

## KAJIAN JENIS AGREGAT DAN PROPORSI CAMPURAN TERHADAP KUAT TEKAN DAN DAYA TEMBUS BETON PORUS

Prasetya Adi

Staf Pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra  
Jl. Tentara Rakyat Mataram 57 Yogyakarta, Telp./Fax. : (0274) 543676  
E-Mail :pras\_atiek@yahoo.com

### ABSTRACT

*Increased area covered by pavement can cause the water to be a gathering time is much shorter , so the accumulation of rain water that accumulates beyond the capacity of existing drainage . An attempt to anticipate this situation, required a high permeability pavement for example pervious concrete. Pervious concrete can be made from concrete without coarse aggregate.*

*Coarse aggregate from Clereng, Kulonprogo and Merapi, Sleman used for this research. Ratio of portland cement due coarse aggregate respectively 1:4.4 , 1:4,9, 1:5.8. Water cement ratio was 0.4 and 0.5. Cylinder 150 mm in diameter and 300 mm in height used for compression test. Concrete permeability testing apparatus used for permeability test.*

*Pervious concrete with a high permeability can be made from normal concrete without fine aggregate. Clereng coarse aggregate can produce greater compression strength. Compressive strength of pervious concrete produced is less than 10 Mpa. Greater compression strength produce by 0.4 water cement ratio. Better bonding strength of aggregate and cement paste can increase compression strength.*

**Keywords:***Pervious concrete, coarse aggregate, compression strength, permeability*

### PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan struktur bangunan yang banyak dipakai dibanding bahan-bahan yang lain seperti kayu dan baja. Salah satu penggunaan beton adalah sebagai bahan perkerasan jalan di daerah pemukiman.

Makin meningkatnya luas daerah yang ditutupi oleh perkerasan dengan pembangunan permukiman seperti halnya di perkotaan dapat mengakibatkan waktu berkumpulnya air menjadi jauh lebih pendek, sehingga akumulasi air hujan yang terkumpul melampaui kapasitas drainase yang ada. Sebelum ada pembangunan, air permukaan yang mengalir ke tempat lain adalah sekitar 1%, dibandingkan dengan sekitar 20-30% air permukaan yang mengalir setelah daerah tersebut berkembang. Maka saluran-saluran air segera menjadi penuh ketika hujan turun. Bahkan dimana-mana terjadi banjir karena saluran air tidak mempunyai kapasitas yang cukup untuk mengalirkan kelebihan air

Upaya mengantisipasi hal tersebut, maka diperlukan penerapan mengenai

drainase permukiman yang berwawasan lingkungan, seperti pembuatan perkerasan beton lolos air (*pervious concrete*), sebatas untuk konstruksi *non structural* seperti parkir kendaraan, trotoar, lapangan, dan lain-lain. Cara membuat beton lolos air (*pervious concrete*) semuanya tergantung pada adanya rongga udara dalam agregat atau pembentukan rongga udara dalam beton dengan faktor penting penyeragaman gradasi agregat yang digunakan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah semen dalam komposisi campuran beton lolos air (*pervious concrete*) dengan cara melakukan pengujian terhadap benda uji yang telah didesain dengan komposisi yang direncanakan. Variasi komposisi yang telah direncanakan diharapkan didapat bentuk campuran yang bermacam-macam dan dapat diketahui kekuatan masing-masing komposisi. Sehingga dalam penelitian ini juga dapat mengetahui:

1. Kuat tekan *pervious concrete*,
2. Daya serap air *pervious concrete*,
3. Pengaruh jenis agregat terhadap kuat tekan beton porous.

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat berupa formulasi campuran beton porous dengan kekuatan yang mencukupi sehingga dapat dimanfaatkan untuk perkerasan-perkerasan dengan beban ringan. Perkerasan dengan menggunakan beton porous diharapkan lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan beton konvensional. Beton porous mampu meloloskan air sehingga dapat mempertahankan daya resap meskipun sudah dilakukan perkerasan.

### Beton

Beton adalah campuran antara agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah), air, dalam jumlah tertentu, dan semen *Portland* atau semen hidraulik dengan atau bahan tambah. Campuran tersebut bila dituang dalam cetakan dan didiamkan akan menjadi keras. Kekuatan, keawetan, dan sifat beton tergantung pada sifat-sifat dasar penyusunnya, selama penguangan adukan beton, cara pemadatan, dan perawatan selama proses pengawasan (Tjokrodinuljo, 1992).

Nilai kekuatan dan daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan, temperatur, dan kondisi pengerasannya (Dipohusodo, 1994).

Agregat, semen, dan air dicampur, sehingga bersifat plastis dan mudah untuk dikerjakan. Sifat inilah yang memungkinkan adukan beton dapat dicetak sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Dengan bercampurnya semen dengan air dan agregat, terjadi reaksi kimia yang pada umumnya bersifat hidrasi yang menghasilkan suatu pengerasan dan pertambahan kekuatan yang berlangsung terus-menerus pada suatu kelembapan dan suhu yang sesuai (Murdock dan Brook, 1986).

Menurut (Harber, 2005), beton porous atau beton non pasir adalah campuran antara semen, air dan agregat kasar dengan diameter seragam untuk menghasilkan material yang porous. Beton tersebut mempunyai volume rongga yang besar dengan penurunan kekuatan yang masih dapat diterima dan berat sendiri yang ringan. Beton ini memiliki beberapa nama yaitu

beton non pasir, beton pervious dan beton porous.

Beton non pasir mempunyai agregat kasar dengan diameter seragam yang terlapsi oleh lapisan pasta semen yang tipis sekitar 1,3 mm (Neville, 1995).

Beton non pasir pertama kali digunakan di Inggris pada tahun 1852 untuk membangun rumah 2 lantai dan pemecah gelombang sepanjang 61 m dan lebar 2,15 (Francis dalam Harber 2005).

Beton non pasir awalnya digunakan untuk struktur 2 lantai, selanjutnya dikembangkan untuk bangunan 5 lantai pada tahun 1950 dan terus dikembangkan. Pada tahun-tahun selanjutnya, beton non pasir digunakan untuk menyangga beban gedung bertingkat tinggi sampai 10 lantai. Hal yang luar biasa penggunaan beton ini terdapat di Stuttgart, Jerman yaitu dengan beton konvensional untuk 6 lantai bawah dan beton non pasir untuk 30 lantai di atasnya (Malhotra 1976).

Abadjieva dkk dalam Harber (2005), menyebutkan pengaruh dari perbandingan agregat dan semen terhadap kuat tarik dan kuat lentur beton non pasir. Dalam penelitian tersebut dilakukan pengujian dengan rasio campuran 6 : 1 sampai dengan 10 : 1. Kekuatan tertinggi dicapai oleh campuran 7 : 1. Kekuatan tersebut semakin menurun seiring meningkatnya rasio agregat dan semen. Data yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah kekuatan yang rendah yang dapat dicapai oleh beton non pasir, namun tidak bisa dijelaskan mengapa perbandingan 7 : 1 memiliki kekuatan yang tertinggi.

### METODE PENELITIAN

Bahan atau material yang digunakan dalam beton ini tidak menggunakan agregat halus (pasir), sehingga menggunakan campuran antara semen, air dan agregat kasar dengan gradasi menerus untuk menghasilkan material yang porous.

Tabel 1. Matrik benda uji

Perbandingan PC : Kr	Split Clereng	
	fas 0,40	Fas 0,50
1 : 4,4	3	3
1 : 5,2	3	3
1 : 5,8	3	3
Jumlah	9	9
	Split Merapi	
1 : 4,4	3	3
1 : 5,2	3	3
1 : 5,8	3	3
Jumlah	9	9
Total	36	

Semen yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam adukan beton pada pengujian ini adalah *Portland cement* Tipe I merk Holcim. Pengamatan secara fisik menunjukkan bahwa semen dalam keadaan baik, yakni butir-butirnya tidak menggumpal, tidak ada bagian yang mengeras dan kantong semen dalam keadaan utuh dan tertutup rapat.

Agregat kasar (kerikil), pada penelitian ini menggunakan batu pecah (split) yang berasal dari daerah Clereng, Wates, serta batu pecah asal Merapi.

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dari di Laboratorium Bahan Bangunan dan Teknologi Bahan Universitas Janabadra, Yogyakarta. Secara fisik telah memenuhi persyaratan seperti yang tercantum dalam PUBLI – 1982, yakni bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan tidak mengandung benda terapung lainnya.

Perencanaan beton pada penelitian ini meliputi perencanaan beton menggunakan perbandingan berat semen:kerikil dari 1:4.4, 1:4.9, 1:5.8. Perbandingan yang demikian terjadi karena terjadi kesalahan dalam perhitungan berat benda uji sehingga perlu diberikan koreksi perbandingan. Faktor air semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,40 dan 0,50 seperti tercantum dalam Tabel 1, adapun bagan alir penelitian tercantum dalam Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan berbagai pengujian material yang akan digunakan, sebelum membuat benda uji. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi material yang akan digunakan dalam penelitian. Dari penelitian yang dilakukan terdapat 4 pemeriksaan, yaitu pemeriksaan material dasar, pemeriksaan beton segar sebelum mengeras, pemeriksaan daya tembus air, dan pengujian kuat tekan beton.

Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Sehingga peranan air sangat penting dalam beton. Maka perlu diperiksa air yang akan digunakan memenuhi syarat-syarat tertentu. Air tawar yang dapat diminum, tanpa diragukan dapat dipakai. Air minum tidak selalu ada dan bila tidak ada disarankan untuk mengamati apakah air tersebut tidak mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton. Pada penggunaan air untuk campuran beton ini tidak dilakukan pemeriksaan yang mendetail di laboratorium, melainkan hanya ditinjau persyaratan fisik dari air tersebut yang dapat digunakan untuk campuran beton yang akan dibuat.

Persyaratan fisik tersebut antara lain :

- 1) Tidak berwarna, jernih
- 2) Tidak berasa
- 3) Tidak berbuih

Air tersebut berasal dari PAM atau air sumur yang bisa dipastikan tidak mengandung senyawa-senyawa kimia lain yang dapat mempengaruhi air tersebut bila digunakan sebagai bahan pencampur beton.

Pada material dasar ini semen tidak dilakukan pemeriksaan di laboratorium hanya diperiksa secara visual saja dan langsung digunakan sebagai bahan campuran beton. Pada penelitian ini semen yang digunakan adalah *Portland cement* merkHolcim kemasan 40 kg dalam kondisi masih tertutup rapat, bahan butirannya halus serta tidak terjadi penggumpalan. Kondisi ini penting karena kualitas semen mempengaruhi kualitas beton.

Hasil pemeriksaan agregat kasar meliputi berat jenis, kadar air, penyerapan, berat isi, abrasi serta modulus halus butir. Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui kualitas agregat yang digunakan, serta menentukan jumlah air yang harus ditambahkan mengingat kondisi agregat belum tentu dalam kondisi jenuh kering muka (SSD). Hasil pemeriksaan ditunjukkan dalam Tabel 2 untuk split Clereng dan Tabel 3 untuk split Merapi.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan agregat kasar split Clereng

No	Nama Pemeriksaan	Hasil
1	Nama dan Asal Bahan	Split Clereng Kulonprogo
2	Kadar Air (%)	0,685
3	Berat Jenis Kering permukaan (SSD)	2,705
4	Penyerapan/Absorpsi (%)	1,199
5	Berat isi (gr/cm <sup>3</sup> )	1,457
6	Abrasi (%)	17,88
7	MHB	6,620

Tabel 3. Hasil pemeriksaan agregat kasar split Merapi

No	Nama Pemeriksaan	Hasil
1	Nama dan Asal Bahan	Split Boyong
2	Kadar Air (%)	3,271
3	Berat Jenis Kering permukaan (SSD)	2,493
4	Penyerapan/Absorpsi (%)	3,703
5	Berat isi (gr/cm <sup>3</sup> )	1,221

No	Nama Pemeriksaan	Hasil
6	Abrasi (%)	61,120
7	MHB	5,810

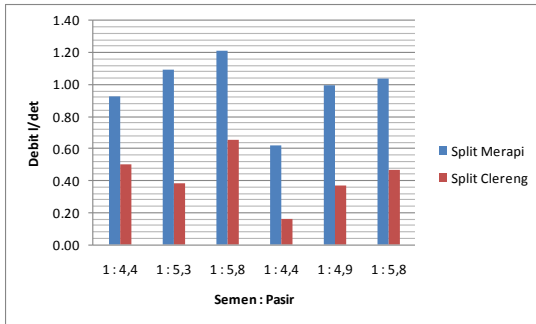
Penyerapan kedua jenis agregat tersebut lebih besar daripada kadar air yang diperoleh saat pengujian, sehingga disimpulkan bahwa agregat dalam kondisi lebih kering dari kondisi jenuh kering muka, oleh karena itu air yang dicampurkan harus lebih besar atau ditambahkan dari yang diperlukan.

Dalam pelaksanaannya, nilai daya tembus air beton porus lebih kecil dibandingkan dengan beton normal, karena porositas beton porus mampu mengalirkan air lebih cepat sedangkan beton normal lebih lambat. Akan tetapi karena alat yang digunakan untuk pengujian tidak sempurna atau kurang presisi maka digunakan daya tembus air beton normal sebagai koreksi terhadap daya tembus air beton porus tersebut. Nilai daya tembus air beton porus yang sudah dilakukan koreksi dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4 Hasil pemeriksaan daya tembus air

Perbandingan Pc:Kr	Kemampuan meloloskan air (l/det)	
	Split Merapi	Split Clereng
1 : 4,4	0.929	0.500
1 : 5,3	1.094	0.381
1 : 5,8	1.215	0.653
1 : 4,4	0.621	0.160
1 : 4,9	0.998	0.368
1 : 5,8	1.035	0.467

Perbandingan kemampuan beton untuk meloloskan air lebih jelas jika ditampilkan dalam bentuk diagram seperti dalam Gambar 2.



Gambar 2. Kemampuan beton untuk meloloskan air

Secara umum beton dengan agregat kasar split Clereng menunjukkan kemampuan meloloskan air yang lebih kecil daripada split Merapi. Kemampuan meloloskan air tersebut lebih dipengaruhi oleh karakter butiran split. Butiran agregat asal Clereng relatif lebih kecil sehingga rongga yang ditimbulkan lebih kecil juga. Porositas agregat tidak berpengaruh signifikan karena lolosnya air lebih besar melewati rongga antar agregat dan bukan melewati pori agregat.

Besarnya perbandingan semen dan agregat memperbesar kemampuan beton untuk meloloskan air. Hal ini terjadi karena pasta semen akan mengisi rongga antar agregat, sehingga proporsi pasta semen yang lebih besar akan menutup rongga antar agregat.



Gambar 3. Sisi bawah silinder beton dengan agregat split Merapi



Gambar 4. Sisi bawah silinder beton dengan agregat split Clereng

Pasta semen yang berlebih akan berkumpul di sisi bawah cetakan silinder dan akan membuat rongga menjadi tersumbat. Agregat split Clereng memiliki tekstur permukaan yang lebih halus dibandingkan agregat split Merapi. Tekstur yang lebih halus tersebut membuat pasta semen lebih mudah mengalir ke bawah sehingga akan mengumpul di sisi bawah cetakan. Split Merapi dengan tekstur lebih kasar mampu menahan pasta semen untuk melingkupi sekitar agregat sehingga pasta yang mengumpul di sisi bawah cetakan menjadi lebih sedikit. Penjelasan mengenai hal ini terlihat dalam Gambar 3 dan Gambar 4.

### Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

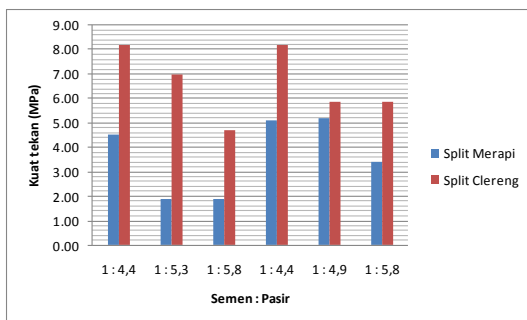
Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Benda uji dirawat dengan cara merendam dalam air. Sebelum dilakukan pengujian, benda uji dikeluarkan dari bak perendaman dan dianginkan selama kurang lebih 2 hari agar kering. Pengujian dilakukan dengan memberikan gaya tekan pada beton sampai benda uji pecah. Benda uji diratakan pada sisi atas (*capping*) agar beban yang terjadi benar-benar beban merata dan tidak terkonsentrasi. Beban yang diberikan dapat terkonsentrasi pada satu titik mengingat beton ini tidak menggunakan agregat halus sehingga permukaan menjadi tidak rata. Perataan dilakukan dengan menggunakan pasta semen dengan faktor air semen yang sama dengan benda uji. Hal ini dilakukan agar lapisan permukaan memiliki kekuatan yang sama atau lebih kuat sehingga tidak pecah pada saat diuji. Perataan permukaan dilakukan setelah

uji kemampuan untuk meloloskan air sehingga tidak mengganggu pengujian tersebut. Hasil pengujian kuat tekan disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5 Hasil kuat tekan beton

Perbandingan	Kuat tekan (MPa)	
	Split Merapi	Split Clereng
1 : 4,4	4.527	8.205
1 : 4,9	1.886	6.979
1 : 5,8	1.886	4.716
1 : 4,4	5.093	8.205
1 : 4,9	5.187	5.847
1 : 5,8	3.395	5.847

Perbandingan kuat tekan beton dengan agregat kasar split Clereng dan split Merapi lebih jelas jika ditampilkan dalam bentuk diagram seperti dalam Gambar 5.



Gambar 5 Kuat tekan beton split Merapi dan split Clereng

Secara umum beton dengan split Clereng memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibanding beton dengan agregat split Merapi. Hal ini terjadi karena split Clereng memiliki keausan yang lebih rendah (17.88 %) dibandingkan split Merapi (61.12 %). Faktor air semen mempengaruhi kuat tekan beton yang dihasilkan. Faktor air semen yang rendah akan menghasilkan kuat tekan pasta semen yang lebih besar sehingga dapat memberikan ikatan dan kekuatan yang lebih baik. Kekuatan pasta semen yang lebih besar mampu mengikat agregat dengan baik sehingga kegagalan yang terjadi adalah pecahnya agregat. Kekuatan pasta semen yang rendah menghasilkan kekuatan ikatan yang rendah sehingga kegagalan beton

terjadi akibat terlepasnya ikatan agregat dan pasta semen.

Perbandingan semen dan agregat memberikan pengaruh terhadap kuat tekan. Semakin besar perbandingan agregat dibanding semen, kuat tekan beton yang dihasilkan semakin kecil. Penjelasan dari beberapa hal tersebut disajikan dalam bentuk gambar pecahnya benda uji seperti dalam Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 6. Kerusakan beton dengan split Merapi faktor air semen 0.4



Gambar 7. Kerusakan beton dengan split Merapi faktor air semen 0.5



Gambar 8. Kerusakan beton dengan split Clereng faktor air semen 0.4



Gambar 9. Kerusakan beton dengan split Clereng faktor air semen 0.5

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Beton porous yang dibuat dengan menghilangkan agregat halus (pasir) mampu meloloskan air dengan baik.
2. Semakin baik jenis agregat (keausan kecil) menghasilkan kuat tekan beton porous yang lebih besar.
3. Faktor air semen yang kecil (0.4) menghasilkan kuat tekan beton porous yang lebih besar
4. Kuat tekan beton porous yang dihasilkan masih kurang dari 10 MPa.
5. Ikatan pasta semen yang baik mampu mengikat agregat sehingga tidak terlepas saat dilakukan uji tekan.

### Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan setelah dilakukan penelitian ini adalah :

1. Kemampuan meloloskan air beton tanpa pasir sangat besar, sehingga

2. dapat ditambahkan pasir untuk meningkatkan kuat tekan meskipun kemampuan lolos air akan menurun.
2. Agregat yang digunakan harus dalam kondisi SSD karena sifat beton segar tanpa pasir sangat mudah berubah perilakunya terhadap air.
3. Perlu dipertimbangkan untuk memberikan bahan tambah untuk meningkatkan kuat tekan pasta semen.
4. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan agregat alami (bulat),

## DAFTAR PUSTAKA

- Antono, A. (1995). *Teknologi Beton*. Yogyakarta, Universitas Atma Jaya.
- Dipohusodo, I. (1994). *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta, PT Gramedia Jakarta.
- Harber, P. J. (2005). *Applicability of No-Fines Concrete as a Road Pavement*. Southern Queensland, University of Southern Queensland Faculty of Engineering and Surveying.
- Leonard John Murdock, K. M. (1986). *Bahan dan Praktek Beton*, Jakarta, Erlangga.
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*, Jakarta, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
- Neville, A. M. (1995). *Properties of Concret.*, New York: John Wiley and Sons Inc.
- Sagel R., K. P. (1993). *Pedoman Pengerjaan Beton*. Jakarta, Erlangga.
- Tjokrodinuljo, K. (1992). *Buku Ajar Teknologi Beton*, Yogyakarta, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.
- Triyanto, E. (2009). *Pengaruh Jumlah Semen terhadap Porositas dan Kuat Tekan*, Yogyakarta, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Janabadra.