

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Maluku Utara merupakan salah satu Provinsi di Indonesia bagian timur yang memiliki kekayaan akan sumber daya alam yang terdiri atas 800 pulau. Pemerintah Maluku Utara berdasarkan data lapangan tahun 2017 mengaku sedang memprioritaskan pembangunan infrastruktur publik, diantaranya : Pelabuhan, Gedung, dan Transportasi guna meningkatkan sarana dan prasarana. Pembangunan infrastruktur dalam proses pengerjaannya akan sangat membutuhkan material yang baik dan bermutu tinggi.

Beton adalah suatu material bangunan yang diperoleh dari pencampuran agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air, dan semen dengan suatu takaran tertentu yang berasal dari alam. Perencanaan suatu beton dituntut adanya hasil perencanaan yang menghasilkan beton dengan kuat tekanan yang sesuai dengan yang diinginkan, dimana agregat kasar selalu memiliki porsi perbandingan campuran yang paling banyak dibandingkan bahan lainnya, sehingga peran agregat kasarakan sangat menentukan karakteristik dari beton yang dibuat. Dalam merancang suatu beton, perencana beton harus mampu merancang campuran beton yang memenuhi dua kriteria yaitu dari aspek teknik dan aspek ekonomi. Aspek teknik sangat berhubungan langsung pada struktur, di mana mutu material alam seperti pasir dan kerikil sangat berpengaruh langsung dalam uji kuat tekan beton, sedangkan aspek ekonomi lebih tertuju pada pembuatan suatu beton dengan biaya yang minim namun memiliki kuat tekan yang tinggi.

Material alam untuk membuat suatu beton mampu di dapat dari pegunungan, sungai dan pantai. Kerikil yang merupakan agregat kasar dalam pembuatan beton, sangat mudah ditemukan di Maluku Utara khususnya di Kota Ternate. Pembangunan di Maluku Utara umumnya menggunakan kerikil yang berasal dari letusan Gunung Gamalama, Kota Ternate. Kerikil tersebut merupakan kerikil alam yang sampai saat ini belum diketahui jenis dan ketahanannya. Salah satu cara untuk mengetahui nilai kuat tekan beton

ketahanannya. Salah satu cara untuk mengetahui nilai kuat tekan beton tersebut dengan melakukan pengujian kuat tekan beton, dengan menggunakan kerikil yang ada di Kota Ternate.

Karakteristik kualitas agregat kasar yang digunakan sebagai komponen struktural beton sangat penting dalam menentukan karakteristik kualitas struktur beton yang dihasilkan, sebab agregat kasar mengisi sebagian besar volume beton. Jika dilihat secara umum pembuatan beton normal mempunyai berat isi (2200 – 2500) kg/m³ menggunakan agregat alam yang dipecah, maka dalam susunan permukaan agregat sangat berpengaruh pada proses pekerjaan. Dengan kata lain, ukuran butiran agregat bukan hal yang terpisahkan dari bentuk, kecuali jika disebutkan bahwa ukuran itu adalah ukuran tertentu, misalnya volume, permukaan, dan sebagainya. Jadi semakin halus permukaan agregat akan semakin mudah beton dikerjakan, akan tetapi jenis agregat dengan permukaan kasar lebih disukai karena akan menghasilkan ikatan antara agregat dan pasta semen lebih kuat. (Mulyono, 2004). Adapun objek penelitian ini yaitu menguji kerikil dari letusan Gunung Gamalama, Kota Ternate.

Dari pengujian ini dilakukan perbandingan antara agregat kasar yang berasal dari Gunung Gamalama, Kota Ternate dan Gunung Merapi, Kota Yogyakarta, untuk mengetahui kerikil manakah yang mempunyai kuat tekan yang tinggi. Karakter dari masing-masing kerikil memiliki tekstur yang berbeda. Contohnya kerikil Gunung Gamalama, Kota Ternate terdapat banyak pori, sedangkan kerikil Gunung Merapi, Kota Yogyakarta hanya sedikit pori dan mengandung banyak lumpur. Dalam penelitian ini penulis ingin meneliti tentang pembuatan beton dengan kuat tekan awal tinggi dengan menggunakan agregat yang berasal dari Gunung Gamalama, Kota Ternate dan Gunung Merapi, Kota Yogyakarta pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan jumlah benda uji 18 buah, dimana 9 sampel berasal dari agregat Gunung Gamalama, Kota Ternate dan 9 sampel berasal dari Gunung Merapi, Kota Yogyakarta. Harapan dari penelitian ini untuk membandingkan kuat tekan beton yang berasal dari Gunung Gamalama, Kota Ternate dan Gunung Merapi, Kota Yogyakarta. Beton manakah yang memiliki kuat tekan yang tinggi

B. Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kuat tekan beton dengan variasi pemakaian kerikil Gunung Gamalama, Kota Ternate dan Gunung Merapi, Kota Yogyakarta.
2. Bagaimana pengaruh variasi umur beton normal dengan menggunakan bahan agregat kasar Gunung Gamalama, Kota Ternate dan Gunung Merapi, Kota Yogyakarta.
3. Bagaimana faktor pengali yang didapat pada agregat kasar Gunung Gamalama, Kota Ternate dan Gunung Merapi, Kota Yogyakarta.

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian identifikasi masalah, maka diperoleh tujuan dari penelitian ini, antara lain sebagai berikut :

1. Menganalisis kuat tekan beton dengan variasi pemakaian kerikil Gunung Gamalama, Kota Ternate dan Gunung Merapi, Kota Yogyakarta.
2. Menganalisis variasi umur beton normal dengan menggunakan bahan agregat kasar Gunung Gamalama, Kota Ternate dan Gunung Merapi, Kota Yogyakarta.
3. Menganalisis faktor pengali dengan menggunakan bahan agregat kasar Gunung Gamalama, Kota Ternate dan Gunung Merapi, Kota Yogyakarta.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan diharapkan memberikan beberapa manfaat, antara lain sebagai berikut :

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai perbandingan mutu agregat kasar dari Gunung Gamalama, Kota Ternate dan Gunung Merapi, Kota Yogyakarta.
2. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan manfaat ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), terutama dibidang konstruksi.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. Benda uji yang digunakan sebanyak 18 buah,
2. Semen yang digunakan pada penelitian ini menggunakan semen *portland*,
3. Agregat yang digunakan berupa agregat kasar yang berasal dari Gunung gamalama, Kota Ternate dan Gunung Merapi, Kota Yogyakarta,
4. Agregat halus yang digunakan dari letusan Gunung Gamalama, Kota Ternate dan Gunung Merapi, Kota Yogyakarta,
5. Pembuatan benda uji beton mengacu sesuai dengan SK.SNI-03-2834-2002 untuk beton normal,
6. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm sebanyak 18 buah,
7. Menggunakan faktor air semen 0,44,
8. Perawatan benda uji dengan direndam di dalam air selama 7, 14, dan 28 hari.

F. Keaslian Penelitian

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan tentang sifat fisik dan mekanis beton antara lain sebagai berikut :

1. Pengaruh penggunaan agregat kasar dari Yogyakarta terhadap kuat tekan beton (*Pratama, 2016*),
2. Pengaruh agregat kasar terhadap kuat tekan beton dengan agregat kasar pecahan bata ringan (Variasi Agregat Kasar Pecahan Bata Ringan Lolos Saringan 16 mm, 22,4 mm, dan 25 mm) (*Widiyanto, 2016*),
3. Pengaruh kuat tekan dan kuat tarik beton menggunakan agregat kasar batu apung dengan tambahan kawat bendrat 50 mm (variasi kawat bendrat 0%, 0,5%, 0,75%, dan 1%) (*Abdurajak, 2016*),
4. Kuat tekan beton dengan agregat kasar batu kapur untuk variasi umur beton 3, 7, 14, 21, dan 28 hari (*Publisita, 2013*).

Berdasarkan literatur yang ada, maka penelitian tentang analisis kuat tekan beton normal dengan variasi agregat kasar dan umur beton belum pernah ada yang meneliti. jadi sangat dijamin keasliannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pemeriksaan Agregat Kasar

Pratama (2016), dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Dari Yogyakarta Terhadap Kuat Tekan Beton” agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini berasal dari 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, penyerapan air, berat satuan, kadar lumpur, kadar air, dan keausan.

Tabel 2.1 Hasil pengujian agregat kasar Merapi

No	Pengujian bahan	Merapi
1	Berat Jenis	2,63
2	Kadar Air	0,25 %
3	Penyerapan Air	3,4 %
4	Kadar Lumpur	3,5 %
5	Keausan	50,30 %
6	Berat Satuan	1,36 gr/cm ³

Sumber : Pratama (2016)

Sunarno (2008), dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Pasir Samboja dan Kerikil Dari Palu Sebagai Bahan Pembuatan Beton Normal” melakukan penelitian ini menggunakan butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Sedangkan pada bahan-bahan terdapat agregat halus yang dipakai pasir Samboja, Kutai Kartanegara, kerikil asal Palu, semen *portland* jenis I (50 Kg/Sak) merek Gresik, dan air bersih. Dari hasil pengujian Sunarno (2008), menunjukkan kuat tekan beton dengan fas 0,4 dengan kandungan semen berturut – turut 487,5 kg/m³ dan 512,5 kg/m³ mempunyai kuat tekan rata-rata 51,263 MPa dan 45.452 MPa. untuk fas 0,5 dengan kandungan semen berturut-turut 345,02

kg/m³ dan 393,25 kg/m³ memiliki kuat tekan rata-rata 42,613 MPa dan 32,242 MPa, sedangkan untuk fas 0,6 dengan kandungan semen berturut-turut 285,71 kg/m³ dan 314,18 kg/m³ mempunyai kuat tekan rata-rata 26,639 MPa dan 32,714 Mpa.

Tabel 2.2 Hasil pengujian kerikil asal Palu

No	Tinjauan	Hasil	Persyaratan
1	Berat jenis	2,553	2,5 – 2,7
2	Berat jenis (SSD)	26,070	2,5 – 2,7
3	Berat satuan	1,587 gr/cm ²	1,50 – 1,80
4	Daya serap air	21,14%	0,5% - 1%
5	Kandungan lumpur	-	5%
6	Keausan	23,9%	27%
7	Gradasi	Mhb 6,63	Mhb 6,5 – 7,10

Sumber : Sunarno (2008)

Mahyar (2013), dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Jenis Semen dan Jenis Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton” Material yang digunakan untuk penelitian ini yaitu agregat halus dari Krueng Tingkem, sedangkan agregat kasar digunakan batu pecah dengan ukuran butir maksimum 31,5 mm yang berasal dari hasil pemecahan mesin *stone crusher*. Kerikil alami berasal dari Krueng Mane dengan ukuran butir maksimum 31,5 mm. Semua agregat tersebut akan dilakukan pemeriksaan awal yaitu pemeriksaan sifat fisik agregat sesuai dengan standar ASTM. Hasil pengujian Mahyar (2013), menunjukkan kuat tekan beton untuk agregat kasar jenis batu pecah pada masing-masing faktor air semen lebih besar dari pada kuat tekan dengan agregat kasar jenis kerikil alami. Kuat tekan maksimum diperoleh dari material batu pecah dengan fas 0,35 yaitu 363,57 kg/cm² atau 36,4 MPa. Perbedaan dan kuat tekan untuk masing-masing fas antara kedua jenis material tersebut adalah antara 7.6 sampai 25.93% atau dengan perbedaan kuat tekan

Tabel 2.3 Sifat fisik agregat kasar asal Krueng Mane

No	Pemeriksaan	Pasir	Batu pecah	Kerikil alami
1	Ukuran butiran maksimum	4,75 mm	31,5 mm	31,5 mm
2	BJ SSD	2,5	2,65	2,67
3	Penyerapan	3 %	2 %	1,8 %
4	Kadar air	0,75 %	0,242 %	0,4 %
5	Kekerasan	-	19,5 %	20,3 %

Sumber: Mahyar (2013)

B. Pemeriksaan Agregat Halus

Habibi (2016), dalam penelitiannya yang berjudul “Kajian Perbandingan Kuat Tekan Beton Terhadap Jenis Pasir Di Yogyakarta” melakukan pemeriksaan agregat halus dari Merapi. Dari hasil pemeriksaan tersebut diketahui pasir tersebut termasuk dalam zona gradasi daerah 2 dengan modulus halus butiran sebesar 3,06, berat jenis sebesar 2,42, penyerapan air sebesar 0,40%, kadar air sebesar 0,20 %, kadar lumpur sebesar 9,10%, dan berat satuan 1,59 gr/cm³.

Rahmasari (2017), dalam penelitian yang berjudul “Analisis Sifat Fisik dan Mekanik dengan Penambahan Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengganti Semen Dalam Pembuatan Mortar” melakukan pemeriksaan agregat halus dari Merapi. Dari hasil pemeriksaan tersebut diketahui Kadar air rata-rata yang diperoleh sebesar 6,89 %. Kadar air yang diperoleh termasuk ke dalam kondisi basah (Tjokrodimuljo, 2007), sedangkan hasil pemeriksaan gradasi agregat diketahui pasir tersebut termasuk dalam zona gradasi daerah 2 dengan modulus halus butir 3,37 %, diperoleh berat jenis rata-rata 2,1. Dengan hasil yang diperoleh maka berat jenis tidak termasuk kedalam berat jenis normal, penyerapan air diperoleh sebesar 6,43 %, kadar lumpur rata-rata yang diperoleh sebesar 2,08 %. dan berat satuan yang diperoleh sebesar 1,441

Wahyudi (2016), dalam penelitian yang berjudul “Perbandingan Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Dua Jenis Semen dan Variasinya” berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada agregat halus (Pasir Merapi) didapat bahwa gradasi agregat halus termasuk dalam daerah gradasi no. 2, yaitu pasir agak kasar dengan modulus halus butir sebesar 2,237 %, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air didapat nilai antara 2,5 – 2,7 sehingga pasir ini dapat digolongkan menjadi agregat normal karena hasilnya terletak diantara 2,5 sampai 2,7, hasil pengujian kadar air pasir di dapat nilai rata-rata sebesar 5,281 %, hasil pengujian Berat satuan pasir SSD yaitu 1,26 gr/cm³, dan pengujian kadar lumpur diperoleh sebesar 4,32 %, lebih kecil dari batas yang ditetapkan untuk beton normal sebesar 5%, sehingga pasir dapat digunakan tanpa harus dicuci terlebih dahulu.

Tabel 2.4 Hasil pengujian agregat halus

No	Jenis Pengujian	Satuan	Penguji		
			Habibi (2016)	Rahmasari (2017)	Wahyudi (2016)
1	Gradasi	-	Daerah 2	Daerah 2	Daerah 2
2	Modulus Halus Butir	-	3,06	3,37	2,237
3	Berat jenis	-	2,42	2,1	2,5 – 2,7
4	Penyerapan Air	%	0,40	6,43	2,5 – 2,7
5	Kadar Air	%	0,20	6,89	5,281
6	Kadar Lumpur	%	9,10	2,08	4,32
7	Berat Satuan	gram/cm ³	1,59	1,441	1,26

Sumber : Habibi (2016), Rahmasari (2017), Wahyudi (2016)

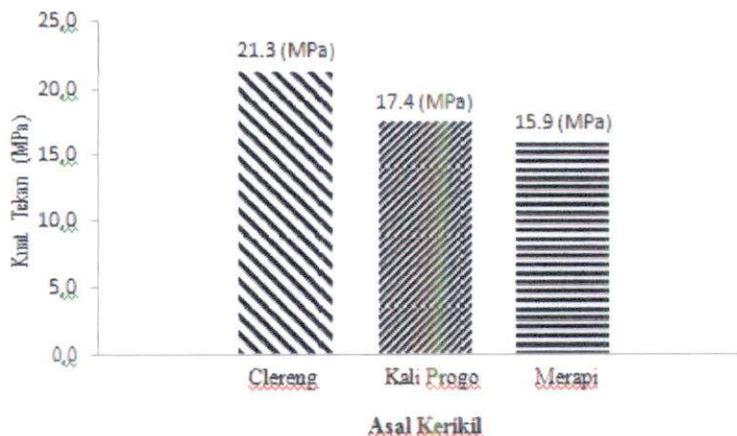
C. Beton Dengan Variasi Agregat

Pratama (2016), dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Dari Yogyakarta Terhadap Kuat Tekan Beton” 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. Dari hasil pengujian (Pratama,2016),

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.

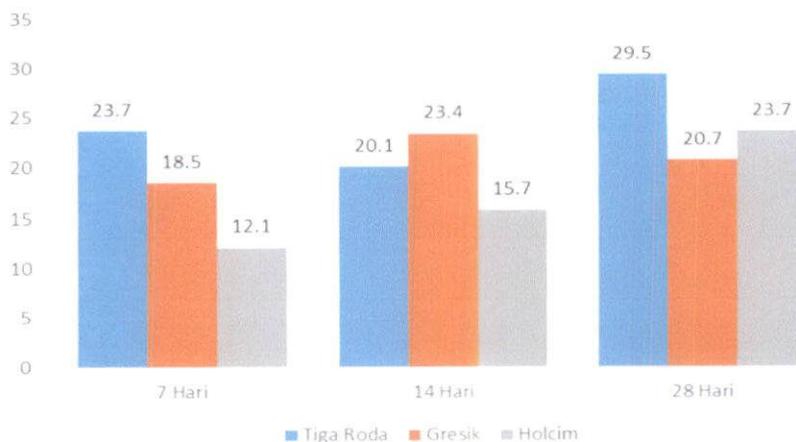
Tabel 2.5 Hasil kuat tekan beton dengan kerikil Clereng, Kali Progo, dan Merapi umur 28 hari.

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	



Gambar 2.1 Hasil uji kuat tekan beton (Sumber : Pratama, 2016)

Adistiani (2017), dalam penelitian yang berjudul “Pengaruh Jenis Semen Dalam Kuat Tekan Beton Dengan Perendaman Air Tawar” terdapat Pengujian *slump* yang dilakukan pada saat pengadukan pencampuran beton, dari hasil pengujian yang dilakukan didapat nilai *slump* dapat dilihat pada tabel 2.6. Nilai *slump* paling tinggi yaitu semen Gresik dengan nilai *slump* sebesar 4,55 cm. Pengaruh tinggi rendahnya nilai *slump* berpengaruh pada *workability* atau pengerjaan beton. Semakin tinggi nilai *slump* semakin mudah dalam proses pengadukan, penuangan dan pemadatan, tetapi jika nilai *slump* rendah semakin sulit dalam pengerjaan beton. Nilai *slump* yang normal yaitu antara 8-12 cm. Pada penelitian ini pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Dengan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 2.7. Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton pada Tabel 2.7 semen Tiga Roda diperoleh nilai kuat tekan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari secara berurutan adalah 23,7 MPa, 20,1 MPa, dan 29,5 MPa. Semen Gresik diperoleh nilai kuat tekan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari secara berurutan adalah 12,1 MPa, 15,7 MPa, dan 23,7 MPa. Semen Holcim diperoleh nilai kuat tekan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari secara berurutan adalah 18,5 MPa, 23,4 MPa, dan 20,7 MPa. Dari ketiga merk semen didapat bahwa nilai kuat tekan dengan menggunakan semen Tiga Roda paling tinggi yaitu sebesar 29,5 MPa dengan umur beton 28 hari.



Gambar 2.2 Perbandingan nilai kuat tekan beton semen Tiga Roda, Gresik, dan Holcim (*Sumber : Adistiani, 2017*)

Habibi (2016), dalam penelitian yang berjudul “Kajian Perbandingan Kuat Tekan Beton Terhadap Jenis Pasir Di Yogyakarta” didapat hasil pemeriksaan agregat halus (pasir) yang berasal dari empat lokasi yang berbeda di daerah Yogyakarta yakni pasir Progo, pasir Merapi, pasir Pantai Depok, dan pasir Besi Kulon Progo terangkum pada Tabel 2.8. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan beton normal dengan benda uji berbentuk silinder sebanyak 12 buah, masing-masing 3 buah untuk satu jenis pasir dengan umur beton 28 hari. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa pasir Merapi, pasir Pantai Depok, dan pasir Besi memiliki nilai kuat tekan rata-rata yang tinggi dan melebihi kuat tekan yang direncanakan yakni sebesar 19 MPa sedangkan pasir Progo memiliki nilai kuat tekan yang rendah dan tidak sesuai dengan kuat tekan rencana. Dari grafik yang terdapat pada Gambar 2.3 menunjukkan bahwa beton dengan bahan pasir dari lokasi yang berbeda menghasilkan kuat tekan yang berbeda. Perbedaan ini terjadi disebabkan oleh karakteristik pasir yang berbeda di setiap lokasi pengambilan mulai dari gradasi, kadar air, berat jenis, berat satuan, dan kadar lumpur yang berpengaruh besar terhadap kuat

Tabel 2.8 Hasil pengujian gradasi, kadar air, berat jenis dan penyerapan air, berat satuan, dan kadar lumpur

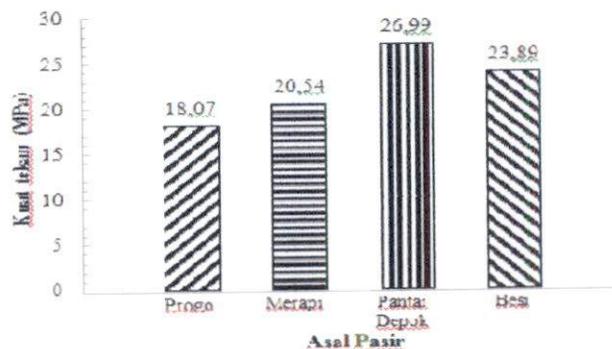
No	Pengujian bahan	Pasir progo	Pasir merapi	Pasir pantai depok	Pasir besi
	Asal pasir				
1	Gradasi	Zona 2	Zona 2	Zona 4	Zona 4
2	Modulus Halus Butir	3,08	3,06	1,73	1,65
3	Kadar air	0,30%	0,20%	0,20%	0,30%
4	Berat jenis	2,66	2,42	2,69	3,09
5	Penyerapan air	0,81%	0,4%	1,01%	1,42%
6	Berat satuan	1,61 gr/cm ³	1,59 gr/cm ³	1,68 gr/cm ³	2 gr/cm ³
7	Kadar lumpur	2,20%	9,10%	0,50%	1,30%

Sumber : Habibi (2016)

Tabel 2.9 Hasil kuat tekan beton umur 28 hari

Benda Uji	Asal Pasir			
	Progo	Merapi	Pantai Depok	Besi
Benda Uji 1	10,15	16,88	25,15	21,30
Benda Uji 2	21,07	20	27,15	22,20
Benda Uji 3	22,98	24,73	28,67	28,16
Rata-rata	18,07	20,54	26,99	23,89

Sumber : Habibi (2016)



Gambar 2.3 Hasil kuat tekan beton (Sumber : Habibi 2016)

Salain (2009), dalam penelitian yang berjudul “Pengaruh Jenis Semen dan Jenis Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton” didapat hasil Hasil uji kuat tekan pada berbagai umur uji untuk masing-masing variasi jenis semen dan jenis agregat kasar disajikan pada Tabel 2.10 dan Pada Gambar 2.4 ditampilkan kurva yang menunjukkan hubungan antara kuat tekan dengan umur hidrasi untuk setiap jenis semen dan agregat kasar yang digunakan. Terlihat bahwa nilai kuat tekan meningkat dengan bertambahnya umur beton, dari umur 3 hari hingga mencapai umur 90 hari. Peningkatan kekuatan terjadi terutama pada umur-umur awal hingga mencapai umur 28 hari. Hal ini terjadi pada setiap jenis semen dan agregat kasar yang di gunakan dalam beton. Pada penggunaan agregat kasar berupa KK, kuat tekan beton dengan penggunaan perekat berupa PCI, PPC dan PCC, dari umur 3 hari hingga mencapai umur 90 hari, meningkat berturut-turut dari 29,96 MPa menjadi 49,78 MPa, 26,32 MPa menjadi 52,50 MPa dan 31,54 MPa menjadi 54,67 MPa. Untuk penggunaan agregat kasar berupa BP pada penggunaan perekat dan periode yang sama, nilai kuat tekannya meningkat berturut-turut dari 32,67 MPa menjadi 54,36 MPa, 32,00 MPa menjadi 56,67 MPa dan 37,78 MPa menjadi 57,47 MPa. Ditinjau dari jenis semen yang digunakan, terlihat bahwa beton dengan perekat berupa PCC mampu mengembangkan kekuatan yang lebih tinggi untuk setiap umur hidrasi bila dibandingkan dengan beton dengan perekat lainnya baik pada penggunaan agregat kasar berupa KK maupun BP. Pada umur 90 hari, beton dengan perekat PCC dengan agregat kasar berupa KK maupun BP mampu mengembangkan kuat tekan sebesar 110 % dan 106 % dari kuat tekan yang dihasilkan beton dengan perekat PCI untuk penggunaan agregat yang sama. Untuk waktu dan penggunaan agregat yang serupa, beton dengan perekat PCC dapat mengembangkan kuat tekan sebesar 104 % dan 101 % dari kuat tekan yang dihasilkan beton dengan perekat PPC. Selanjutnya dari Tabel 2.10 dan Gambar 2.4 tersebut terlihat pula bahwa perkembangan kekuatan pada beton dengan perekat PPC nampak lebih lambat dibandingkan dengan beton dengan perekat lainnya sehingga menghasilkan kuat tekan terendah pada umur awal. Namun demikian dengan bertambahnya waktu hidrasi kuat tekan yang dihasilkan oleh beton dengan perekat PPC dapat