

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan penyusun beton yang telah dilakukan di laboratorium teknologi bahan dan konstruksi, teknik sipil UMY meliputi : pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air, kadar air, berat satuan, keausan, dan kadar lumpur. Adapun hasil pemeriksaannya sebagai berikut:

1. Pemeriksaan Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar (kerikil) yang berasal dari tiga lokasi yang berbeda di daerah Yogyakarta yakni kerikil Clereng, Kali Progo, dan Merapi, pada pembuatan benda uji yaitu agregat kasar lolos saringan 20 mm dan tertahan pada saringan 4,75 mm, terdapat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil pengujian berat jenis, penyerapan air, kadar air, kadar lumpur, keausan dan berat satuan.

No	Pengujian bahan	Clereng	Kali Progo	Merapi
1	Berat Jenis	2,87	2,64	2,63
2	Kadar Air	0,15%	0,2%	0,25%
3	Penyerapan Air	1,2%	3,2%	3,4%
4	Kadar Lumpur	1,55%	2,15%	3,5%
5	Keausan	21,360%	48,94%	50,30%
6	Berat Satuan	1,55 gr/cm ³	1,47 gr/cm ³	1,36 gr/cm ³

2. Pemeriksaan Agregat Halus

Hasil pengujian agregat halus (pasir) yang berasal dari Kali Progo, pada pembuatan benda uji pasir dari Kali Progo memerlukan beberapa pengujian seperti, pengujian kadar air, berat jenis dan penyerapan, berat satuan, kadar lumpur, dan keausan agregat terdapat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil pengujian kadar air, berat jenis dan penyerapan air, berat satuan, dan kadar lumpur

No	Pengujian bahan	Pasir Kali Progo
1	Kadar air	0,30%
2	Berat jenis	2,66
3	Penyerapan air	0,81%
4	Berat satuan	1,61 gr/cm ³
5	Kadar lumpur	2,20%

Sumber: Hasil pengujian laboratorium teknik sipil UMY

B. Pembahasan Pemeriksaan Bahan

1. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Clereng, Kali Progo, dan Gunung Merapi, dengan ukuran agregat lolos saringan 20 mm dan tertahan pada saringan berukuran 4,75 mm. Adapun pengujian-pengujian yang dilakukan berupa pengujian berat jenis dan penyerapan air, berat satuan, kadar lumpur, kadar air, dan keausan. Penjelasan mengenai pengujiannya akan dijelaskan sebagai berikut.

a. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (*split*)

Pemeriksaan Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dari tiga wilayah berbeda di Yogyakarta diperoleh beberapa data, adapun perbandingannya sebagai berikut. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

a. Dari hasil pemeriksaan kerikil Clereng, berat jenis kerikil 2,88.

Penyerapan air 1,2 %. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

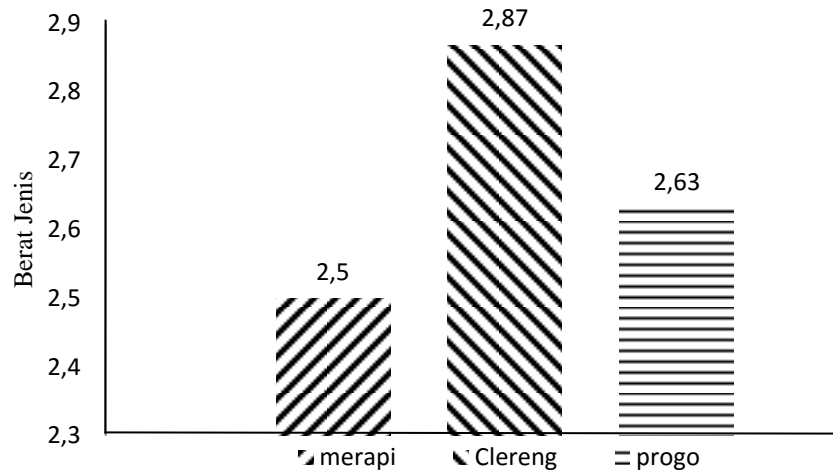
b. Dari hasil pemeriksaan kerikil Kali Progo, berat jenis kerikil 2,64.

Penyerapan air 3,2%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

c. Dari hasil pemeriksaan kerikil Merapi, berat jenis kerikil 2,63.

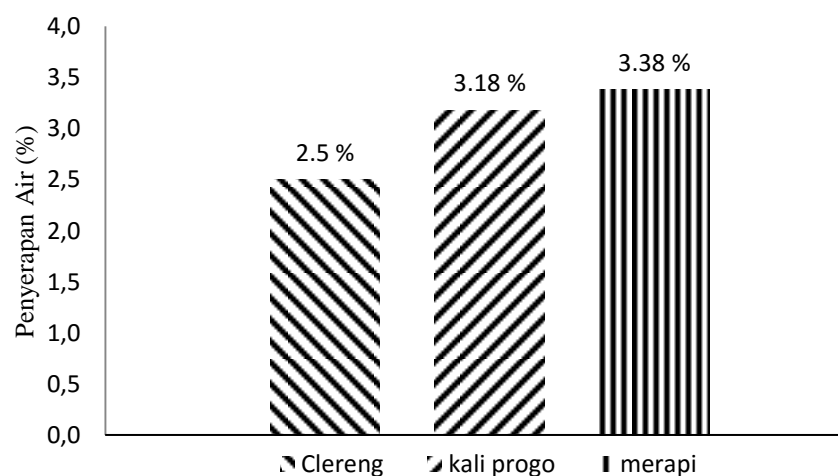
Penyerapan air 3,4%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

Perbandingan berat jenis dan penyerapan air dengan agregat kasar Clereng, Kali Progo dan Merapi, lebih jelas jika ditampilkan dalam bentuk diagram seperti dalam gambar 5.1.



Gambar 5.1 Berat jenis agregat kasar setiap daerah

Pada gambar 5.1 berat jenis kerikil Clereng lebih tinggi yaitu sebesar 2,86, dan berat jenis kerikil Kali Progo 2,51, sedangkan berat jenis kerikil Merapi yang terendah yaitu sebesar 2,5, dari perbedaan berat jenis kerikil tersebut dapat disimpulkan menurut (Tjokrodinuljo, 2010) bahwa kerikil Kali Progo, dan Merapi termasuk dalam berat jenis normal yakni berada pada rentang 2,50 – 2,70, sedangkan kerikil Clereng termasuk dalam berat jenis berat (lebih dari 2,8) karena melebihi batas berat jenis normal.



Gambar 5.2 Penyerapan air setiap daerah

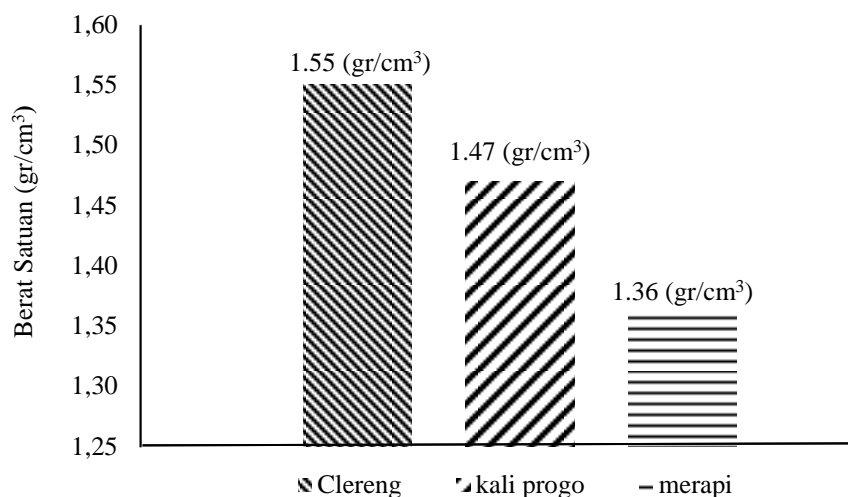
Pada gambar 5.2 dapat disimpulkan bahwa semakin kasar permukaan dan berongga maka semakin besar daya serap atau kemampuan serapnya terhadap air.

b. Berat Satuan Agregat Kasar (*split*)

Pada pengujian Berat satuan ini berfungsi untuk menentukan apakah agregat tersebut porous atau mampat seperti pada agregat halus. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Selain itu untuk agregat kasar, berat satuan digunakan untuk mengidentifikasi jenis batuan dan kelasnya. Hasil pemeriksaan berat satuan agregat kasar dari beberapa daerah di Yogyakarta di peroleh data sebagai berikut. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

- a. Dari hasil pemeriksaan berat satuan kerikil Clereng sebesar 1,55 gram/cm³. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.
- b. Dari hasil pemeriksaan berat satuan kerikil Kali Progo sebesar 1,47 gram/cm³. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.
- c. Dari hasil pemeriksaan berat satuan kerikil Merapi sebesar 1,36 gram/cm³. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

Perbandingan berat satuan dengan agregat kasar Clereng, Kali Progo dan Merapi, lebih jelas jika ditampilkan dalam bentuk diagram seperti dalam gambar 5.4.



Gambar 5.4 Berat satuan setiap daerah

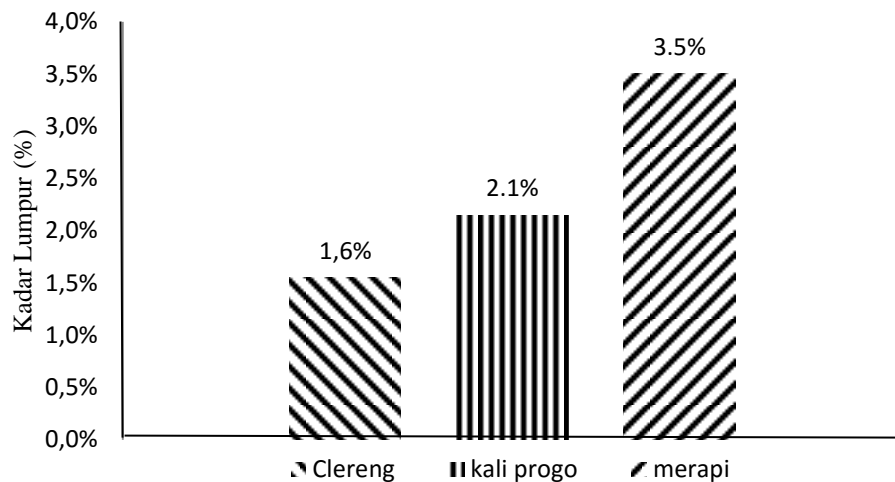
Dari Grafik berat satuan pada gambar 5.4 dari pengujian yang diperoleh berat satuan agregat Clereng lebih tinggi yaitu $1,55 \text{ gr/cm}^3$, dan agregat Kali Progo lebih rendah dari agregat Clereng yaitu $1,47 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan untuk agregat Merapi yang terendah dari agregat Clereng dan Kali progo yaitu sebesar $1,36 \text{ gr/cm}^3$, jadi dari perbedaan nilai berat satuan agregat tersebut menurut (Tjokrodimuljo, 2010) agregat Clereng termasuk agregat normal yakni berada pada rentang $1,50\text{-}1,80 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan kerikil Kali Progo dan Merapi termasuk kerikil ringan karna kurang dari $1,50 \text{ gr/cm}^3$.

c. Kadar Lumpur Agregat Kasar (*split*)

Agregat kasar pada pengujian ini langsung dari lapangan, tanpa proses pencucian terlebih dahulu, hasil pengujian kadar lumpur ini lebih besar dari batas yang ditetapkan yaitu 1%. Sehingga sebelum melakukan pengadukan beton, agregat ini perlu dicuci terlebih dahulu. Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dari beberapa daerah di Yogyakarta di peroleh data sebagai berikut. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

- a. Dari hasil pemeriksaan kadar lumpur kerikil Clereng sebesar $1,55 \text{ gram/cm}^3$. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.
- b. Dari hasil pemeriksaan kadar lumpur kerikil Kali Progo sebesar $2,15 \text{ gram/cm}^3$. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.
- c. Dari hasil pemeriksaan kadar lumpur kerikil Merapi sebesar $3,5 \text{ gram/cm}^3$. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

Perbandingan kadar lumpur dengan agregat kasar Clereng, Kali Progo dan Merapi, lebih jelas jika ditampilkan dalam bentuk diagram seperti dalam gambar 5.5.



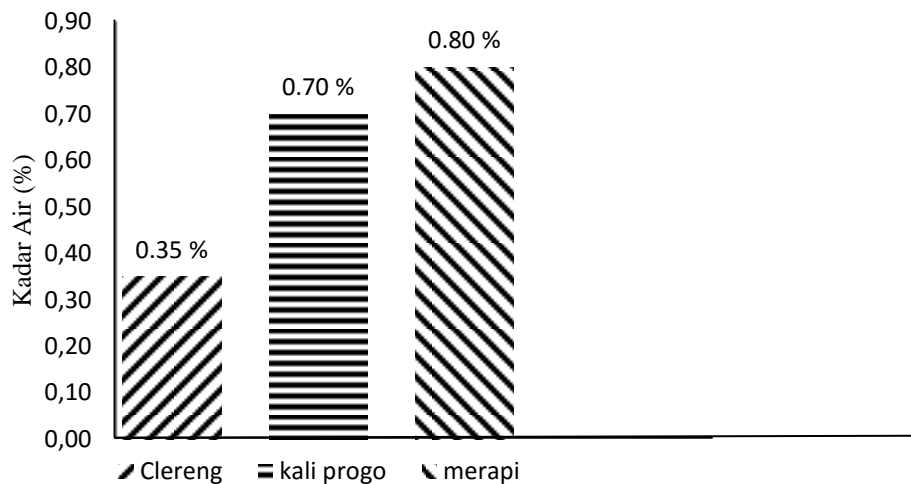
Gambar 5.5 Kadar lumpur setiap daerah

Dari Grafik kadar lumpur pada gambar 5.5 dari pengujian yang diperoleh kadar lumpur kerikil Merapi lebih tinggi yaitu 3,5 %, dan agregat Kali Progo lebih rendah dari kerikil Merapi yaitu 2,1 %, sedangkan untuk kerikil Clereng yang terendah dari agregat Merapi dan Kali progo yaitu sebesar 1,5 %, perbedaan kadar lumpur kerikil tersebut menurut (Tjokrodimuljo, 2010) bahwa kerikil Clereng, Kali Progo, dan Merapi, melebihi dari 1 %. Ada kecenderungan meningkatnya penggunaan air dalam campuran beton yang bersangkutan, jika terdapat lumpur maka tidak dapat menjadi satu dengan semen sehingga menghalangi penggabungan antara semen dengan agregat. Pada akhirnya kekuatan tekan beton akan berkurang karna tidak adanya saling mengikat, sehingga sebelum melakukan pengadukan beton agregat ini perlu dicuci terlebih dahulu.

d. Kadar Air Agregat Kasar (*split*)

Pemeriksaan kadar air agregat kasar dari tiga wilayah berbeda di Yogyakarta di peroleh beberapa data, Kadar air rata-rata yang didapat dari hasil pemeriksaan dari kerikil Clereng 0,15 %, Kali progo 0,2% dan kerikil Merapi 0,25 %, Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4. Perbandingan

kadar air dengan agregat kasar Clereng, Kali Progo dan Merapi, lebih jelas jika ditampilkan dalam bentuk diagram seperti dalam gambar 5.3.



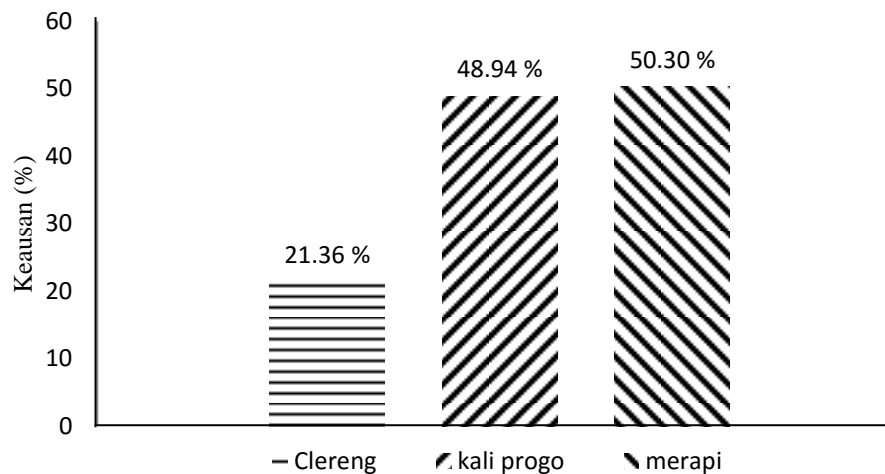
Gambar 5.3 Kadar air setiap daerah

Berdasarkan gambar 5.3 dapat dilihat bahwa nilai kadar air secara umum dengan agregat kasar Clereng menunjukkan penyerapan kadar air yang lebih kecil yaitu sebesar 0,35 %, dari pada kerikil kali progo yaitu sebesar 0,7 %, dan kerikil Merapi sebesar 0,8 %. Penyerapan kadar air tersebut lebih dipengaruhi oleh karakter butiran kerikil. Menurut (Tjokrodimuljo, 2010) butiran agregat asal Clereng relatif lebih kecil sehingga rongga yang ditimbulkan lebih kecil juga, berbeda dengan kerikil asal Kali Progo dan Merapi memiliki rongga yang cukup besar. Porositas agregat tidak berpengaruh signifikan karena lolosnya air lebih besar melewati rongga antar agregat dan bukan melewati pori agregat.

e. Keausan Agregat Kasar (*split*)

Keausan agregat kasar diuji dengan alat *Los Angeles* diperoleh hasil dari masing-masing wilayah di Yogyakarta sebesar, kerikil Clereng 21,36 %, Kali Progo 48,94 %, dan kerikil Merapi 50,30 %, sehingga dari hasil tersebut ketahanan agregat sudah sesuai menurut (Mulyono, 2004). Hasil pemeriksaan

keausan agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran 5. Perbandingan keausan dengan agregat kasar Clereng, Kali Progo dan Merapi, lebih jelas jika ditampilkan dalam bentuk diagram seperti dalam gambar 5.6.



Gambar 5.6 Keausan setiap daerah

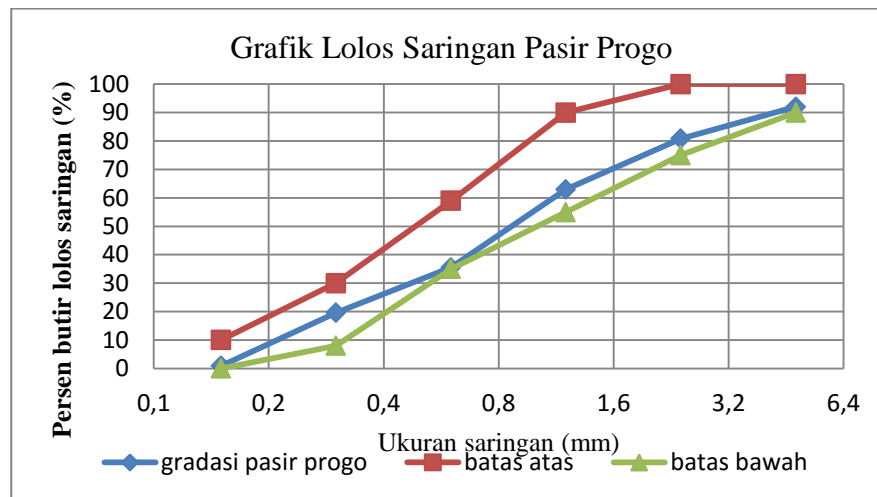
Dari Grafik keausan pada gambar 5.6 dari pengujian keausan agregat diatas karakter butiran dari Merapi dan Kali Progo memiliki rongga cukup besar dari pada kerikil Clereng, maka pada pengujian keausan dengan mesin *Los Angeles* dengan bola baja sebanyak 7 bola baja, diperoleh nilai keausan kerikil Merapi lebih tinggi yaitu 50 %, dan agregat Kali Progo lebih rendah dari kerikil Merapi yaitu 49 %, sedangkan untuk kerikil Clereng yang terendah dari agregat Merapi dan Kali progo yaitu sebesar 21 %, perbedaan keausan kerikil tersebut menurut (Tjokrodinuljo, 2010) bahwa kerikil Merapi dan Kali Progo termasuk dalam keausan beton kelas 1 yakni berada pada rentang 40 - 50, sedangkan kerikil Clereng termasuk dalam keausan beton kelas 2 (kurang dari 40 - 22).

2. Agregat Halus

a. Gradasi Agregat Halus (pasir)

Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus (pasir) yang berasal dari Sungai Progo digambarkan pada Gambar 5.7. Gradasi yang digunakan adalah gradasi No.

2 (Daerah dua) yang tergolong pada pasir agak kasar dengan modulus halus butir sebesar 2,648. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6.



Gambar 5.7 Gradasi Pasir Progo

b. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Dari hasil pemeriksaan, diperoleh berat jenis pasir jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,66. Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 0,81%. Pasir Progo termasuk dalam berat jenis normal yakni berada pada rentang 2,5-2,7, (Cahyati, 2013). Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7.

c. Berat Satuan Agregat Halus

Berat satuan rata-rata pasir (SSD) didapat sebesar 1,61 gram/cm³. Menurut (Tjokrodinuljo, 2010) Pasir Progo yang termasuk dalam rentang berat satuan untuk agregat normal. Berat satuan ini berfungsi untuk mengetahui apakah agregat tersebut porous atau mampat. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Apabila agregatnya *porous* maka biasa terjadi penurunan kuat tekan pada beton. Pemeriksaan berat satuan agregat halus dapat dilihat pada Lampiran 8.

d. Kadar Lumpur Agregat Halus

Dari pengujian yang dilakukan diperoleh kadar lumpur rata-rata agregat halus sebesar 2,20%, menurut (Endroyo, 2009) pasir Progo masih berada dalam batas kandungan lumpur normal lebih kecil dari batas yang ditetapkan untuk beton

normal sebesar 5% sehingga pasir tidak perlu dicuci dahulu sebelum digunakan. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9.

e. Kadar Air Agregat Halus

Kadar air agregat halus yang diperoleh dari hasil pemeriksaan sebesar 0,30%. Menurut (Tjokrodimujo, 2010) Jenis pasir yang diuji termasuk pada kandungan airnya di tingkat b, yakni butir-butir agregat mengandung sedikit air (tidak penuh) di dalam porinya dan permukaannya butirannya kering atau di sebut juga dengan kondisi agregat kering udara. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 10.

C. Rancang Campur Beton (*Mix Design*)

Dalam perancangan campur bahan-bahan penyusun beton (*mix design*) ini berdasarkan SK SNI 03-2834-2002 (Tjokrodimujo, 2007). Data hasil perancangan campuran beton dapat dilihat pada tabel 5.3, dan 5.4. Perhitungan *mix design* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 26, 27, 28, dan 29.

Tabel 5.3 Kebutuhan bahan susun beton untuk 1 m³ adukan

Beton Campuran Kerikil	Kebutuhan Bahan Dasar Beton				
	Berat (Kg)	Air (liter)	Semen (Kg)	Ag.Halus (Kg)	Ag.Kasar (Kg)
Clereng	2625	205	372,73	553	1495
Kali Progo	2480	205	372,73	514	1389
Merapi	2470	205	372,73	511	1382

Tabel 5.4 Kebutuhan bahan susun beton untuk 3 benda uji

Beton Campuran Kerikil	Kebutuhan Bahan Dasar Beton				
	Berat (Kg)	Air (liter)	Semen (Kg)	Ag.Halus (Kg)	Ag.Kasar (Kg)
Clereng	41,73	3,25	5,92	8,79	23,77
Kali Progo	39,43	3,25	5,92	8,17	22,08
Merapi	39,27	3,25	5,92	8,12	21,97

D. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pembuatan beton normal menggunakan agregat kasar (kerikil) yang berasal dari tiga lokasi yang berbeda di daerah Yogyakarta yaitu kerikil Clereng, Kali Progo, Merapi, berukuran lolos saringan 20 mm, dan tertahan 4,75 mm.

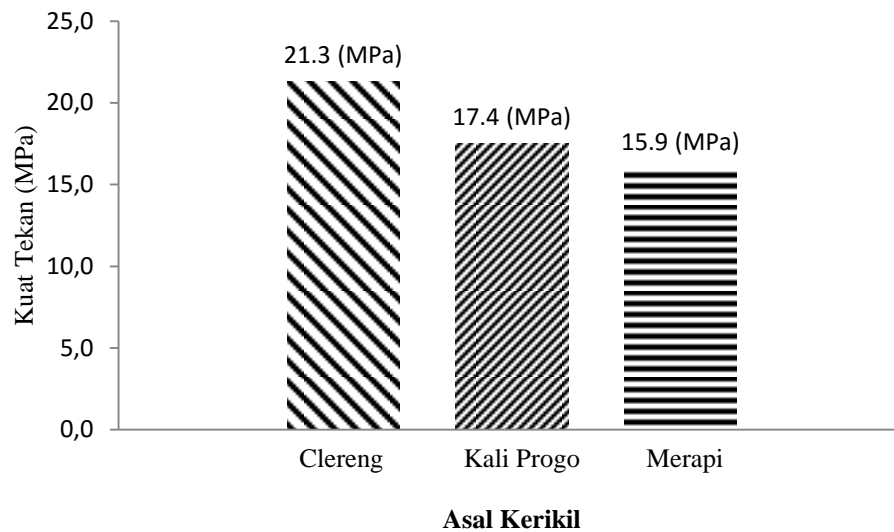
Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan agregat kasar dari beberapa daerah di Yogyakarta pada umur 28 hari dan diperoleh hasil kuat tekan beton seperti pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil kuat tekan beton dengan kerikil Clereng, Kali Progo, dan Merapi umur 28 hari.

No	Agregat Kasar	Benda uji	Diameter (cm)	Luasan (cm ²)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
1	Clereng	1	15,2	179,08	21,06	21,3
		2	15,2	176,71	22,97	
		3	15,3	183,85	19,82	
2	Kali Progo	1	15,1	179,08	20,76	17,49
		2	15,2	181,46	21,57	
		3	15,1	179,08	10,15	
3	Merapi	1	15,1	179,08	20,76	15,91
		2	15,1	183,85	14,91	
		3	15,1	183,85	12,06	

Pada Tabel 5.5 menunjukkan bahwa hasil uji kuat tekan beton umur 28 hari dengan menggunakan kerikil Clereng, Kali Progo, dan Merapi. Hasil kuat tekan beton tiap sampel benda uji tersebut dapat diklasifikasikan beton yang dihasilkan setara dengan beton normal yaitu memiliki kuat tekan 15-30 Mpa (Tjokrodinuljo, 2007).

Berdasarkan hasil kuat tekan ketiga variasi kerikil tersebut kuat tekan beton mengalami perbedaan masing-masing benda uji karena di setiap beton tidak memiliki kuat tekan beton yang sama. Perbandingan kuat tekan beton dengan agregat kasar Clereng, Kali Progo dan Merapi, lebih jelas jika ditampilkan dalam bentuk diagram seperti dalam gambar 5.9.



Gambar 5.9 Kuat tekan beton tiga variasi agregat kasar di Yogyakarta

Pada gambar 5.9 menunjukkan bahwa beton yang menggunakan kerikil Clereng memiliki kuat tekan yang lebih tinggi yaitu sebesar 21,3 MPa, dan beton dengan menggunakan kerikil Kali Progo sebesar 17,49 MPa, dan nilai kuat yang terendah terdapat pada beton dengan kerikil Gunung Merapi yaitu sebesar 15,9 MPa. Hal ini terjadi karena kerikil Clereng memiliki nilai keausan agregat yang paling kecil yaitu sebesar 21,3 %, dibandingkan dengan kerikil Kali Progo sebesar 48,9 %, dan kerikil Merapi sebesar 50,3 %. Perbedaan ini terjadi disebabkan oleh karakteristik agregat yang berbeda di setiap lokasi, karakteristik kerikil Clereng memiliki rongga yang cukup kecil, berbeda dengan kerikil Kali Progo dan merapi memiliki karakteristik permukaan yang kasar dan rongga yang cukup besar, hal tersebut berpengaruh besar terhadap kuat tekan beton.