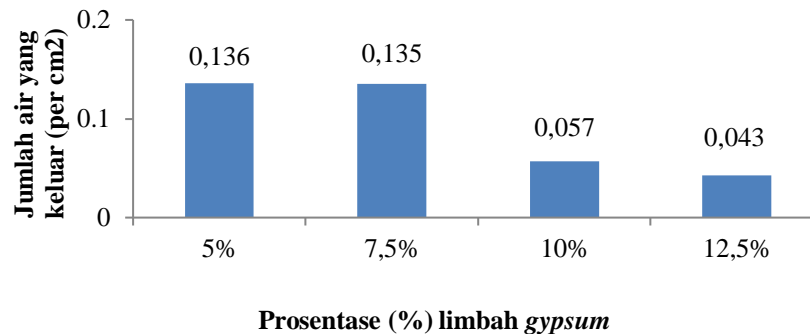
Pemisahan air (*Bleeding*) adalah proses, setelah menuangkan beton segar ke dalam cetakan dan setelah memadatkannya, maka beton tersebut akan mengeras dengan sendirinya selama beberapa menit. Pada proses ini ada kecenderungan campuran air dalam beton segar, untuk naik ke atas permukaan beton segar. Pemisahan air ini tidak diinginkan karena air naik ke atas semen dan butir-butir halus pasir, yang pada akhirnya setelah beton mengeras akan tampak sebagai lapisan selaput tipis, yang dikenal dengan *laintance*. Lapisan ini akan menghalangi rekatan antara beton di bawahnya dan lapisan beton di atasnya jika dilakukan pengecoran berikutnya. (Tjokrodimulyo, 2010).

Hal ini dikarenakan adanya kecenderungan akibat penambahan limbah *gypsum* dari berat semen, sehingga semen tersebut akan semakin berkurang. Proses ini dapat mengikat terjadinya penguapan yang dihasilkan oleh kandungan *gypsum* berupa $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ yang tercampur dengan semen. Oleh karena itu, jumlah air yang dihasilkan dalam 1 adukan beton akan naik ke atas permukaan beton segar dengan membawa semen dan butir-butir halus pasir. Berdasarkan SNI 4156:2008 jumlah air yang keluar dalam cetakan silinder dapat dihitung dalam satuan per cm^2 dan nilai *bleeding* untuk setiap campuran yang sama pada adukan yang berbeda-beda nilai standar deviasi (s) yang diijinkan adalah sebesar 0,7% untuk nilai *bleeding* sebesar 0% - 10% ; sebesar 1,06% untuk nilai *bleeding* sebesar 10% - 20% ; sebesar 1,77% untuk nilai *bleeding* sebesar >20 %. Hasil pemeriksaan nilai *bleeding* dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil pemeriksaan nilai *bleeding* variasi (%) limbah *gypsum*.

Hasil Analisis Data Uji <i>Bleeding</i> Beton Segar Berdasarkan SNI 4156-2008 Cara Uji <i>Bleeding</i> dari Beton Segar					
ProsentaseLimbah <i>Gypsum</i> (%)	Hasil Pemeriksaan <i>Bleeding</i> (ml)			Jumlah Air Yang Keluar (%)	Jumlah Air Yang Keluar (per cm^2)
5%	0-15 menit	16,75	24,5	2,18	0,136
	15-30 menit	7,75			
7,5%	0-15 menit	15,5	24,25	2,27	0,135
	15-30 menit	8,75			
10%	0-15 menit	7,5	10,25	0,94	0,057
	15-30 menit	2,75			
12,5%	0-15 menit	7,25	7,25	0,74	0,043
	15-30 menit	0			

Hal ini dikarenakan adanya peningkatan persentase variasi limbah *gypsum* 5%; 7,5%; 10% dan 12,5% serta jumlah air yang tetap, maka akan menyebabkan berkurangnya kebutuhan berat semen dan bertambahnya kebutuhan berat limbah *gypsum* dalam 1 adukan beton. Sehingga terjadi peningkatan suhu yang semakin meningkat dan adanya proses perekatan antara semen, limbah *gypsum* serta air akan semakin cepat. Oleh karena itu, panas hidrasi semen akan semakin menurun dan mengalami pemisahan air (*bleeding*) yang membawa butiran-butiran halus ke atas permukaan beton akan semakin rendah. Hasil nilai *bleeding* dapat dilihat pada Gambar 5.3.

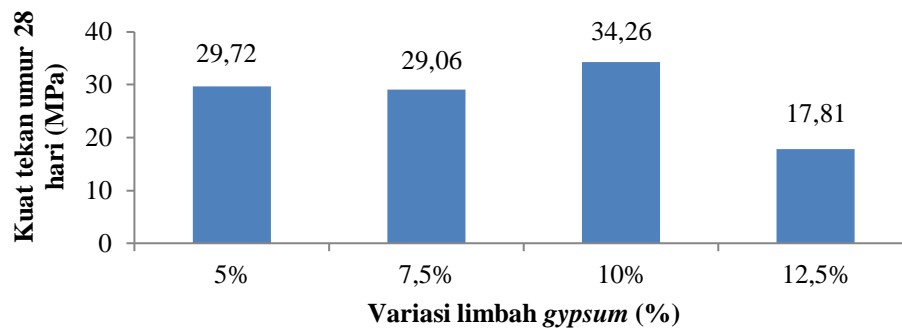


Gambar 5.3 Hasil analisis data uji *bleeding* beton segar berdasarkan SNI 4156-2008 cara uji *bleeding* dari beton segar

D. Pemeriksaan Pengaruh Nilai Kuat Tekan Beton terhadap Variasi Limbah *Gypsum* 5%; 7,5%; 10% dan 12,5% pada Beton.

Hasil nilai kuat tekan beton dijelaskan bahwa, adanya pengaruh panas hidrasi semen yang berlebih dikarenakan terdapat ikatan antara semen dengan kandungan kimia yang dihasilkan oleh limbah *gypsum* berupa $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ dengan kadar larut *gypsum* dalam air yaitu sebesar 2,1 gr/liter air pada suhu 40°C, 1,8 gr/liter air pada suhu 0°C dan 1,9 gr/liter air pada suhu 70 hingga 90°C. Pada Gambar 5.4 menjelaskan bahwa nilai kuat tekan beton dengan variasi limbah *gypsum* diantaranya 5% sebesar 29,72 MPa; 7,5% sebesar 29,06 MPa; 10% sebesar

34,26 MPa dan 12,5% sebesar 17,81 MPa. Hal ini dikarenakan pemadatan yang kurang baik, sehingga menyebabkan penurunan dan peningkatan kuat tekan beton. Diantaranya mulai dari 5% menuju 7,5% mengalami penurunan sebesar 0,66 MPa. Dari 7,5% menuju 10% mengalami peningkatan 5,2 MPa. Dari 10% ke 12,5% mengalami penurunan yang signifikan sebesar 16,45 MPa. Hasil nilai kuat tekan beton paling besar pada variasi limbah *gypsum* 10% sebesar 34,26 MPa dan paling kecil 7,5% sebesar 17,81 MPa. Hasil nilai kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 5.4 sebagai berikut.

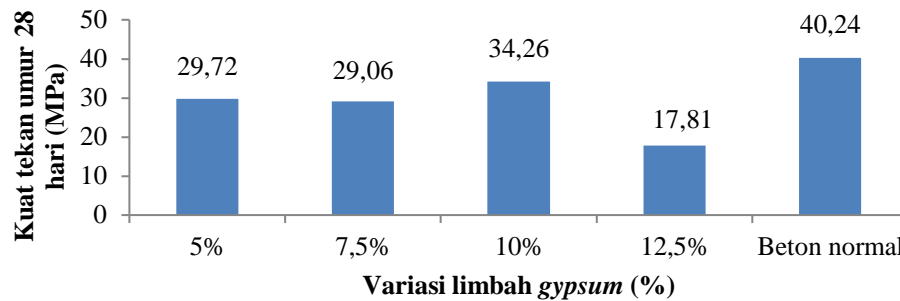


Gambar 5.4 Hasil kuat tekan beton terhadap variasi limbah *gypsum*

E. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Normal dengan Variasi Limbah *Gypsum* 5 %; 7,5 %; 10 % dan 12,5% pada Beton.

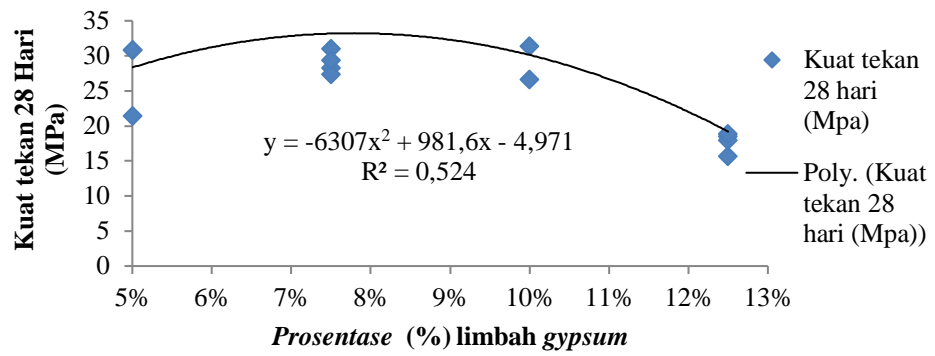
Perbandingan nilai kuat tekan beton normal dengan variasi limbah *gypsum* 5 %; 7,5 %; 10 % dan 12,5% disebabkan kandungan yang terdapat pada semen diantaranya berupa kapur (CaO), *silica* (SiO₂), alumina (Al₂O₃), besi (Fe₂O₃), magnesia (MgO), sulfur (SO₃) dan soda/potash (Na₂O+K₂O), karena dilakukan pengurangan senyawa tersebut dan digantikan oleh limbah *gypsum* yang menyebabkan beton dengan limbah *gypsum* akan mengalami penurunan kuat tekan beton jika dibandingkan oleh beton normal. Pada beton normal ke 5% mengalami penurunan sebesar 10,52 MPa. Beton normal menuju 7,5% mengalami penurunan sebesar 11,18 MPa. Beton normal ke 10% penurunan sebesar 5,98 MPa. Beton normal menuju 12,5% terjadi penurunan yang signifikan yaitu sebesar 22,43 MPa.

Hasil nilai perbandingan kuat tekan beton normal dengan variasi limbah *gypsum* dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Hasil nilai perbandingan kuat tekan beton normal dengan variasi limbah *gypsum*

Berdasarkan analisis regresi *polynomial* hasil kuat tekan beton didapatkan suatu persamaan $y = -6307x^2 + 981,6x - 4,971$. Berdasarkan perhiungan analisis regresi *polynomial* secara teoritis dari persamaan fungsi kuadrat parabola yang berupa $y = -ax^2 + bx - c$ dapat diketahui dan dihitung dengan rumus $X_p = -b/2a$ dan $Y_p = (b^2 - 4ac)/(-4a)$. X_p adalah nilai optimum pada sumbu x dan Y_p adalah nilai optimum pada sumbu y , sehingga nilai $X_p = -981,6/2(-6307) = 8\%$ dan $Y_p = ((981,6^2) - (4x - 6307x - 4,971))/(-4x - 6307) = 33,22$. Hasil kuat tekan beton dengan bahan tambah limbah *gypsum* paling optimum sebesar 33,22 MPa pada variasi limbah *gypsum* antara 7,5% - 10% yaitu pada variasi limbah *gypsum* sebesar 8%. Nilai kuat tekan yang sangat optimal dapat digunakan untuk konstruksi bangunan gedung. Hal ini dikarenakan hasil rata-rata kuat tekan beton melebihi kuat tekan rencana (f_c') sebesar 25 MPa. Hasil hubungan antara nilai kuat tekan beton dengan variasi limbah *gypsum* menggunakan analisis regresi *polynomial* dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Hasil analisis regresi *polynomial* kuat tekan beton

