

# TUGAS AKHIR

## PENGARUH BENTUK AGREGAT TERHADAP KUAT DESAK BETON NON PASIR

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia  
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh  
derajat Sarjana Teknik Sipil



Oleh :

1. Nama : Triyantoro  
No. Mhs : 90 310 168  
NIRM : 900051013114120148
2. Nama : Novi Andhi Setyo Purwono  
No. Mhs : 93 310 038  
Nirm : 930051013114120037

Lee  
26/12-98

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
1998

**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH BENTUK AGREGAT TERHADAP**  
**KUAT DESAK BETON NON PASIR**

1. Nama : Triyantoro  
No. Mhs : 90 310 168  
NIRM : 900051013114120148
2. Nama : Novi Andhi Setyo Purwono  
No. Mhs : 93 310 038  
Nirm : 930051013114120037

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H.M. Samsudin, MT  
Dosen Pembimbing I

Ir. Suharyatmo, MT  
Dosen Pembimbing II



Tanggal : 2-1-99.



Tanggal : 2-1-99

## PERSEMBAHAN

*Karya ini kupersembahkan  
untuk menghapus sebagian kecil keringat dan air mata  
ayah dan bunda tercinta.....  
Yang terindah,  
buat teman-temanku yang telah memberi semangat dan dorongannya  
Ungkapan cinta kasih, hormat dan baktiku  
untuk Almamaterku...*

## MOTTO

- *"Kalau sekiranya lautan itu airnya menjadi tinta untuk menuliskan kalimat-kalimat Tuhanku, niscaya akan habis air laut itu sebelum kalimat-kalimat Tuhanku habis ditulisnya, meskipun kami datangkan tambahan sebanyak itu lagi". ( Q.S. Al Kahfi : 109 )*
- *"Ia mengendalikan bagimu malam dan siang, matahari dan bulan. Dan semua bintang-bintangpun tunduk kepada perintah-Nya. Sesungguhnya yang demikian merupakan tanda-tanda kemurahan Allah bagi orang-orang yang mau berfikir". ( Q.S. An Nahl : 12 )*
- *"Sesungguhnya shalatku, ibadahku, hidupku dan matiku hanya untuk Allah Tuhan semesta alam". ( Q.S. Al An'aam : 162 )*
- *"Mencari ilmu itu seperti ibadah, mengungkapkannya seperti bertasbih, menyelidikinya seperti berjihad, mengajarkannya seperti bersedekah, dan memikirkannya seperti berpuasa". ( Ibnu Ady bin jabbat )*
- *"Diatas langit masih ada langit".*

## KATA PENGANTAR

*Bismillaahir rahmaannir rohiim,*

*Assalaamu'alaikum Wr.Wb.*

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan berkah, rahmat serta hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Adapun Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai prasyarat untuk menyelesaikan studi jenjang strata satu (S1) di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Pelaksanaan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk melatih mahasiswa mencari permasalahan dan sekaligus untuk memecahkannya, sehingga diharapkan nantinya mahasiswa sudah terlatih untuk meneliti dan terutama agar dapat secara nyata menerapkan ilmu teoritis yang didapat selama kuliah. Dengan demikian nantinya mahasiswa setelah menyelesaikan Tugas Akhir ini sedikit banyak memperoleh pengalaman tentang dunia teknik sipil khususnya dalam hal penelitian.

Selama melaksanakan Tugas Akhir, peneliti tentunya tidak lepas dari segala hambatan dan rintangan. Namun berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, akhirnya dapat berhasil juga penyelesaian Tugas Akhir ini. Untuk itu tidak berlebihan kiranya pada kesempatan ini peneliti menyampaikan terima kasih kepada :

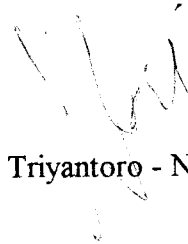
1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
2. Bapak Ir. Tadjudin. BMA, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
3. Bapak Ir. H. M. Samsudin, MT, selaku dosen pembimbing pertama,
4. Bapak Ir. Suharyatmo, MT, selaku dosen pembimbing kedua,
5. Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE, selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
6. Semua karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
7. Semua karyawan dan karyawan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
8. Semua karyawan perputakaan Pusat Antar Universitas, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta,
9. Semua karyawan PT. Perwita Karya yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu,
10. Ayah, Ibu, Adik sekeluarga yang telah memberikan dorongan moril dan materiil sehingga selesainya Tugas Akhir ini,
11. Teman-teman yang telah banyak membantu penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Akhir kata, segala saran dan kritik yang bersifat membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir kami ini, peneliti terima dengan senang hati. Besar harapan kami semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi peneliti secara pribadi maupun pihak lain yang memerlukannya.

*Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, Nopember 1998

Penyusun



( Triyantoro - Novi Andhi SP )

## DAFTAR ISI

	HALAMAN
<b>LEMBAR JUDUL</b>	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	ii
<b>PERSEMBAHAN</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR</b>	iv
<b>DAFTAR ISI</b>	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	ix
<b>DAFTAR TABEL</b>	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xii
<b>INTISARI</b>	xiii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	1
1.3. Manfaat Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	6
2.1. Beton Ringan	6
2.2. Beton Non Pasir	9
2.3. Material Penyusun Beton	10
2.3.1. Agregat kasar	10
2.3.2. Semen portland	10
2.3.3. Air	11
2.4. Karakteristik Kekuatan	12
2.5. Landasan Teori	23

2.5.1. Beton non-pasir	23
2.5.2. Faktor air semen (fas)	26
2.5.3. <i>Shump</i>	27
2.5.4. Workability	28
2.5.5. Umur beton	28
<b>BAB III. PELAKSANAAN PENELITIAN</b>	29
3.1. Tinjauan Umum	29
3.2. Bahan dan alat	30
3.3. Perhitungan campuran dan Perawatan Beton Non Pasir	33
3.4. Pelaksanaan Penelitian	36
3.5. Pengujian Beton Non Pasir	38
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	41
4.1. Umum	41
4.1.1. Pemeriksaan air	41
4.1.2. Semen Portland	41
4.1.3. Agregat kasar	41
4.2. Hasil dan Pembahasan	43
4.2.1. Jumlah bahan susun beton non-pasir	43
4.2.2. Kuat desak silinder beton non-pasir	44
4.2.3. Tinjauan pengaruh semen terhadap persentase rongga dan kuat desak	54
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	60
5.1. Kesimpulan	60
5.2. Saran	62
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	63
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR GAMBAR

NO.	GAMBAR	HALAMAN
2.1.	Hubungan antara nilai banding agregat-semen dan kuat desak beton non-pasir pada nilai faktor air semen 0,40 dengan agregat kerikil alami Sungai Progo, pecahan genteng Kebumen dan kerikil lempung bekah Cilacap.	14
2.2.	Hubungan antara kuat desak dan perbandingan volume agregat -semen untuk beton non-pasir pada fas 0,4.	21
2.3.	Hubungan antara kuat desak, faktor air semen dan perbandingan agregat-semen pada beton non-pasir 28 hari.	22
2.4.	Pengaruh jenis agregat terhadap kuat desak beton.	25
4.1.	Grafik hubungan antara berat volume dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 10 mm.	46
4.2.	Grafik hubungan antara berat volume dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 20 mm.	46
4.3.	Grafik hubungan antara berat volume dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 30 mm.	47
4.4.	Grafik hubungan antara berat volume dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 40 mm.	47
4.5.	Grafik hubungan antara umur beton dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 10 mm.	52
4.6.	Grafik hubungan antara umur beton dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 20 mm.	53
4.7.	Grafik hubungan antara umur beton dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 30 mm.	53
4.8.	Grafik hubungan antara umur beton dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 40 mm.	54

4.9.	Grafik hubungan antara persentase rongga dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 10 mm.	58
4.10.	Grafik hubungan antara persentase rongga dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 20 mm.	58
4.11.	Grafik hubungan antara persentase rongga dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 30 mm.	59
4.12.	Grafik hubungan antara persentase rongga dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 40 mm.	59

## DAFTAR TABEL

NO.	TABEL	HALAMAN
2.1.	Nilai slump untuk berbagai macam struktur	27
4.1.	Berat jenis agregat.	43
4.2.	Kebutuhan air, semen, agregat dengan fas 0,4 dan perbandingan agregat-semen = 6 : 1 untuk agregat kerikil alami, kricak dan split.	43
4.3.	Berat volume dan kuat desak silinder beton non-pasir.	45
4.4.	Persentase rongga silinder beton non-pasir.	57

## DAFTAR LAMPIRAN

### N0 LAMPIRAN

---

1. Hasil pemeriksaan berat jenis agregat.
2. Hasil kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 10 mm.
3. Hasil kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 20 mm.
4. Hasil kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 30 mm.
5. Hasil kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 40 mm.
6. Gambar 1, contoh benda uji sebelum uji kuat desak dengan menggunakan agregat kasar kerikil ukuran butir maksimum 30 mm, kerikil ukuran butir maksimum 40 mm dan kricak ukuran butir maksimum 10 mm.  
  
Gambar 2, contoh benda uji setelah uji kuat desak dengan menggunakan agregat kasar kerikil ukuran butir maksimum 30 mm, kerikil ukuran butir maksimum 40 mm dan kricak ukuran butir maksimum 10 mm.
7. Gambar 3, contoh benda uji sebelum uji kuat desak dengan menggunakan agregat kasar kricak ukuran butir maksimum 20 mm dan 40 mm.  
  
Gambar 4, contoh benda uji setelah uji kuat desak dengan menggunakan agregat kasar kricak ukuran butir maksimum 20 mm dan 40 mm.
8. Gambar 5, alat uji kuat desak.

## INTISARI

Beton pada saat ini merupakan bahan bangunan yang amat populer di masyarakat karena bahan dasarnya yang mudah diperoleh. Salah satu kekurangannya ialah beton mempunyai berat jenis yang relatif tinggi. Untuk mengurangi berat jenis tersebut maka digunakan struktur beton non-pasir, yaitu beton yang dibuat dari agregat kasar, semen dan air, tanpa pasir. Agregat kasar untuk beton non-pasir dapat berupa kerikil alami, batu pecah, agregat ringan alami, maupun agregat buatan dari tanah lempung.

Pada penelitian ini digunakan 3 jenis agregat kasar, yaitu kerikil alami, kricak (batu pecah dengan tangan) dan *split* (batu pecah dengan mesin) yang berasal dari sungai Krasak di daerah Tempel Sleman. Ke 3 jenis agregat kasar tersebut digunakan untuk pembuatan beton non-pasir dengan perbandingan volume agregat-semen ditentukan 6 : 1 dan faktor air semen 0,4.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa agregat kasar kerikil, kricak dan *split* mempunyai berat jenis berturut-turut 2,46 kg/dm<sup>3</sup>, 2,51 kg/dm<sup>3</sup> dan 2,58 kg/dm<sup>3</sup>. Kuat desak dan berat jenis beton non-pasir yang dihasilkan dari ke 3 jenis agregat kasar tersebut berturut-turut adalah, ukuran butir maksimum 10 mm didapat pada pemakaian agregat kasar kerikil alami sebesar 92,25 kg/cm<sup>2</sup> dan 1,83 kg/dm<sup>3</sup>, ukuran butir maksimum 20 mm didapat pada pemakaian agregat kasar *split* sebesar 79,92 kg/cm<sup>2</sup> dan 1,82 kg/dm<sup>3</sup>. Untuk ukuran butir maksimum 30 mm didapat pada pemakaian agregat kasar kerikil alami sebesar 65,97 kg/cm<sup>2</sup> dan 1,80 kg/dm<sup>3</sup>, dan ukuran butiran maksimum 40 mm didapat pada pemakaian agregat kasar kerikil alami sebesar 86,17 kg/cm<sup>2</sup> dan 1,93 kg/dm<sup>3</sup>. Dari data hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa kuat desak silinder beton non-pasir terbesar diperoleh dengan menggunakan agregat kasar kerikil alami, dengan ukuran butir maksimum 10 mm.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dalam rangka memenuhi kebutuhan masyarakat akan papan, pemerintah pada saat ini sedang berusaha dengan keras agar didapatkan suatu bahan bangunan perumahan yang murah tetapi memenuhi persyaratan teknis. Untuk mendapatkan harga bahan bangunan yang murah maka amat diutamakan apabila dapat digunakan bahan bangunan lokal, terutama yang harganya murah dan tersedia cukup banyak, misalnya kerikil alami di daerah yang mempunyai banyak kerikil dan batu pecah.

Dalam bidang konstruksi teknik sipil di Indonesia saat ini, beton merupakan bahan yang paling banyak digunakan. Beton dibuat dari bahan campuran air, semen, dan agregat dengan porsi masing-masing bahan yang tertentu. Agar beton mempunyai berat jenis yang rendah, maka dalam pembuatannya dapat dilakukan dengan cara tidak memakai pasir. Beton yang dibuat tanpa pasir ini disebut beton non-pasir (*no-fines concrete*). Karena tanpa pasir maka beton ini mempunyai banyak rongga sehingga berat jenisnya rendah. Selain itu, karena tanpa pasir maka hanya membutuhkan pasta semen sedikit untuk menyelimuti agregatnya. Pasta semen yang digunakan untuk mengikat butir-butir agregat halus tidak ada, yang ada hanya dipakai untuk menyelimuti butir-butir agregat kasar saja, dan merekatkan antar butiran agregat kasar

tersebut. Dengan demikian akan menghemat biaya karena hanya membutuhkan pasta semen yang lebih sedikit dibandingkan dengan beton normal.

Beton non-pasir ini dapat dibuat berbentuk seperti bata merah atau batako sehingga dapat dipakai sebagai bahan pembuat dinding tembok atau bagian bangunan non-struktural yang lain. Di negara-negara yang sudah maju, beton yang tidak mengandung butiran halus dipergunakan tanpa tulangan untuk bangunan sampai delapan lantai. Tinggi total bangunan ini, seringkali melebihi daripada delapan lantai.

Mengingat beton non-pasir ini hanya terbuat dari pasta semen yang berfungsi sebagai bahan perekat dan agregat kasar sebagai bahan pengisi, maka sifat betonnya juga ditentukan oleh sifat pasta dan agregat kasarnya. Pada penelitian ini dibahas pengaruh bentuk agregat terhadap kuat desak beton non-pasir. Agregat kasar yang dipakai ialah kerikil alami dan kerikil dari batu pecah yang diambil dari tempat yang sama yaitu sungai Krasak. Adapun pastinya terbuat dari bahan yang sama, yaitu semen portland jenis I merk Gresik dan air dari saluran air bersih Universitas Islam Indonesia.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kuat tekan beton non-pasir dari berbagai bentuk agregat yang berbeda dengan ukuran butir maksimum yang berbeda pula, tetapi dari asal yang sama yaitu sungai Krasak.
2. Untuk mengetahui besarnya pengaruh umur beton non-pasir terhadap kuat desak yaitu pada umur 7,14 dan 28 hari dengan benda uji berbentuk silinder.

3. Untuk mengetahui kebutuhan bahan susun per meter kubik beton, berat jenis, dan persentase rongga beton non pasir.
4. Untuk mengetahui pengaruh besar pori dari beton non pasir tersebut terhadap kuat desaknya.

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan gambaran serta informasi tentang pengaruh bentuk agregat terhadap kuat desak beton non-pasir dan menambah pustaka .
2. Dapat menghemat biaya struktur dikarenakan beban mati menjadi lebih kecil.

### **1.4 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini, dibahas masalah kuat desak beton non-pasir dengan menggunakan agregat alami dan agregat batu pecah, dimana untuk agregat batu pecah terdiri dari agregat batu pecah manual dan agregat batu pecah dengan mesin.

Karakteristik bahan yang dipakai sebagai benda uji adalah sebagai berikut :

1. agregat kasar digunakan :
  - a. agregat kasar berbentuk bulat yaitu menggunakan agregat kerikil alami.
    - agregat kerikil alami dengan ukuran butir maksimum 10 mm,
    - agregat kerikil alami dengan ukuran butir maksimum 20 mm,
    - agregat kerikil alami dengan ukuran butir maksimum 30 mm,
    - agregat kerikil alami dengan ukuran butir maksimum 40 mm,



- b. agregat berbentuk bulat sebagian yaitu menggunakan agregat batu pecah manual ( kricak ).
- agregat kricak dengan ukuran butir maksimum 10 mm,
  - agregat kricak dengan ukuran butir maksimum 20 mm,
  - agregat kricak dengan ukuran butir maksimum 30 mm,
  - agregat kricak dengan ukuran butir maksimum 40 mm,
- c. agregat bersudut dengan menggunakan agregat batu pecah dengan mesin (*split*).
- agregat *split* dengan ukuran butir maksimum 10 mm,
  - agregat *split* dengan ukuran butir maksimum 20 mm,
2. benda uji desak berbentuk silinder berukuran  $\varnothing$  150 mm dan tinggi 300 mm, dengan jumlah benda uji untuk masing-masing ukuran butir maksimum 9 buah, yang diuji pada umur 7, 14 dan 28 hari.
3. campuran beton dengan cara coba-coba (*Trial and error method of mix design*),
4. sifat yang ingin diketahui adalah kuat desak dari beton non-pasir itu dengan bentuk agregat yang berbeda juga ukuran butir maksimum yang berbeda pula untuk masing-masing bentuk agregat tersebut, dan diuji setelah umur beton 7, 14 dan 28 hari,
5. berat jenis silinder beton non-pasir ialah rasio antara massa padat silinder beton non-pasir dengan volume, dinyatakan dalam satuan  $\text{kg/cm}^3$ .

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton Ringan

Beton biasa merupakan bahan yang cukup berat, dengan berat  $2400 \text{ kg/m}^3$  dan menghantarkan panas. Untuk mengurangi beban mati suatu struktur beton atau mengurangi sifat penghantaran maka telah banyak dipakai beton ringan (*lightweight concrete*). Beton disebut sebagai beton ringan jika memiliki berat kurang dari  $1800 \text{ kg/m}^3$  (Kardiyono, 1995). Adapun cara pembuatan beton ringan ini dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut (Neville, 1975; Murdock dan Brook, 1979; Gambhir, 1986):

1. Dengan cara membuat gelembung-gelembung udara/gas didalam adukan semen. Dengan begitu akan timbul pori-pori udara yang banyak di dalam beton. Yaitu dengan menambahkan ke dalam semen tersebut bubuk aluminium, maka akan timbul gelembung-gelembung udara.
2. Dengan cara menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar, batu apung. Beton yang terjadi akan lebih ringan dari beton biasa.
3. Dengan cara pembuatan beton tanpa menggunakan agregat halus atau beton non-pasir. Beton ini hanya terdiri dari agregat kasar, semen dan air. Dengan tanpa menggunakan agregat halus maka beton ini memiliki banyak rongga, sehingga

beratnya lebih ringan dibandingkan beton biasa. Sebagai bahan batuan kasar yang dipakai dapat berupa: kerikil alami, kricak, *spilt*, tanah liat bakar, terak tungku tinggi.

Secara kasar beton ringan ini menurut berat jenisnya dapat dibagi menjadi 3 kelompok (Neville, 1975), yaitu :

1. Beton ringan dengan berat jenis antara 0,30 - 0,80, dipakai sebagai bahan isolasi.
2. Beton ringan dengan berat jenis antara 0,80 - 1,40, dipakai untuk struktur ringan.
3. Beton ringan dengan berat jenis antara 1,40 - 2,00, dipakai untuk struktur sedang.

Beton ringan mempunyai sifat-sifat sebagai berikut (Gambhir, 1986) :

1. Ringan. Berat jenis beton biasa sekitar  $2300 \text{ kg/m}^3$ , adapun beton ringan mempunyai berat jenis dari  $300 \text{ kg/m}^3$  sampai  $1200 \text{ kg/m}^3$ . Beton yang sangat ringan biasanya baik dipakai untuk bahan isolasi, adapun beton tidak begitu ringan dapat digunakan untuk struktur ringan.
2. Tidak menghantarkan panas. Beton ringan mempunyai nilai isolasi sebesar 3 sampai 6 kali bata dan sekitar 10 kali beton biasa. Dinding tembok tebal 200 mm yang terbuat dari beton ringan dengan berat jenis  $800 \text{ kg/m}^3$  mempunyai tingkat isolasi sama dengan dinding bata tebal 400 mm yang berat jenisnya  $1600 \text{ kg/m}^3$ .
3. Tahan api. Beton ringan mempunyai sifat yang baik sekali dalam menahan kebakaran. Sifatnya yang tidak baik dalam menghantarkan panas membuat beton ringan itu amat baik untuk melindungi bagian struktur dari pengaruh api.
4. Bahan isolasi suara yang kurang baik. Beton ringan jika dipakai sebagai bahan isolasi suara tidak sebaik beton biasa yang lebih padat.

5. Mudah dikerjakan. Beton ringan dapat dengan mudah digergaji, dipotong, dibor, atau dipaku. Oleh karena itu beton ringan mudah dibuat. Perbaikan setempat juga mudah dilakukan tanpa merusak bagian lain yang tidak diperbaiki.
6. Keawetan. Karena beton ringan biasanya bersifat tidak kedap air, maka beton ini tidak dapat mencegah terjadinya karat pada baja tulangnya sebagaimana terjadi pada beton biasa. Oleh karena itu maka baja tulangan yang dipakai perlu diberi lapisan khusus untuk mencegah terjadinya korosi.
7. Kecepatan pembuatan. Beton ringan ini dapat dengan mudah dibuat di pabrik, maka sangat mungkin merancang struktur dengan dasar konsep koordinasi modul, yang pasti lebih cepat pembuatannya.
8. Harga murah. Karena beratnya ringan, dan nilai banding antara kuat tekan dan berat jenisnya kecil, pemakaian beton jenis ini akan membuat pemakaian baja tulangan yang sedikit. Struktur plat komposit yang memakai blok beton yang dicetak di pabrik tanpa baja tulangan dan balok grid beton bertulang menghasilkan pemakaian semen dan baja tulangan sedikit, sehingga harga pembuatan struktur plat lantai dan plat atap dapat dihemat. Penghematan mencapai 15 % sampai 20 % dibandingkan jika dibuat dengan plat beton bertulang biasa.

Penggunaan beton ringan dalam berbagai bangunan, antara lain (Gambhir, 1986) :

1. Dinding tembok struktural, yaitu dinding tembok yang menahan beban. Beton ringan yang digunakan untuk ini tentu mempunyai kuat tekan cukup tinggi.

2. Tembok penyekat antar ruang dalam suatu gedung, biasanya berupa panel-panel beton bertulang.
3. Beton tuang di tempat pada struktur komposit antara plat lantai atau beton ringan dan balok beton bertulang biasa.
4. Dinding isolasi pada gedung-gedung, terutama pada bangunan perindustrian.

## **2.2 Beton Non Pasir**

Salah satu jenis beton ringan ialah beton non-pasir (*no-fines concrete*), yaitu beton yang hanya dibuat dari campuran air, semen portland dan kerikil saja, tanpa pasir (Neville, 1975 dan Gambhir, 1986). Tidak adanya agregat halus dalam campuran menghasilkan suatu sistem berupa keseragaman rongga yang terdistribusi di dalam massa beton, serta berkurangnya berat jenis beton. Rongga di dalam beton tersebut mencapai sekitar 20 sampai 25 %. Dengan demikian beton non-pasir ini merupakan suatu gumpalan butir-butir kerikil yang saling melekat. Kerikil tersebut dapat saling melekat karena terlapisi oleh pasta semen dengan ketebalan sekitar 1,3 mm (Kardiyono, 1992). Kelebihan utama dari pemakaian beton non-pasir adalah :

1. kebaikannya sebagai bahan isolasi panas,
2. pembuatan beton yang lebih sederhana dan cepat,
3. bobot yang ringan,
4. serta susut yang hanya sedikit,
5. tidak ada kecenderungan untuk bersegregasi sehingga dapat dijatuhkan dengan tinggi jatuh yang lebih tinggi,

6. kebutuhan semen sedikit (karena tidak ada pasir maka luas permukaan butir berkurang sehingga kebutuhan pasta semen yang dipakai untuk menyelimuti butir pasir tidak diperlukan lagi, sehingga kebutuhan semen hanya sedikit) sehingga harganya lebih murah.

Menurut Murdock dan Brook (1979), hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan beton non-pasir adalah sebagai berikut :

1. Gradasi Agregat. Sedapat mungkin agregatnya harus berukuran tunggal.
2. Perbandingan agregat-semen. Agregat padat normal, 50 kg semen dengan 0,28 m<sup>3</sup> agregat; agregat ringan, 50 kg semen dengan 0,21 m<sup>3</sup> agregat.
3. Faktor air semen. Harus secukupnya saja sesuai dengan kebutuhan untuk menjamin agar setiap partikel agregat diliputi dengan adukan semen. Air yang terlalu sedikit memberikan penampilan, seolah-olah gampang pecah dengan sebagian besar butiran tidak diliputi oleh adukan semen. Air yang terlalu banyak menyebabkan adukan semen “berlarian” dan terpisah dari agregatnya.
4. Campuran. Yang terpenting adalah penggunaan agregat dalam keadaan lembab atau basah sebelum ditambah semen. Pencampuran harus terus berlangsung hingga agregat diselimuti rata oleh adukan semen.
5. Pengecoran. Beton tanpa butiran halus ini jangan dihentak-hentakkan, tetapi harus ditumbuk dengan hati-hati bilamana timbul halangan pada ruangan pengecoran, karena agregat bertumpuk-tumpuk membentuk pola semacam jembatan dibandingkan pada beton biasa.

## **2.3 Material Penyusun Beton**

### **2.3.1 Agregat kasar**

Agregat adalah suatu butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Sedangkan yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar yaitu antara 5 mm - 40 mm. Secara umum, agregat kasar sering disebut sebagai kerikil, kricak, batu pecah atau *split*. Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bulat atau mendekati kubus), bersih, keras, kuat dan gradasinya baik. Agregat kasar berbutir lebih besar dari 4,80 mm (Kardiyono, 1995).

### **2.3.2 Semen portland**

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan [ PUBLI-1982 ]. Semen portland merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Semen portland yang dipakai untuk struktur harus mempunyai kualitas tertentu yang telah ditetapkan agar dapat berfungsi secara efektif.

Adapun fungsi dari semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak/padat. Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat. Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland di Indonesia (SII 0013-81) dibagi menjadi 5 jenis (Kardiyono, 1995), yaitu :

- Jenis I : - untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
- Jenis II : - panas hidrasinya rendah  
- ketahanan terhadap sulfat lebih baik dari jenis I
- Jenis III : - kekuatan awal cukup tinggi
- Jenis IV : - panas hidrasinya sangat rendah
- Jenis V : - tahan terhadap sulfat

### 2.3.3 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 25 % berat semen saja, namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35.

Apabila pada suatu adukan beton terjadi kelebihan air, maka air tersebut dipakai sebagai pelumas. Tetapi apa bila tambahan air sebagai pelumas ini terlalu banyak akan berakibat menurunnya kekuatan beton dan beton tersebut menjadi porous. Disamping itu jika terjadi kelebihan air maka air tersebut bersama-sama dengan semen bergerak kepermukaan adukan beton segar yang baru saja dituang (*bleeding*) yang kemudian menjadi buih dan merupakan suatu lapisan tipis yang dikenal dengan *laitance* (selaput tipis). Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan



antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang kemah. Dan jika terjadi kebocoran cetakan, air bersama-sama semen juga dapat keluar, sehingga terjadilah sarang-sarang kerikil.

Dalam pemakaian air untuk beton ini sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter,
- b. tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter,
- c. tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter,
- d. tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Untuk air perawatan, dapat dipakai juga air yang dipakai untuk pengadukan, tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan hingga tidak sedap dipandang (Kardiyono, 1995).

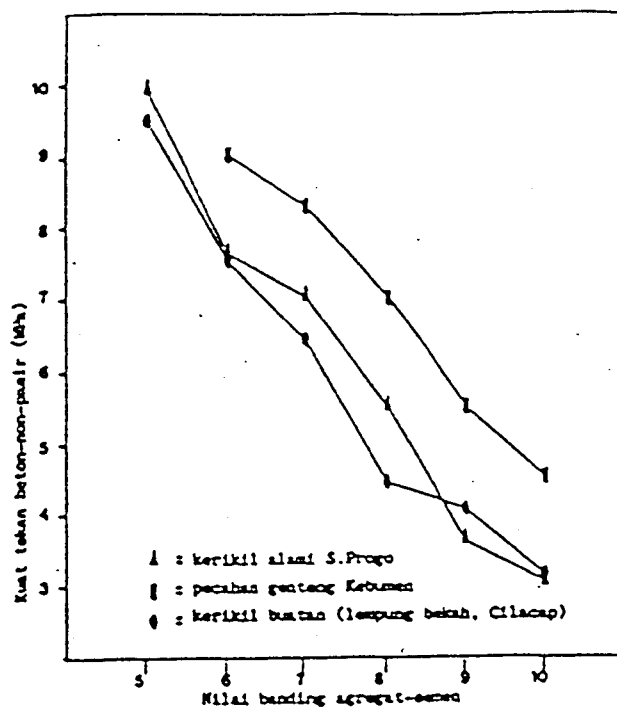
#### **2.4 Karakteristik Kekuatan**

Beton non-pasir mempunyai kuat desak yang lebih rendah daripada beton biasa, akan tetapi karena bobotnya yang lebih ringan mengakibatkan berat sendirinya lebih rendah. Kekuatan yang lebih besar dapat dicapai dengan mempergunakan campuran yang lebih "kaya" semen serta memadatkannya sampai pada berat jenis yang lebih besar (Murdock dan Brook, 1979).

Pada umumnya agregat kasar yang dipakai berukuran 10 sampai 20 mm, walaupun ukuran yang lain dapat pula dipakai. Pemakaian agregat dengan gradasi

rapat dan bersudut tajam (batu pecah) akan menghasilkan beton non-pasir yang kuat tekan dan berat jenisnya sedikit lebih tinggi daripada yang memakai agregat seragam dan bulat (kerikil). Berat jenis beton non-pasir tergantung pada berat jenis dan gradasi agregat kasar yang dipakai dan pada umumnya berkisar antara 60 - 75 % dari beton biasa. Hasil penelitian Kardiyono (1994) yang menggunakan kerikil alami dari S. Progo dengan butiran seragam (ukuran 10 - 20 mm) menghasilkan beton non-pasir dengan berat jenis sekitar 1,87. Pengaruh agregat tersebut tampak pada **Gb.2.1**.

Menurut Mc Intosh (1956) beton non-pasir ini mempunyai berat jenis sekitar 1,9 (Neville, 1975) maka lebih ringan daripada bata beton pejal yang mempunyai berat jenis 2,2 maupun bata cetak beton untuk pasangan tembok yang berberat jenis 2,0 (Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia, 1982). Dengan demikian jika beton non-pasir ini dipakai untuk mengganti bata beton pejal atau bata cetak beton maka beban mati menjadi lebih kecil sehingga dapat menghemat biaya struktur. Selain itu biaya pembuatan beton jenis ini juga dapat lebih murah karena hanya membutuhkan semen Portland sedikit (Neville, 1975). Hal ini karena tidak diperlukannya pasta semen untuk melapisi permukaan butir-butir pasir. Selain kebaikan tersebut, karena beton ini tidak menggunakan pasir maka tidak terjadi segregasi sehingga memungkinkan untuk dituang dari tempat yang lebih tinggi.



Gb. 2.1. Hubungan antara nilai banding agregat-semen dan kuat tekan beton non-pasir pada nilai faktor air-semen 0,40 dengan agrgat kerikil alami Sungai Progo, pecahan genteng Kebumen dan kerikil lempung bekah Cilacap (Kardiyono, 1994)

Kekuatan beton non-pasir ini tergantung terutama pada berat jenisnya yang dipengaruhi oleh jumlah semen portland per meter kubik dan faktor air semen. Kuat tekan beton tersebut bervariasi antara  $70 \text{ kg/cm}^2$  dan  $140 \text{ kg/cm}^2$  pada umur 28 hari dengan berat jenis antara  $1900 \text{ kg/m}^3$  dan  $2100 \text{ kg/m}^3$  (Raju, 1983). Kuat tekan ini terus meningkat sebagaimana beton umumnya.

Karena kuat desaknya yang relatif rendah maka sampai saat ini beton non-pasir hanya dipakai untuk bagian non-struktur, misalnya tembok atau dibentuk bata beton, namun kadang-kadang dipakai pula untuk bagian struktur. Jika dipakai untuk struktur maka diberi baja tulangan dan untuk mencegah terjadinya karat pada bajanya dapat

dilapisi dengan pasta semen terlebih dahulu atau bahan pelapis lain. Agar balok beton yang dibuat dari beton non-pasir ini bersifat daktail maka digunakan tulangan tekan sama banyak dengan tulangan tarik (Kardiyono, 1995).

Kuat desak beton non-pasir dipengaruhi, oleh :

#### 1. Bentuk agregat

Bentuk butiran agregat lebih berpengaruh pada beton segar daripada setelah beton mengeras. Berdasarkan bentuk butiran agregat dapat dibedakan menjadi :

##### a. Agregat bulat

Agregat bulat (dari sungai atau pantai) mempunyai rongga udara minimum 33 persen. Hal ini berarti mempunyai rasio luas permukaan-volume kecil, sehingga hanya memerlukan pasta semen yang sedikit untuk menghasilkan beton yang baik, namun ikatan antar butir-butirnya kurang kuat sehingga lekatannya lemah, sehingga tidak cocok untuk beton mutu tinggi maupun perkerasan jalan raya.

##### b. Agregat bulat sebagian

Agregat bulat sebagian mempunyai rongga lebih tinggi, yaitu berkisar antara 35 sampai 38 persen. Dengan demikian membutuhkan lebih banyak pasta semen untuk mendapatkan beton segar yang dapat dikerjakan. Ikatan antar butir-butir lebih baik daripada agregat bulat, namun belum cukup untuk dibuat beton mutu tinggi.

##### c. Agregat bersudut

Agregat bersudut mempunyai rongga berkisar antara 38 sampai 40 persen. Ikatan antar butir-butirnya baik sehingga membentuk daya lekat yang baik (ingat batu pecah yang dipakai untuk balast jalan kereta api). Pasta semen yang diperlukan lebih banyak

untuk membuat adukan beton dapat dikerjakan, namun baik untuk beton mutu tinggi maupun lapis perkerasan jalan (Kardiyono, 1995).

## 2. Tekstur permukaan butiran

Tekstur permukaan ialah suatu sifat permukaan yang tergantung pada ukuran apakah permukaan butiran termasuk halus atau kasar, mengkilap atau kusam, dan macam dari bentuk kekasaran permukaan. Pada umumnya permukaan butiran hanya disebut sebagai kasar, agak kasar, agak licin, dan licin. Tetapi berdasarkan pada pemeriksaan visual permukaan agregat, tekstur permukaan agregat dapat dibedakan menjadi : sangat halus (*glassy*), halus, granuler, kasar, berkristal (*crystalline*), berpori, dan berlubang-lubang. Ukuran tekstur permukaan secara numerik, misalnya seperti yang dipakai dalam logam, belum dipakai dalam agregat.

Tekstur permukaan tergantung pada kekerasan, ukuran molekul, tekstur batuan dan juga tergantung pada besar gaya yang bekerja pada permukaan butiran yang telah membuat licin atau kasar permukaan tersebut. Bahan agregat yang keras, padat, berbutir kecil-kecil umumnya menjadikan permukaan butiran agregat bertekstur halus.

Butir-butir dengan tekstur permukaan yang licin membutuhkan air lebih sedikit daripada butir-butir yang tekstur permukaannya kasar. Dilain pihak, hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis tertentu dari agregat kasar, kekasaran menambah kekuatan tarik maupun kekuatan lentur beton, oleh karena menambah gesekan antara pasta semen dan permukaan butir-butir agregat (Kardiyono, 1995).

### 3. Ukuran maksimum butir agregat

Adukan beton dengan tingkat kemudahan pengerjaan yang sama, atau beton dengan kekuatan yang sama, akan membutuhkan semen yang lebih sedikit apabila dipakai butir-butir kerikil yang besar-besar. Oleh karena itu, untuk mengurangi jumlah semen (sehingga biaya pembuatan beton berkurang) dibutuhkan ukuran butir-butir maksimum agregat yang sebesar-besarnya. Pengurangan jumlah semen juga berarti mengurangi kemungkinan beton untuk retak akibat susut atau perbedaan panas yang besar. Walaupun demikian, besar butir maksimum agregat tidak dapat terlalu besar, karena ada faktor-faktor lain yang membatasi, yaitu :

- a. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari  $\frac{3}{4}$  kali jarak bersih antar baja tulangan atau antara baja tulangan dan cetakan.
- b. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari  $\frac{1}{3}$  kali tebal plat.

Dengan pertimbangan tersebut di atas, maka ukuran maksimum butir agregat umumnya dipakai 10 mm, 20 mm, 30 mm, atau 40 mm (Kardiyono, 1995).

### 4. Gradasi agregat

Gradasi agregat ialah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar, sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori di antara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya lebih sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi.

Secara teoritis gradasi agregat yang terbaik adalah yang didasarkan pada karakteristik butir-butir agregatnya.

#### a. Gradasi Sela

Gradasi sela didefinisikan sebagai suatu agregat dengan gradasi salah satu fraksi atau lebih yang berukuran tertentu tidak ada. Beberapa tanda atau keistimewaan penting dari agregat dengan gradasi sela ini adalah sebagai berikut :

- Pada suatu faktor air semen dan rasio agregat semen tertentu, kemudahan pengerjaan akan lebih tinggi bila kandungan pasir lebih sedikit. Hal ini berbeda dengan jika dipakai gradasi menerus.
- Pada kondisi campuran adukan beton segar yang mudah dikerjakan, agregat dengan gradasi sela lebih cenderung untuk mengalami segregasi. Oleh karena itu gradasi sela disarankan dipakai pada campuran dengan tingkat kemudahan pengerjaan rendah, yang kemudian pemadatannya dilakukan dengan penggetaran.
- Agregat dengan gradasi sela tidak tampak berpengaruh terhadap kuat tekan ataupun kuat tarik betonnya.

#### b. Gradasi Seragam

Agregat dengan gradasi seragam/ukuran tunggal adalah agregat yang terdiri dari butiran yang berada pada batas yang sempit dari ukuran fraksi. Suatu agregat dengan ukuran tunggal 20 mm adalah agregat yang butir-butirnya lolos pada ayakan 20 mm tetapi tertahan pada ayakan 10 mm.

Agregat dengan gradasi seragam ini biasanya dipakai untuk beton ringan jenis beton tanpa pasir (Kardiyono, 1995).

## 5. Efisiensi perawatan

Kekuatan dapat berkurang karena penguapan, penguapan dapat menyebabkan suatu kehilangan air yang cukup berarti sehingga menyebabkan terhentinya proses hidrasi. Penguapan dapat menyebabkan penyusutan kering yang terlalu awal dan cepat, sehingga berakibat timbulnya retak. Oleh karena itu direncanakan suatu cara perawatan untuk mempertahankan beton supaya terus menerus berada dalam keadaan basah selama perioda beberapa hari atau bahkan beberapa minggu, termasuk pencegahan penguapan dengan pengadaan beberapa selimut pelindung yang sesuai maupun dengan membasahi permukaannya secara berulang-ulang (Murdock dan Brook, 1979)

Menurut Kardiyono (1995), kelembaban permukaan beton itu harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, akan terjadi beton yang kurang kuat dan juga timbul retak-retak. Beberapa cara perawatan beton yang biasa dilakukan ialah :

- a. menaruh beton segar di dalam ruangan yang lembab
- b. menaruh beton segar di atas genangan air
- c. menaruh beton segar di dalam air

## 6. Suhu

Suhu dapat mempengaruhi pengerasan beton, karena kecepatan pengerasan dapat bertambah bila suhu bertambah.



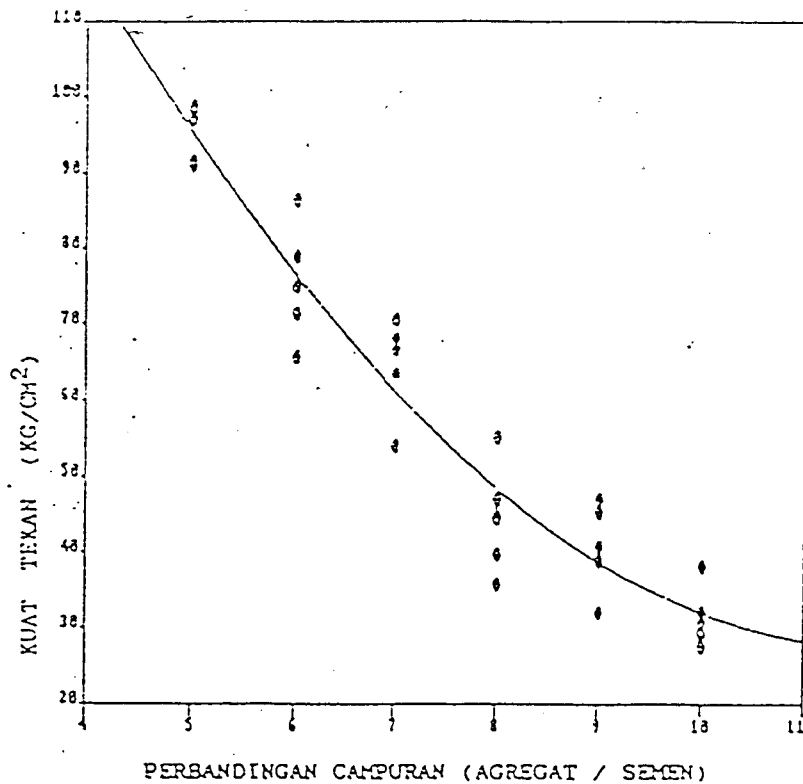
#### 7. Jenis dan jumlah semen portland

Jenis dan jumlah semen portland per meter kubik, akan mempengaruhi kekuatan beton non-pasir, seperti dilihat pada **Gb.2.2.** (Sumartono, 1993)

#### 8. Faktor air semen (fas)

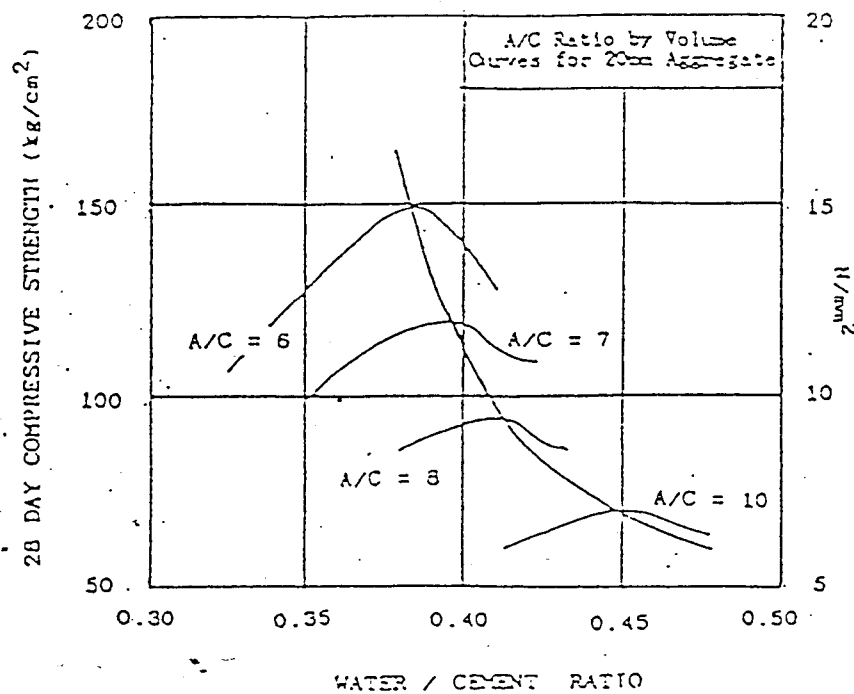
Beton non-pasir terbuat dari air, semen dan agregat kasar. Faktor air semen yang digunakan berkisar antara 0,35 dan 0,45 dengan perbandingan volume antara agregat-semen berkisar antara 6 dan 10 (Kardiyono, 1995). Perkisaran faktor air semen tidak dapat terlalu besar. Faktor air semen mempengaruhi kemudahan pengerjaan, faktor air semen terlalu di atas nilai optimal menyebabkan pasta semen mengalir ke bawah meninggalkan tumpukan agregatnya, tetapi jika faktor air semen terlalu rendah dari nilai optimum mengakibatkan pasta semen tidak cukup untuk merekatkan butir-butir agregat dan mengerjakannya sulit, sehingga beton tidak dapat dipadatkan dengan baik (Raju, 1983).

Hasil penelitian Kardiyono (1992), yang membuat beton non-pasir dari pecahan genteng keramik diperoleh nilai faktor air semen optimal sekitar 0,4 dengan perbandingan volume agregat-semen 6 sampai 10.



Gb. 2.2. Hubungan antara kuat desak dan perbandingan volume agregat-semen untuk beton non-pasir pada fas 0,4 (Sumartono, 1993)

Penelitian yang telah dilakukan oleh Botton dan Muir (Raju, 1983) nilai faktor air semen berkisar antara 0,37 dan 0,45 serta berat jenis antara 1940 kg/m<sup>3</sup> dan 2100 kg/m<sup>3</sup> sebagaimana tampak pada Gb.2.3. Makin banyak semen yang dipakai (tercermin dari nilai banding antara semen-agregat) makin tinggi kuat desak betonnya. Faktor air semen yang optimum ini sangat berguna untuk membuat beton tanpa pasir yang berkekuatan maksimal.



Gb. 2.3. Hubungan antara kuat desak, faktor air semen dan perbandingan agregat-semen pada beton non-pasir 28 hari (Raju, 1983)

### 9. Perbandingan Campuran

Perancangan adukan beton non-pasir didasarkan pada kebutuhan agar diperoleh beton yang homogen dan setiap butir agregat kasar dapat terlapsi oleh pasta semen. Percobaan adukan dilakukan dengan memperkirakan proporsi bahan-bahan dan penyesuaian perlu dilakukan untuk memperoleh adukan yang mudah dikerjakan dan kekuatan yang diharapkan. Jika kemudahan pengerjaan terlalu rendah (terlalu kental, sulit dikerjakan), proporsi bahan perlu diatur lagi, misalnya dengan menambah semen atau dengan menambah air. Sebaliknya, jika adukan terlalu encer dan terjadi *bleeding*

(pasta semen mengalir ke bawah, bukan air naik seperti pada beton biasa), air atau semen perlu dikurangi (Kardiyono, 1992).

Menurut Mc Intosh (1956), beton non-pasir hanya menggunakan semen sedikit, yaitu untuk melapisi permukaan agregat kasar saja sehingga harganya relatif murah. Pemakaian semen sekitar 70 kg hingga 130 kg per meter kubik betonnya. Dari penelitian Kardiyono (1992) menggunakan kerikil alami dari sungai Progo dengan butiran seragam antara 10 - 20 mm dengan perbandingan volume agregat-semen dari 6 hingga 10 ternyata kebutuhan semen  $210 \text{ kg/m}^3$  beton dapat menghasilkan kuat desak  $76,55 \text{ kg/cm}^2$  ( 7,7 MPa).

Sebagai perbandingan, untuk beton biasa diperlukan semen minimal  $275 \text{ kg/m}^3$ .

Menurut Raju (1983), proporsi antara agregat, semen dan air pada beton non-pasir lebih ditentukan oleh perlunya mencapai keseragaman struktur yaitu dengan terlapisinya setiap butir agregat oleh pasta semen daripada oleh keperluan tekannya.

## **2.5 Landasan Teori**

### **2.5.1 Beton non-pasir**

Menurut Neville (1975), Raju (1983), dan Gambhir (1986) beton non-pasir ialah beton yang dibuat dari semen, air dan kerikil, tanpa pasir. Karena tanpa pasir maka rongga-rongga antara butir-butir kerikil tidak terisi oleh butir-butir pasir, sehingga betonnya berongga. Adanya rongga yang merata diseluruh massa beton dapat

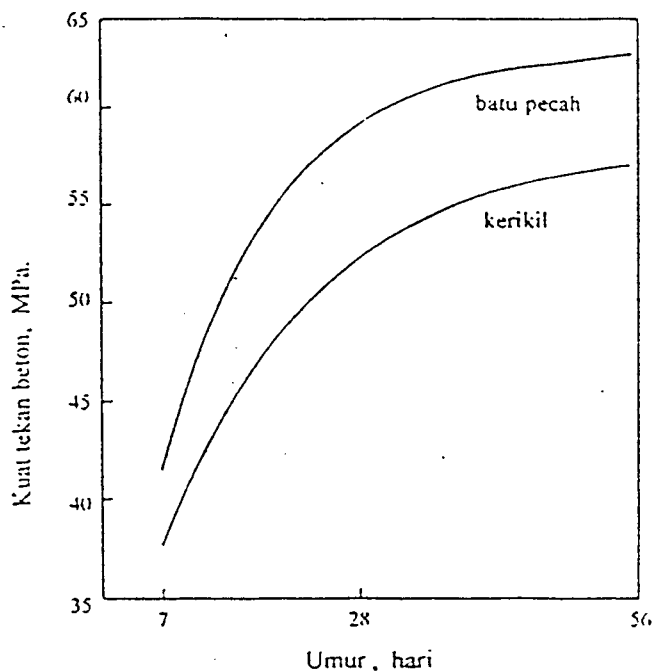
menyebabkan kemampatan dan berat jenis betonnya menurun, sehingga beton non-pasir dikelompokkan sebagai beton ringan.

#### 1. Pengaruh agregat terhadap beton non-pasir

Menurut Neville (1975) agregat kasar yang mempunyai gradasi butir baik akan menghasilkan beton rongga yang berat jenisnya 10 % lebih tinggi daripada menggunakan agregat kasar berbutir seragam atau butir tunggal. Berdasarkan hasil penelitian Raju (1983), agregat yang umum digunakan untuk bahan beton non-pasir adalah dengan ukuran butir 10-20 mm. Pembuatan beton non-pasir menggunakan bahan agregat kasar, yang mempunyai gradasi baik, akan diperoleh massa beton dengan susunan agregat yang kompak dan padat, hal ini terjadi karena rongga-rongga diantara butir-butir agregat kasar diisi oleh butir-butir yang lebih kecil, sehingga berat jenis dan berat satuan dari beton non-pasir menjadi tinggi. Akan terjadi sebaliknya apabila dalam pembuatan beton non-pasir menggunakan agregat kasar butiran seragam, rongga-rongga yang terjadi diantara butiran kasar tidak diisi oleh agregat butiran kecil, maka berat jenis dan berat satuan beton yang dihasilkan menjadi rendah.

Menurut Kardiyono (1992), tekstur agregat kasar yang baik untuk bahan susun beton non-pasir adalah agregat permukaan kasar, bersudut dan berpori. Agregat seperti ini akan memberi ikatan yang baik antara butir dan pasta semen, jika dibanding menggunakan agregat bulat dan licin permukaannya, sebagaimana dapat dilihat dari **Gb.2.4**. Hal ini disebabkan karena agregat dengan tekstur kasar dapat meningkatkan

rekatan agregat-semen sampai 1,75 kali, adapun kuat desak betonnya dapat meningkat sekitar 20 %.



Gb. 2.4. Pengaruh jenis agregat terhadap kuat desak beton (Mindess, 1981)

## 2. Pengaruh jumlah semen terhadap beton non-pasir

Jenis semen yang digunakan dalam pembuatan beton normal maupun beton ringan adalah jenis semen tipe I. Menurut Raju (1983), semen portland fungsinya untuk membentuk gumpalan beton dan mencapai keseragaman terlapisnya butir-butir agregat oleh semen daripada mencari kekuatan beton non-pasir. Telah dibuktikan pemakaian semen yang banyak dalam perbandingan campuran agregat-semen dapat menghasilkan kuat desak beton non-pasir tinggi. Semakin banyak porsi semen dalam campuran, maka semakin tinggi kuat desak yang dihasilkan.

### 3. Pengaruh faktor air semen terhadap beton non-pasir

Pada beton normal merupakan faktor utama yang dapat mempengaruhi kuat desak beton. Tetapi pada beton non-pasir faktor air semen tidak banyak berpengaruh, karena hanya mempunyai nilai kisaran yang tidak besar disekitar nilai optimal. Jika faktor air semen terlalu rendah dari nilai optimal berakibat pasta semen tidak cukup menyelimuti permukaan butir-butir agregat, sehingga butir-butir agregat kurang melekat satu sama lain dan bila faktor air semen terlalu tinggi dari nilai optimal berakibat pasta semen terlalu encer dan akan mengalir ke bawah meninggalkan butir-butir agregat, sehingga butir-butir agregat tidak terselimuti oleh pasta semen (Neville, 1975).

Dari hasil penelitian Mc. Intosh (1956), faktor air semen yang optimal untuk agregat tertentu dan perbandingan agregat semen tertentu sulit diperkirakan, sehingga harus dilakukan dengan percobaan. Untuk agregat tertentu nilai faktor air semen optimal semakin rendah, jika perbandingan agregat semen semakin rendah.

#### **2.5.2 Faktor air semen (fas)**

Faktor air semen adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen sangat mempengaruhi kekuatan beton. Hubungan antara faktor air semen dan kuat desak secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams (1919) sebagai berikut :

$$f_c = \frac{A}{B^{1.5X}} \quad (2.1)$$

dimana :  $f_c$  = kuat desak beton  
 $X$  = faktor air semen  
 $A, B$  = konstanta

Dengan demikian semakin besar faktor air semen semakin rendah kuat desak betonnya, seperti tampak pada **Gb.2.3**. Walaupun menurut rumus tersebut tampak bahwa semakin kecil faktor air semen semakin tinggi kuat desak beton, akan tetapi nilai  $f_c$  yang rendah akan menyulitkan dalam pemadatan, sehingga kekuatan beton akan rendah karena beton akan kurang padat. Oleh karena itu ada suatu nilai faktor air semen optimum yang menghasilkan kuat desak beton maksimum.

### 2.5.3 Slump

*Slump* merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton. Tingkat kelecakan ini berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin besar nilai *slump* berarti makin encer adukan betonnya, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan. Nilai *slump* untuk berbagai macam struktur, tercantum dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1. Nilai *slump* untuk berbagai macam struktur

Jenis Konstruksi	Slump	
	Minimum	Maksimum
Pondasi bertulang	5	12.5
Tiang pondasi tak bertulang	2.5	10
Plat, Balok, Kolom	7.5	15
Beton untuk jalan (Pavement)	5	7.5
Beton massa (Konstruksi massa yang berat)	2.5	7.5



#### 2.5.4 *Workability*

Kemudahan pengerjaan (*workability*) merupakan ukuran tingkat kemudahan adukan untuk diaduk, dituang dan dipadatkan. Perbandingan bahan-bahan penyusun beton dan sifat-sifat bahan-bahan penyusun beton, secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan beton. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton antara lain :

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton. Jumlah air ini akan mempengaruhi konsisten adukan, yaitu semakin banyak air yang digunakan maka adukan makin encer, sehingga beton makin mudah untuk dikerjakan.
2. Jumlah semen yang digunakan. Penambahan semen ke dalam campuran adukan beton akan memudahkan pengerjaan adukan betonnya, karena akan diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai fas tetap.
3. Penambahan bahan tambah pada adukan beton dapat meningkatkan *workability* adukan.

#### 2.5.5 Umur beton

Kuat desak beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton itu. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain faktor air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi nilai faktor air semen semakin lambat kenaikan kekuatan betonnya dan semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatam betonnya.

## **BAB III**

### **PELAKSANAAN PENELITIAN**

#### **3.1 Tinjauan Umum**

Secara umum, kekuatan beton non-pasir yang direncanakan sangat tergantung pada berat jenisnya yang dipengaruhi oleh jumlah semen Portland per meter kubiknya, dimana untuk beton non-pasir ini akan menghasilkan mutu yang lebih rendah dari beton normal, karena beton non-pasir ini memiliki jumlah rongga yang banyak dibandingkan dengan beton biasa. Beton non-pasir terbuat dari air, semen dan agregat kasar. Perbandingan volume antara agregat-semen berkisar antara 6 sampai 10 dan faktor air semen berkisar antara 0,35 dan 0,45.

Mutu beton non-pasir pada dasarnya juga tergantung pada :

- tipe semen yang digunakan, jumlah dan jenis semen Portland per meter kubiknya besar sekali pengaruhnya terhadap kekuatan dari beton non-pasir, semakin banyak jumlah semennya tentunya akan semakin besar kuat desaknya,
- ukuran maksimum dan jenis butir agregat kasar yang digunakan,
- kualitas dari agregat, antara lain kekompakan gradasi butiran, kekerasan dan bentuk butiran, penggunaan agregat dengan permukaan kasar akan menghasilkan beton

dengan kuat desak yang lebih tinggi daripada penggunaan agregat kasar permukaan halus,

- jumlah perbandingan antara agregat kasar dengan semen,
- jumlah rongga-rongga pada beton non-pasir.

### 3.2 Bahan dan Alat

Penelitian ini mengambil topik "Pengaruh Bentuk Agregat terhadap Kuat Desak Beton Non Pasir". Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

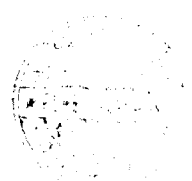
Metode pelaksanaan dalam penelitian ini, meliputi antara lain : persiapan bahan material, persiapan alat yang digunakan, perencanaan bahan susun adukan beton non-pasir, pembuatan benda uji, perawatan beton sampai mencapai umur pengujian, dan pengujian desak beton non-pasir.

Tahapan-tahapan penelitian secara garis besarnya adalah sebagai berikut :

1. Persiapan bahan material yang dibutuhkan dalam penelitian.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Kerikil yang digunakan diambil dari sungai Krasak, Tempel Sleman.
- b. Air yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari saluran air bersih di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
- c. Semen Portland yang digunakan adalah semen Portland tipe I merk Gresik.



## 2. Persiapan peralatan yang digunakan.

Alat-alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

### a. Pembuatan bahan adukan terdiri dari :

#### 1) Ayakan kerikil

Ayakan yang digunakan adalah ayakan ukuran lubang 5 mm untuk mengayak tanah dan pasir sehingga didapat agregat butir maksimum 10 mm, ayakan ukuran lubang 12 mm untuk memisahkan agregat butir maksimum 10 mm dan agregat butir maksimum 20 mm, ayakan ukuran lubang 22 mm untuk memisahkan agregat butir maksimum 20 mm dengan agregat butir maksimum 30 mm, ayakan ukuran lubang 32 mm untuk memisahkan antara agregat butir maksimum 30 mm dan agregat butir maksimum 40 mm.

#### 2) Mesin pengaduk

Alat ini digunakan untuk melumat dan meratakan adonan campuran semen, agregat kasar dan air. Alat ini memiliki kapasitas  $56 \text{ dm}^3$ , alat pencampur berukuran sedang ini dapat dimiringkan dan dilengkapi dengan alat pengisi yang mirip dengan yang digunakan untuk alat campur dengan wadah yang tidak dapat dimiringkan.

#### 3) Timbangan sentisimal

Timbangan yang digunakan untuk menimbang semen, agregat kasar, dan benda uji silinder beton non-pasir pada saat akan membuat adukan. Timbangan ini mempunyai kapasitas 150 kg dengan ketelitian 0,1 kg.

5) Timbangan halus

Timbangan yang digunakan untuk menimbang agregat pada pemeriksaan berat jenis, mencari angka pori, mencari kadar air, dan menentukan berat benda uji sebelum dilakukan pengujian kuat desaknya.

6) Gelas ukur

Gelas ukur dengan kapasitas 2000 ml, 1000ml, dan 250 ml, digunakan untuk mengukur keperluan air pada pengolahan adukan beton dan juga untuk mengukur volume air yang diperlukan untuk membuat pasta semen sesuai dengan perbandingan campuran adukan beton non-pasir yang telah ditentukan.

b. Pembuatan silinder beton terdiri dari :

1) Acuan silinder baja

Alat ini memiliki ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, digunakan untuk mencetak adukan beton non-pasir menjadi benda uji berbentuk silinder .

2) Cetok perata

Alat ini digunakan untuk menuangkan adukan beton non-pasir yang sudah diaduk pada mesin kedalam acuan, dan juga digunakan untuk meratakan adukan yang sudah berada diacuan sehingga akan dihasilkan bentuk sesuai dengan acuan.

3) Ember penuang

Alat ini digunakan untuk menuangkan agregat, semen, dan air kedalam mesin pengaduk dengan perbandingan yang sudah ditentukan.

#### 4) Antan pematik

Alat ini digunakan untuk memadatkan adukan pada acuan beton non-pasir, sehingga beton tersebut akan mengalami pemadatan maksimal dengan harapan akan menghasilkan kekuatan yang maksimal.

#### 5) Bak air

Bak air ini digunakan untuk merawat benda uji silinder beton dengan cara merendamnya semua benda uji yang sudah dicetak sejak dibuka dari cetaknya sampai satu hari menjelang pengujian kuat desaknya.

#### 6) Jangka sorong

Alat ukur ini memiliki panjang 300 mm dengan ketelitian 0,1 mm digunakan untuk mengukur diameter dan tinggi rata-rata silinder beton non-pasir sebelum diadakan pengujian

### c. Alat uji desak beton

#### 1) Mesin uji desak universal

Mesin uji universal mempunyai kemampuan desak maksimum 200 kN dengan ketelitian 0,025 kN. Alat ini digunakan untuk menguji kuat desak silinder beton non-pasir, jika kuat desaknya kurang dari 200 kN.

### 3.3 Perhitungan Campuran dan Perawatan Beton Non Pasir

Proses perhitungan campuran beton non-pasir ini dengan menggunakan metode coba-coba (*Trial and error method of mix design*), dengan langkah-langkah perencanaan sebagai berikut :

1. Agregat kerikil dalam kondisi SSD, dimaksudkan agar kerikil yang digunakan dalam campuran beton tidak menghisap atau menambah air pada campuran beton non-pasir tersebut. Apabila kerikil dalam keadaan kering sekali akan mengakibatkan terhisapnya air pada campuran tersebut. Hal ini menyebabkan campuran beton non-pasir tersebut menjadi kental ( keras ), bila kerikil dalam keadaan basah maka beton non-pasir itu akan menjadi lembek, sehingga kekuatan betonnya berkurang,
2. Faktor air semen ditetapkan 0,40 untuk semua bentuk agregat, baik kerikil alami, kricak dan split.
3. Perbandingan campuran agregat-semen ditentukan sebesar 6 : 1 untuk semua bentuk agregat.
4. Dihitung keperluan bahan penyusun beton non-pasir, yaitu agregat kerikil, semen dan air untuk sekali adukan, yang cukup untuk membuat 9 buah benda uji silinder beton non-pasir, kemudian dimasukkan ke dalam molen (*mixer*) yang telah dibersihkan dan dibasahi air, bahan ini diaduk untuk menghasilkan beton non-pasir yang homogen. Kebutuhan bahan susun beton non-pasir dihitung dengan rumus (Kardiyono, 1995) :

a. Berat satuan agregat

$$B_{\text{sat}} = \frac{B_{\text{sa}} - B_{\text{sk}}}{V_s} \quad (3.1)$$

dimana :  $B_{\text{sat}}$  = Berat satuan agregat, kg/cm<sup>3</sup>  
 $B_{\text{sa}}$  = Berat silinder baja berisi agregat SSD, kg  
 $B_{\text{sk}}$  = Berat silinder baja kosong, kg  
 $V_s$  = Volume bagian dalam silinder baja, cm<sup>3</sup>

## b. Perbandingan campuran bahan

$$B_{agr} = V_{st} \times B_{sat} \quad (3.2)$$

$$B_s = (V_{st} \times B_{sat}) / W \quad (3.3)$$

$$B_{air} = FAS \times B_s \quad (3.4)$$

dimana :  $W$  = Perbandingan agregat : semen =  $W : 1$

$B_{agr}$  = Berat agregat, kg

$B_s$  = Berat semen, kg

$B_{air}$  = Berat air, kg

$B_{sat}$  = Berat satuan agregat SSD, kg/cm<sup>3</sup>

FAS = Faktor air semen

$V_{st}$  = Volume 9 silinder baja x  $F_k$

$F_k$  = Faktor keamanan, diambil 1,05 - 1,2

c. Kebutuhan bahan susun per m<sup>3</sup> beton non-pasir

$$\text{Air} = \frac{B_{air}}{B_t} \times B_j, \text{ (kg)} \quad (3.5)$$

$$\text{Semen} = \frac{B_s}{B_t} \times B_j, \text{ (kg)} \quad (3.6)$$

$$\text{Agregat} = \frac{B_{agr}}{B_t} \times B_j, \text{ (kg)} \quad (3.7)$$

dimana :  $B_{air}$  = Berat air per adukan, kg

$B_s$  = Berat semen per adukan, kg

$B_{agr}$  = Berat agregat per adukan, kg

$B_t$  = Berat total per adukan, kg

$B_j$  = Berat jenis silinder beton non-pasir, kg/cm<sup>3</sup>



5. Adukan beton non-pasir yang homogen dimasukkan ke dalam cetakan silinder baja, pada setiap 1/3 isi silinder ditusuk-tusuk merata sebanyak 25 kali dengan batang baja panjang 60 cm dengan diameter 10 mm, agar padat dan setelah didiamkan selama 1 hari (24 jam) dilepas dari cetakannya, diberi kode. Untuk menjamin terjadinya proses hidrasi secara terus menerus, maka benda uji diusahakan dalam keadaan basah sampai beberapa hari bahkan sampai beberapa minggu dengan cara direndam atau menyelimuti benda uji dengan karung goni yang selalu dalam keadaan basah dengan menyiramnya setiap hari.
6. Setelah benda uji dikeluarkan dari perawatan kemudian dikeringkan, diukur diameter, tinggi dan beratnya, diperiksa persentase rongga dan berat jenisnya. Uji kuat desak beton non-pasir dilaksanakan setelah benda uji berumur 7, 14 dan 28 hari.

### **3.4 Pelaksanaan Penelitian**

- 1). Perhitungan campuran beton dengan menggunakan metode coba-coba. Benda uji tersebut berupa silinder  $\varnothing$  15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 90 buah untuk uji desak, dengan menggunakan bahan-bahan yang terdiri dari :
  - a. semen portland jenis I merk Gresik,
  - b. agregat kasar berupa kerikil alami dan batu pecah (kricak, split) dengan ukuran butiran untuk kerikil alami dan kricak 10 mm - 40 mm, sedangkan ukuran butir maksimum untuk *split* 10 mm - 20 mm. Dengan ketentuan ketiga agregat tersebut diambil dari tempat yang sama yaitu Sungai Krasak,

c. air bersih dari Laboratorium BKT.

2). Perencanaan campuran adukan beton menggunakan perbandingan berat, sampel dibuat dalam 3 kelompok agregat, yaitu :

- kelompok I, beton dengan agregat bulat digunakan kerikil alami,
- kelompok II, beton dengan agregat bulat sebagian digunakan kricak (batu pecah dengan tangan),
- kelompok III, beton dengan agregat bersudut digunakan *split* (batu pecah dengan mesin).

3). Benda uji desak dibagi berdasar jenis agregat dan ukuran butir maksimum, yaitu

- a. 9 benda uji agregat kerikil alami dengan ukuran butir maksimum 10 mm,
- b. 9 benda uji agregat kerikil alami dengan ukuran butir maksimum 20 mm,
- c. 9 benda uji agregat kerikil alami dengan ukuran butir maksimum 30 mm,
- d. 9 benda uji agregat kerikil alami dengan ukuran butir maksimum 40 mm,
- e. 9 benda uji agregat kricak dengan ukuran butir maksimum 10 mm,
- f. 9 benda uji agregat kricak dengan ukuran butir maksimum 20 mm,
- g. 9 benda uji agregat kricak dengan ukuran butir maksimum 30 mm,
- h. 9 benda uji agregat kricak dengan ukuran butir maksimum 40 mm,
- i. 9 benda uji agregat *split* dengan ukuran butir maksimum 10 mm,
- j. 9 benda uji agregat *split* dengan ukuran butir maksimum 20 mm

Adapun ketentuan pengujiannya untuk masing-masing jenis agregat dan ukuran butir maksimum tersebut adalah 3 sampel diuji pada umur 7 hari, 3 sampel diuji pada umur 14 hari, dan 3 sampel diuji pada umur 28 hari.

4). Masing-masing benda uji diberi kode, seperti contoh :

- a. I = benda uji dengan agregat kerikil alami dengan ukuran butiran 10 - 40 mm,
- b. II = benda uji dengan agregat kricak dengan ukuran butiran 10 - 40 mm,
- c. III = benda uji dengan agregat split dengan ukuran butiran 10 - 20 mm.

5) Perawatan benda uji, dilakukan setelah benda uji dibuka dari cetakannya dengan merendam dalam suatu bak air sesuai dengan umur beton untuk diuji. Pencetakan dan perawatan dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

### **3.5. Pengujian Beton Non Pasir**

Silinder beton non-pasir setelah direndam dalam air, kemudian dikeringkan untuk diperiksa berat jenis, persentase rongga dan kuat desaknya sebagai berikut :

1. Pengujian persentase rongga.

Pemeriksaan persentase rongga bertujuan untuk mengetahui rongga yang ada dalam beton non-pasir, dengan cara sebagai berikut (Kardiyono,1995) :

- a. hitung besar volume padat silinder beton non-pasir setelah diketahui tinggi dan diameternya,
- b. menimbang ember berisi air pada timbangan,
- c. menimbang ember berisi air dan silinder beton non-pasir yang terendam air tetapi tidak menyentuh ember.

Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$V_r = \frac{A - (C - B)}{A} \times 100 \% \quad (3.8)$$

dimana :  $V_r$  = Persentase volume rongga, %  
 $A$  = Volume total silinder beton non-pasir  
 $B$  = Berat ember berisi air  
 $C$  = Berat ember berisi air dan silinder beton non-pasir yang tergantung dan terbenam dalam air  
 $(C-B)$  = Volume padat silinder beton non-pasir dalam air

## 2. Pengujian berat jenis.

Pengujian berat jenis silinder beton non-pasir diperoleh dengan membagi beratnya dengan volume tampak luarnya, dijabarkan dengan rumus (Kardiyono, 1995:

$$B_j = \frac{B_s}{0,25 \pi d^2 t} \quad (3.9)$$

dimana :  $B_j$  = Berat jenis silinder beton non-pasir,  $\text{kg/cm}^3$   
 $B_s$  = Berat silinder beton non-pasir, kg  
 $d$  = Diameter silinder beton non-pasir, cm  
 $t$  = Tinggi silinder beton non-pasir, cm

## 3. Pengujian kuat desak.

Pengujian kuat desak silinder beton non-pasir dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Silinder beton non-pasir yang telah diukur tinggi dan diameternya, kemudian di letakkan pada mesin uji,
- b. Pembebanan vertikal yang dikerjakan pada benda uji, diberikan dengan mesin desak hidrolik dan dilakukan secara berangsur-angsur dengan kecepatan

0 - 0,075 MPa (0,75 kg/cm<sup>2</sup>) per detik hingga mencapai beban maksimum yaitu saat benda uji mengalami rusak atau bahkan langsung hancur, setelah beton rusak baru dapat dicatat data hasil pengujian desak beton tersebut, yaitu dengan cara membaca angka yang tercatat pada mesin uji tekan beton itu.

Kuat desak beton non-pasir, dihitung dengan rumus (Timoshenko dan Gere, 1984) :

$$f_c = \frac{P_{\max}}{A_s} \quad (3.10)$$

dimana :  $f_c$  = Kuat desak silinder beton non-pasir, MPa atau N/mm<sup>2</sup>  
 $P_{\max}$  = Beban maksimum yang merusak silinder beton non-pasir, kN  
 (1 kN = 101,9 kg)  
 $A_s$  = Luas tampang silinder beton non-pasir, mm<sup>2</sup>

Kuat desak rata-rata silinder beton non-pasir, dihitung dengan rumus :

$$f_{cr} = \sum f_c / n \quad (3.11)$$

dimana :  $f_{cr}$  = Kuat desak rerata silinder beton non-pasir, MPa  
 $\sum f_c$  = Jumlah kuat desak silinder beton non-pasir, MPa  
 $n$  = Jumlah silinder beton non-pasir

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Umum**

Penelitian ini mengambil topik "Pengaruh Bentuk Agregat terhadap Kuat Desak Beton Non Pasir". Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Seperti yang telah dikemukakan pada batasan masalah, bahwa benda uji yang digunakan terdiri dari 3 jenis agregat kasar yang diperoleh dari tempat yang sama, dimana pada penelitian ini hanya meneliti besarnya kuat desak dari masing-masing jenis agregat tersebut, dengan ukuran butir maksimum dan umur beton yang berbeda-beda. Adapun agregat kasar tersebut : kerikil alami, kricak, *split*. Setelah dilakukan pengujian dan pemeriksaan sifat-sifat fisik terhadap agregat kasar dan beton non-pasir tersebut, maka diperoleh hasil sebagai berikut.

##### **4.1.1. Pemeriksaan air**

Pada penelitian ini air yang dipakai diambil dari saluran air bersih di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,

Universitas Islam Indonesia, sehingga tidak diragukan lagi akan kebersihan maupun kandungan kimianya yang akan mempengaruhi kekuatan beton. Dengan demikian pada penelitian ini tidak dilakukan pemeriksaan kimia.

#### **4.1.2. Semen Portland**

Semen portland yang dipakai merk Gresik dibeli dari toko dalam keadaan masih baik, yaitu masih berbentuk bubuk belum mengeras dan terbungkus dalam kantong yang masih tertutup rapat. Berat jenis semen berkisar pada 3,15.

#### **4.1.3. Agregat kasar**

Pemeriksaan agregat dilakukan terhadap berat jenis dan berat satuan, disini pemeriksaan dilakukan terhadap agregat dengan diameter 20 mm untuk masing-masing jenis agregat. Hasil pemeriksaan berat jenis tercantum dalam Tabel 4.1, sedang untuk pemeriksaan berat satuan dilakukan terhadap agregat *split* diameter 10 mm saja seperti yang terlihat pada Tabel 4.2. Hal ini dilakukan karena dalam penelitian ini perbandingan antara agregat-semen untuk semua jenis agregat sama dan diharapkan susunan agregatnya lebih rapat dan padat.

Nilai berat jenis dari ketiga agregat tersebut terbesar dihasilkan oleh agregat *split* seperti tampak pada Tabel 4.1 dan berat satuannya lebih rendah seperti pada Tabel 4.2, jika dibandingkan dengan agregat kerikil dari sungai Progo yang mempunyai berat satuan sekitar 1,50.

Tabel 4.1 Berat Jenis Agregat

Berat		Kerikil	Kricak	Split
Berat Cawan	$w_1$	149	148.7	150.9
Berat Cawan + Agregat	$w_2$	629.5	675	693
Berat Agregat	$w_3$	480.5	526.3	542.1
Berat Air	$w_4$	1161	1172	1164
Berat Air + Kerikil	$w_5$	1642.5	1685.5	1703.5
$B_j = w_3 / (w_5 - w_4)$		2.46	2.51	2.58

## 4.2. Hasil dan Pembahasan

### 4.2.1. Jumlah bahan susun beton non-pasir

Dari penelitian yang telah dilakukan didapat hasil perhitungan keperluan bahan penyusun beton non-pasir, baik kebutuhan bahan susun untuk setiap adukan maupun per  $m^3$  betonnya, dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Kebutuhan air, semen, agregat dengan fas 0,4 dan perbandingan agregat - semen = 6 : 1 untuk agregat kerikil alami, kricak dan *split*

Agregat	Silinder		$V_s$ ( $cm^3$ )	$B_{sk}$ (kg)	$B_{sa}$ (kg)	$B_{sat}$ ( $kg/cm^3$ )	$B_{agr}$ (kg)	$B_s$ (kg)	$B_{air}$ (kg)	$B_t$ (kg)
	t (cm)	d (cm)								
Split $\varnothing_{10\text{ mm}}$	29.91	14.97	5267	4.166	11.168	0.00133				
	30.00	14.83	5184	4.048	10.910	0.00132				
	29.97	14.92	5242	4.200	10.639	0.00123				
	$V_{s\text{ rerata}} =$		5231	$B_{sat\text{ rerata}} =$		0.00129	6.77	1.13	0.45	8.35
Kebutuhan setiap adukan =							67.00	11.17	4.47	82.64
Kebutuhan per $m^3$ =							1418.92	236.49	94.59	1750.0



Pada Tabel 4.2 dapat dilihat jumlah kebutuhan semen untuk agregat kerikil, kricak, dan *split*. Bila ditinjau pada perbandingan volume agregat-semen 1 : 6 diperoleh kebutuhan semen 236,49 kg/m<sup>3</sup> dimana berat jenis beton yang dipakai 1750 kg/cm<sup>3</sup>. Pada proses pembuatan adukan beton, untuk kebutuhan agregat semua benda uji dibuat sama, termasuk juga kebutuhan semennya tiap silinder.

Kebutuhan semen dalam pembuatan beton non-pasir untuk setiap adukan adalah 11,17 kg untuk semua jenis agregat dan semua ukuran butir maksimum.

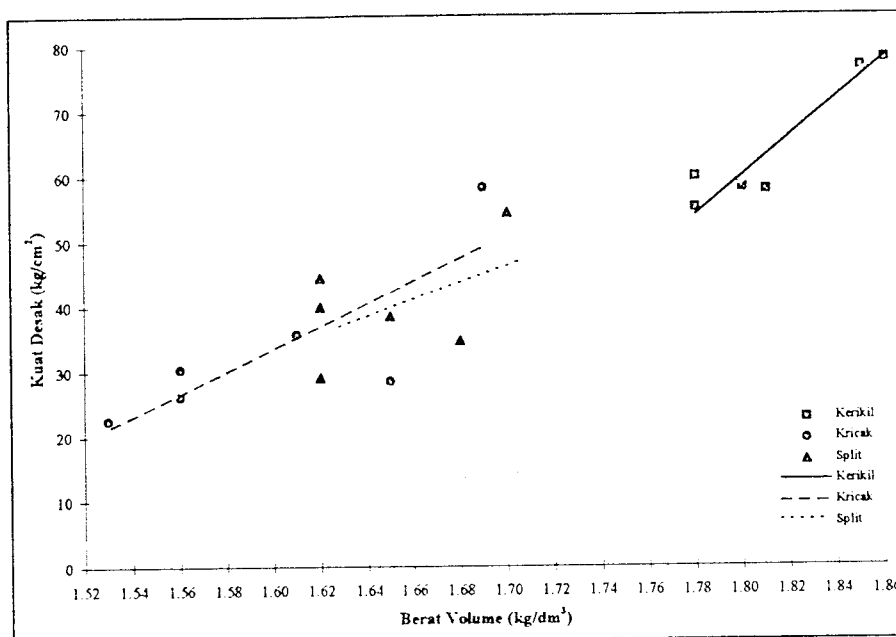
#### **4.2.2. Kuat desak silinder beton non-pasir**

Pada penelitian ini hasil pengujian kuat desak silinder beton non-pasir dengan menggunakan agregat kerikil, kricak, *split* dengan dibagi menurut ukuran butir maksimum dan umur dari silinder beton non-pasir, dapat dilihat pada Tabel 4.3. Dari penelitian terdahulu tentang beton non-pasir didapat kesimpulan, bahwa angka perbandingan agregat-semen dan jenis agregat serta ukuran butir maksimumnya sangat mempengaruhi hasil kuat desak beton non-pasir. Semakin kecil perbandingan agregat-semen maka akan menghasilkan kuat desak yang semakin tinggi, dan sebaliknya semakin besar perbandingan agregat-semen maka semakin kecil kuat desaknya.

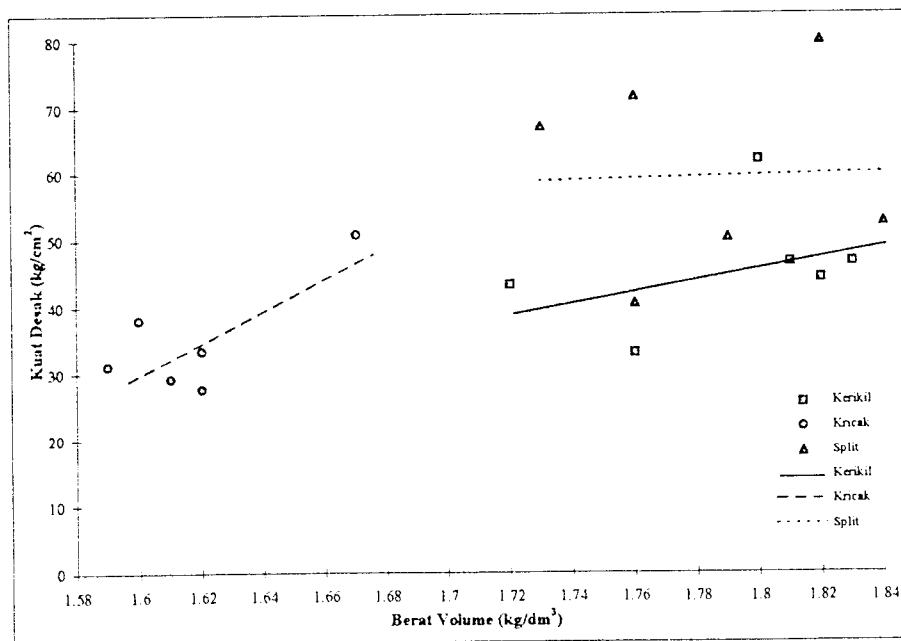
Namun seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahwa pada penelitian ini tidak membahas pengaruh perbandingan agregat-semen. Sehingga semua perbandingan dibuat sama, karena disini hanya membandingkan pengaruh jenis agregat dan ukuran butir maksimum dari agregat kasar terhadap kuat desak beton non-pasir.

Tabel 4.3 Berat Volume dan Kuat Desak Silinder Beton Non-Pasir

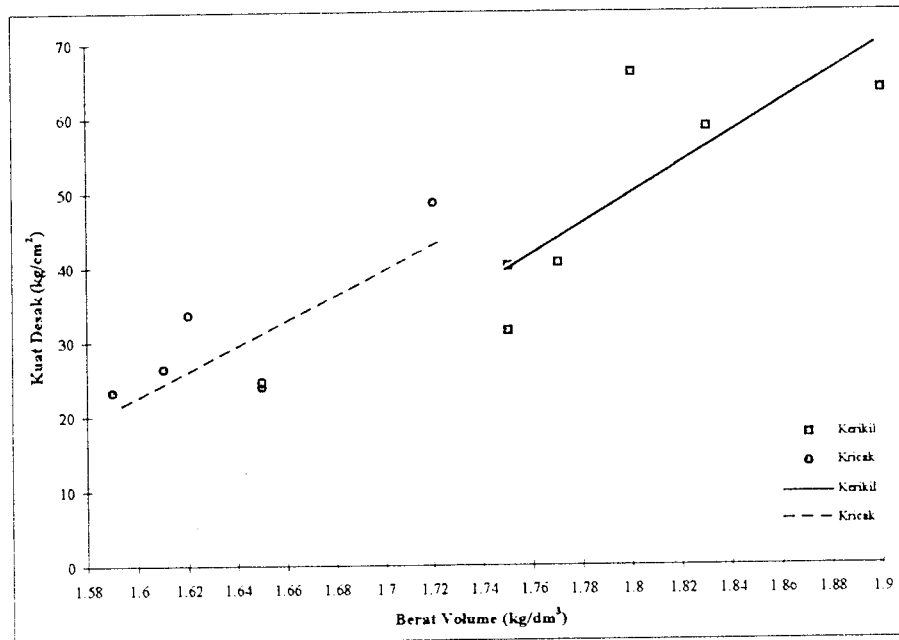
Umur Beton	Kode Silinder	Perb. Vol. Agregat - Semen	Berat Volume (kg/dm <sup>3</sup> )			Kuat Desak Sld. (kg/cm <sup>2</sup> )			Kuat Desak Sld. (kg/cm <sup>2</sup> ) (konversi ke 28 hr)			
			Kerikil	Kricak	Split	Kerikil	Kricak	Split	Kerikil	Kricak	Split	
7 Hari	1 - 1	6 : 1	1.78	1.56	1.62	35.76	19.73	28.86	55.02	30.35	44.40	
	2 - 1	6 : 1	1.81	1.53	1.70	37.47	14.60	35.29	57.65	22.46	54.29	
	3 - 1	6 : 1	1.80	1.65	1.62	37.72	18.48	25.94	58.03	28.43	39.91	
	Rerata			1.80	1.58	1.65	36.98	17.60	30.03	56.90	27.08	46.20
	1 - 2	6 : 1	1.82	1.60	1.82	28.61	24.69	51.95	44.02	37.98	79.92	
	2 - 2	6 : 1	1.72	1.67	1.76	28.06	32.99	46.51	43.17	50.75	71.55	
	3 - 2	6 : 1	1.80	1.61	1.73	40.18	19.02	43.52	61.82	29.26	66.95	
	Rerata			1.78	1.63	1.77	32.28	25.57	47.33	49.67	39.33	72.81
	1 - 3	6 : 1	1.80	1.61	-	42.88	17.12	-	65.97	26.34	-	
	2 - 3	6 : 1	1.83	1.62	-	38.12	21.80	-	58.65	33.54	-	
	3 - 3	6 : 1	1.75	1.65	-	26.11	16.02	-	40.17	24.65	-	
	Rerata			1.79	1.63	-	35.70	18.31	-	54.93	28.17	-
1 - 4	6 : 1	1.77	1.62	-	23.26	26.02	-	35.78	40.03	-		
2 - 4	6 : 1	1.75	1.72	-	28.55	36.36	-	43.92	55.94	-		
3 - 4	6 : 1	1.78	1.64	-	38.99	22.11	-	59.98	34.02	-		
Rerata			1.77	1.66	-	30.27	28.16	-	46.56	43.33	-	
14 Hari	1 - 1	6 : 1	1.78	1.56	1.64	49.95	17.49	33.48	56.76	19.88	38.05	
	2 - 1	6 : 1	1.83	1.60	1.69	81.18	28.21	43.98	92.25	32.06	49.98	
	3 - 1	6 : 1	1.80	1.62	1.62	65.98	41.06	25.48	74.98	46.66	28.95	
	Rerata			1.80	1.59	1.65	65.70	28.92	34.31	74.66	32.86	38.99
	1 - 2	6 : 1	1.80	1.58	1.80	42.77	23.21	57.91	48.60	26.38	65.81	
	2 - 2	6 : 1	1.93	1.64	1.80	92.86	25.43	58.30	105.52	28.90	66.25	
	3 - 2	6 : 1	1.77	1.68	1.80	36.00	38.30	49.42	40.91	43.52	56.16	
	Rerata			1.83	1.63	1.80	57.21	28.98	55.21	65.01	32.93	62.74
	1 - 3	6 : 1	1.79	1.75	-	45.96	36.73	-	52.23	41.74	-	
	2 - 3	6 : 1	1.79	1.63	-	45.78	22.54	-	52.02	25.61	-	
	3 - 3	6 : 1	1.80	1.67	-	30.44	28.69	-	34.59	32.60	-	
	Rerata			1.79	1.68	-	40.73	29.32	-	46.28	33.32	-
1 - 4	6 : 1	1.64	1.67	-	32.20	37.39	-	36.59	42.49	-		
2 - 4	6 : 1	1.81	1.71	-	27.98	37.15	-	31.80	42.22	-		
3 - 4	6 : 1	1.93	1.60	-	75.83	28.82	-	86.17	32.75	-		
Rerata			1.79	1.66	-	45.34	34.45	-	51.52	39.15	-	
28 Hari	1 - 1	6 : 1	1.85	1.61	1.62	76.66	35.64	29.08	76.66	35.64	29.08	
	2 - 1	6 : 1	1.86	1.69	1.68	77.81	58.26	34.60	77.81	58.26	34.60	
	3 - 1	6 : 1	1.78	1.56	1.65	59.77	26.08	38.41	59.77	26.08	38.41	
	Rerata			1.83	1.62	1.65	71.41	39.99	34.03	71.41	39.99	34.03
	1 - 2	6 : 1	1.81	1.62	1.84	46.48	27.69	52.47	46.48	27.69	52.47	
	2 - 2	6 : 1	1.76	1.59	1.79	32.96	31.13	50.24	32.96	31.13	50.24	
	3 - 2	6 : 1	1.83	1.62	1.76	46.45	33.34	40.46	46.45	33.34	40.46	
	Rerata			1.80	1.61	1.80	41.96	30.72	47.72	41.96	30.72	47.72
	1 - 3	6 : 1	1.75	1.72	-	31.39	48.74	-	31.39	48.74	-	
	2 - 3	6 : 1	1.90	1.65	-	63.62	23.90	-	63.62	23.90	-	
	3 - 3	6 : 1	1.77	1.59	-	40.56	23.21	-	40.56	23.21	-	
	Rerata			1.81	1.65	-	45.19	31.95	-	45.19	31.95	-
1 - 4	6 : 1	1.74	1.72	-	25.28	41.58	-	25.28	41.58	-		
2 - 4	6 : 1	1.73	1.72	-	31.74	34.05	-	31.74	34.05	-		
3 - 4	6 : 1	1.79	1.73	-	47.50	34.49	-	47.50	34.49	-		
Rerata			1.75	1.72	-	34.84	36.71	-	34.84	36.71	-	



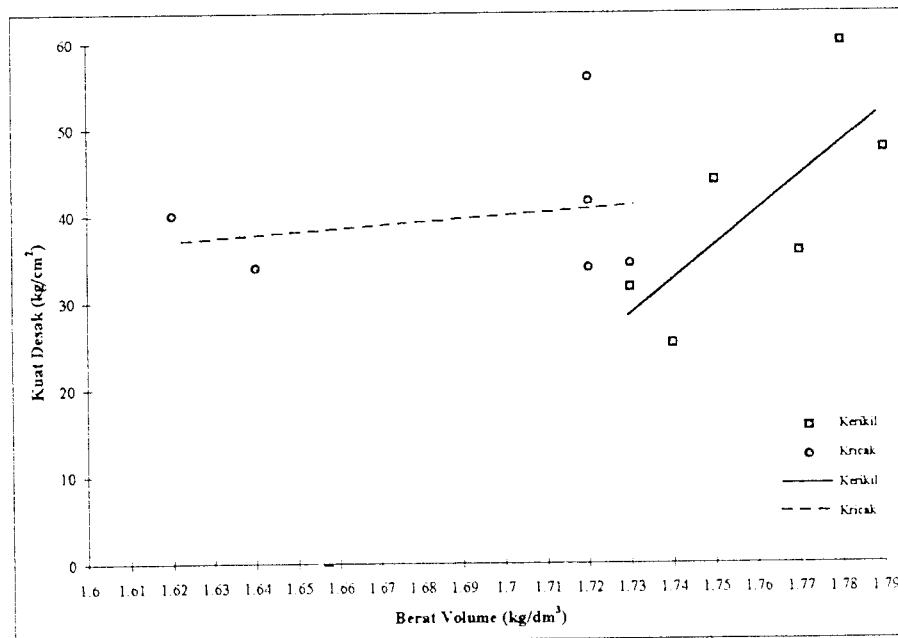
Gambar 4.1. Grafik hubungan antara berat volume dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 10 mm



Gambar 4.2. Grafik hubungan antara berat volume dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 20 mm



Gambar 4.3. Grafik hubungan antara berat volume dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 30 mm



Gambar 4.4. Grafik hubungan antara berat volume dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 40 mm

Pada Gambar 4.1 sampai Gambar 4.4 dapat dilihat hubungan antara kuat desak silinder beton non-pasir terhadap berat volumenya pada umur 7 dan 28 hari. Disini tampak untuk masing-masing grafik menunjukkan hubungan antara berat volume terhadap kuat desak silinder beton non-pasir, dimana jenis agregat kasarnya berlainan, dengan ukuran butir maksimum yang sama, tetapi umur betonnya berbeda yaitu umur 7 dan 28 hari. Dari Tabel 4.3 dan gambar tersebut terlihat bahwa berat volume berpengaruh terhadap kuat desaknya.

Pada Tabel 4.3 hasil pemeriksaan kuat desak silinder beton non-pasir umur 7 dan 14 hari dilakukan konversi dalam umur 28 hari sesuai dengan PBI 1971, untuk kuat desak umur 7 hari dikonversi ke 28 hari dikalikan 0,65 , sedang untuk umur 14 hari dikonversi ke 28 hari dikalikan 0,88. Pada konversi ini beton non-pasir dianggap beton normal, hal ini disebabkan belum adanya peraturan mengenai nilai konversi untuk beton non-pasir.

Dengan melihat data-data dari tabel 4.3, ternyata semakin besar berat volume dari beton non-pasir itu menghasilkan kuat desak yang lebih besar dari beton non-pasir yang memiliki berat volume yang lebih kecil. Dari data tersebut dapat kita analisis sebagai berikut:

1. Untuk silinder beton non-pasir dengan butir maksimum 10 mm, kuat desak terbesar pada silinder beton non-pasir dengan menggunakan agregat kasar kerikil alami, yaitu 92,25 kg/cm<sup>2</sup>.

2. Untuk silinder beton non-pasir dengan butir maksimum 20 mm, kuat desak terbesar pada silinder beton non-pasir dengan menggunakan agregat kasar *split*, yaitu 79,92 kg/cm<sup>2</sup>.
3. Untuk silinder beton non-pasir dengan butir maksimum 30 mm, kuat desak terbesar pada silinder beton non-pasir dengan menggunakan agregat kasar kerikil alami, yaitu 65,97 kg/cm<sup>2</sup>.
4. Untuk silinder beton non-pasir dengan butir maksimum 40 mm, kuat desak terbesar pada silinder beton non-pasir dengan menggunakan agregat kasar kerikil alami, yaitu 86,17 kg/cm<sup>2</sup>.

Dengan demikian jika dilihat secara umum dari jenis agregatnya, kuat desak tertinggi diperoleh pada silinder beton non-pasir dengan menggunakan agregat kerikil alami. Hal ini disebabkan pengaruh dari persentase rongganya, karena agregat kerikil alami hanya mempunyai rongga udara minimum 33 persen, jika dibandingkan dengan jenis agregat lain lebih kecil. Dengan memiliki rongga 33 persen berarti mempunyai rasio luas permukaan volume kecil, sehingga hanya memerlukan pasta semen yang sedikit untuk menghasilkan beton yang baik, persentase rongga dari agregat kerikil alami dengan butir maksimum 10 mm lebih kecil dibandingkan agregat lainnya.

Agregat kerikil alami ini jika dibandingkan dengan kricak dan *split*, persen rongganya lebih kecil, untuk kricak mempunyai rongga berkisar antara 35 sampai 38 persen sedangkan untuk *split* berkisar antara 38 sampai 40 persen. Dengan demikian wajar kalau untuk beton non-pasir agregat kerikil alami menghasilkan kuat desak yang

lebih tinggi. Sedangkan kuat desak silinder beton non-pasir tertinggi diperoleh dengan menggunakan agregat kerikil alami berbutir maksimum 10 mm, sebesar 92,25 kg/cm<sup>2</sup>. Semakin kecil ukuran agregat tersebut maka semakin kecil pula jumlah rongga yang kosong, karena ukurannya yang kecil tersebut akan saling mengisi, sehingga betonnya akan lebih padat dibandingkan dengan menggunakan ukuran butir maksimum yang lebih besar dan semakin besar persentase rongga maka kuat desaknya semakin turun, sebaliknya semakin kecil persentase rongganya maka kuat desaknya semakin besar.

Pada Gambar 4.2 terlihat bahwa silinder beton non-pasir dengan menggunakan agregat *split* berbutir maksimum 20 mm memiliki kuat desak 79,92 kg/cm<sup>2</sup> diatas kerikil alami dengan ukuran butir maksimum 20 mm keatas. Tetapi jika dibandingkan dengan butir maksimum 10 mm pada Gambar 4.1 ternyata kuat desaknya lebih tinggi silinder beton non-pasir dengan menggunakan agregat kerikil alami. Dengan memiliki berat volume yang besar tentunya akan memiliki kuat desak yang besar pula. Seperti terlihat pada Tabel 4.3, untuk silinder beton non-pasir dengan menggunakan agregat kasar *split* berbutir maksimum 20 mm memiliki berat volume yang besar, bahkan hampir sama dengan agregat kerikil alami dengan butir maksimum 10 mm. Dengan demikian akan menghasilkan kuat desak yang besarnya mendekati kuat desak yang dihasilkan agregat kerikil alami dengan butir maksimum 10 mm. Selain itu untuk agregat *split* dengan butir maksimum 20 mm ini ternyata jumlah persentasenya kecil, dengan persentase rongga yang kecil akan menghasilkan kuat desak yang besar jika dibandingkan dengan yang memiliki persentase rongga besar.

Dari hasil tabel 4.3 tersebut diperoleh grafik yang naik-turun, ini disebabkan banyak sedikitnya pasta semen pada waktu menuangkan adukan beton ke dalam silinder beton sangat mempengaruhi berat volume dan kuat desaknya. Pada saat menuangkan adukan beton ke dalam cetakan silinder ada pasta semen yang mengalir ke bawah sehingga antara silinder yang satu dengan yang lain akan berbeda, sehingga dengan jumlah pasta semen yang berlebih itu akan menghasilkan silinder beton non-pasir dengan berat volume yang besar dan berpengaruh terhadap kuat desaknya. Untuk membagi secara merata pada masing-masing sampel mengalami kendala.

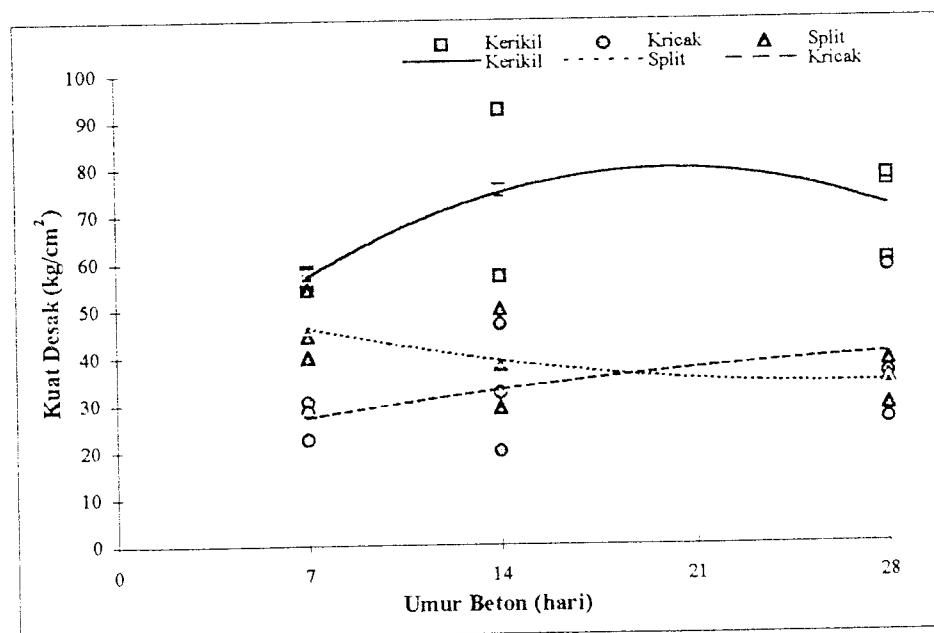
Dengan demikian untuk faktor jumlah pasta semen yang terkandung dalam silinder beton non-pasir sangat besar sekali pengaruhnya, karena jumlah pasta semen ini akan berpengaruh terhadap jumlah rongga dan berat volume dari silinder beton non-pasir tersebut. Berarti secara langsung akan mempengaruhi kuat desaknya.

Dari hasil pemeriksaan berat volume dan kuat desak silinder beton non-pasir pada umur 7 hari dan 28 hari diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.1 sampai dengan Gambar 4.4 dapat dilihat hubungan bahwa, semakin besar nilai berat volume maka semakin besar nilai kuat desaknya, karena dengan volume silinder yang semakin besar berarti silinder beton non-pasir tersebut semakin padat dan persentase rongganya kecil.

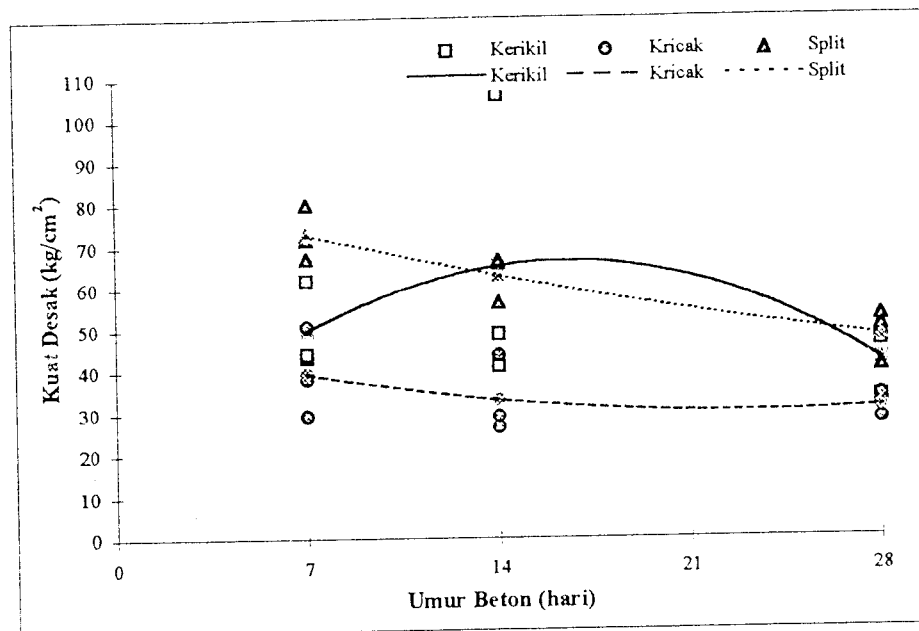
Dari hasil konversi data kuat desak beton non-pasir pada umur 7 hari dan 14 hari menjadi umur 28 hari, maka diperoleh grafik pada Gambar 4.5 sampai Gambar 4.8. Disini terlihat grafik tersebut naik-turun, hal ini disebabkan karena persentase



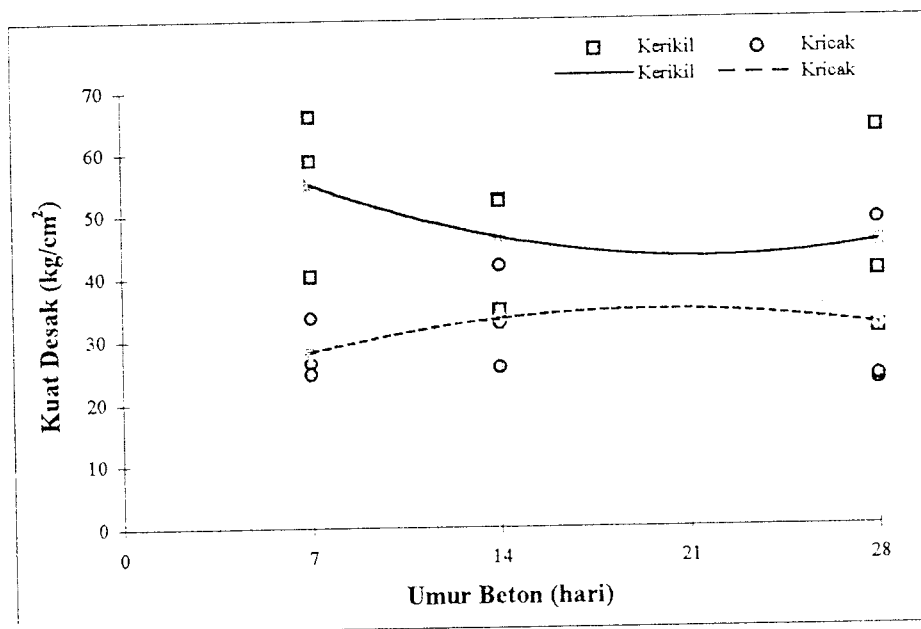
rongga untuk masing-masing silinder beton non-pasir itu berbeda. Walaupun ukuran butir maksimum dan jenis agregatnya sama, tetapi pada beton non-pasir yang paling besar pengaruhnya adalah persentase rongga, bukan umur betonnya. Pada grafik terlihat dengan umur yang sama tetapi kuat desak yang dihasilkan berbeda. Perbedaan yang ada pada disebabkan karena jumlah persentase rongga tiap silinder beton non-pasir berbeda, tentunya akan memiliki berat volume dan kuat desak yang berbeda pula. Dengan melihat perbandingan nilai tersebut ternyata berat volume dan persentase rongganya sangat besar pengaruhnya dibandingkan dengan umur betonnya.



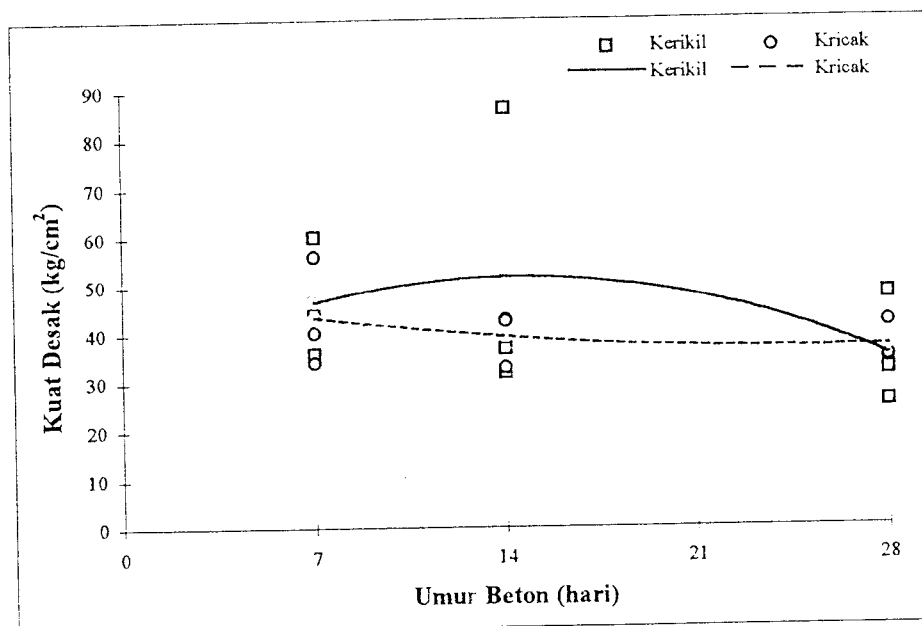
**Gambar 4.5.** Grafik hubungan antara umur beton dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 10 mm



Gambar 4.6. Grafik hubungan antara umur beton dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 20 mm



Gambar 4.7. Grafik hubungan antara umur beton dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 30 mm



**Gambar 4.8. Grafik hubungan antara umur beton dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 40 mm**

#### 4.2.3. Tinjauan pengaruh semen terhadap persentase rongga dan kuat desak

Untuk mengetahui perbandingan jumlah kebutuhan semen per meter kubik dari beton non-pasir dan kuat desak yang dihasilkan dengan menggunakan beberapa jenis agregat kasar, yaitu agregat kerikil alami, kricak, *split* dengan ukuran butir maksimum yang berbeda khususnya ditinjau pada perbandingan agregat-semen 6 : 1 dan fas 0,4 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Pada penelitian ini kebutuhan semen per meter kubiknya sama, yaitu 236,49 kg/m<sup>3</sup> dan untuk tiap silindernya dibutuhkan semen 11,17 kg. Namun pada pembahasan ini meninjau seberapa besar pengaruh semen pada beton non-pasir. Setelah dilakukan penelitian ternyata hasil dari kuat desak silinder beton non-pasir

tersebut diluar perkiraan, karena pada penelitian ini kalau dibandingkan kuat desak berdasarkan umur, ternyata ada beton non-pasir dengan umur yang lebih muda dapat menghasilkan kuat desak yang lebih besar dibandingkan dengan umur yang lebih tua.

Apabila data ini dianalisis ternyata terdapat permasalahannya pada proses pencetakan ke silinder, hal ini berpengaruh pada kuat desaknya. Karena proses pencetakannya dilakukan dengan cara manual, maka terdapat kendala tidak meratanya pasta semen pada masing-masing silinder. Tidak adanya pasir sebagai agregat halus, maka pasta semen tersebut tidak bisa merata dalam adukan beton, cenderung semen tersebut mengalir ke bawah. Berbeda dengan beton normal, karena adanya agregat halus maka semen yang akan mengalir dari adukan dapat ditahan oleh agregat halus tersebut. Dengan mengalirnya pasta semen dari adukan beton non-pasir itu, tentunya untuk membagi rata pasta semen tersebut ke dalam silinder beton akan sulit, sehingga antara silinder beton yang satu dengan silinder beton yang lain akan berbeda jumlah pasta semennya, walaupun masih dalam satu adukan dan dengan jenis dan ukuran butir maksimum yang sama.

Jadi pada penelitian silinder beton non-pasir ini yang sangat berpengaruh terhadap kuat desaknya adalah banyak sedikitnya jumlah pasta semen yang dituang pada masing-masing silinder betonnya, dimana ini akan berpengaruh terhadap persentase rongganya dan kuat desaknya.

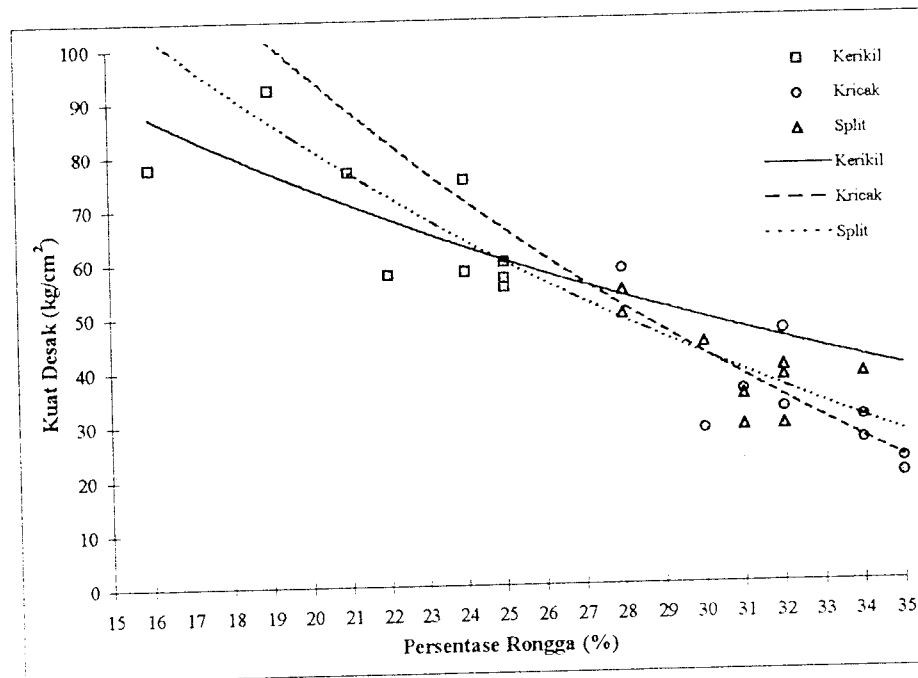
Hasil pemeriksaan persentase rongga beton non-pasir dari masing-masing jenis agregat dapat dilihat pada Tabel 4.4. Dari Tabel 4.4, disini terlihat kuat desak silinder

beton non-pasir sangat dipengaruhi oleh persentase rongganya. Semakin kecil persentase rongga di dalam massa beton, kuat desaknya semakin besar.

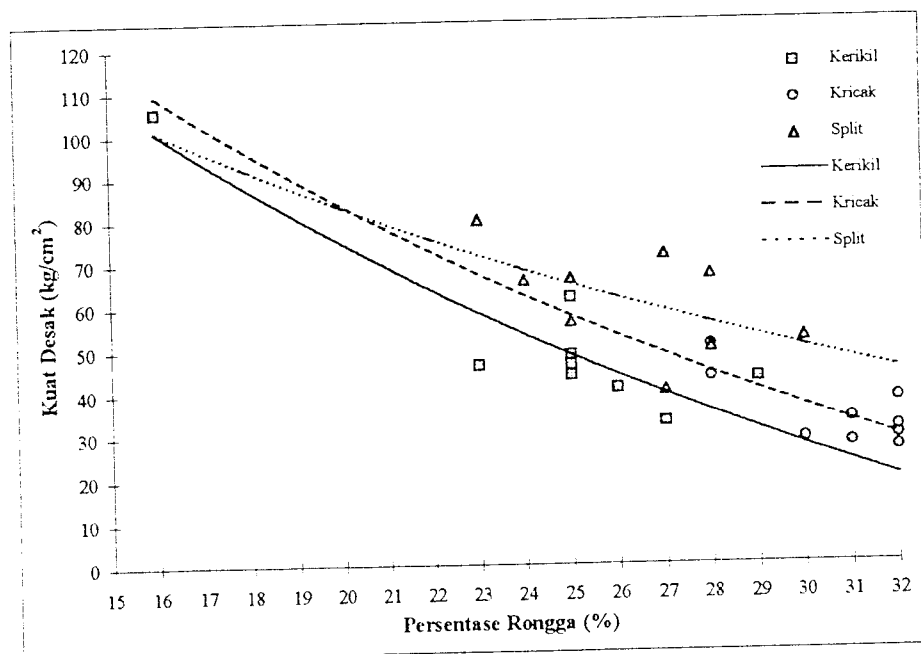
Pada pengujian dapat dikatakan bahwa, nilai kuat desak silinder beton non-pasir berbanding terbalik dengan persentase rongga yang dihasilkan. Ini disebabkan rongga diantara butir agregat kasar dapat diisi lebih banyak oleh pasta semen, jika rongga diantara butir agregat hanya terisi sedikit oleh pasta semen, maka kuat desak yang dihasilkan semakin kecil. Dalam Tabel 4.4 didapat hasil silinder beton non-pasir dengan persentase rongga kecil (berarti pasta semen dalam adukan lebih banyak) seperti pada Gambar 4.12, pengujian silinder beton non-pasir dengan menggunakan agregat kricak dengan ukuran butir maksimum 20 mm, rongga yang terdistribusi merata di dalam massa beton non-pasir terisi lebih banyak oleh pasta semen, sehingga menghasilkan kuat desak yang tinggi (sekitar  $105,5 \text{ kg/cm}^2$  dengan persentase rongga 16 %). Bila persentase rongga yang dihasilkan semakin besar (berarti pasta semen dalam silinder betonnya sedikit) seperti pada pengujian silinder beton non-pasir menggunakan agregat kricak dengan ukuran butir maksimum 10 mm, rongga yang terisi oleh pasta semen sedikit sehingga kuat desak yang dihasilkan semakin kecil, berturut-turut  $22,46 \text{ kg/cm}^2$  dengan persentase rongga 35 %.

Tabel 4.4 Persentase Rongga Silinder Beton Non-Pasir

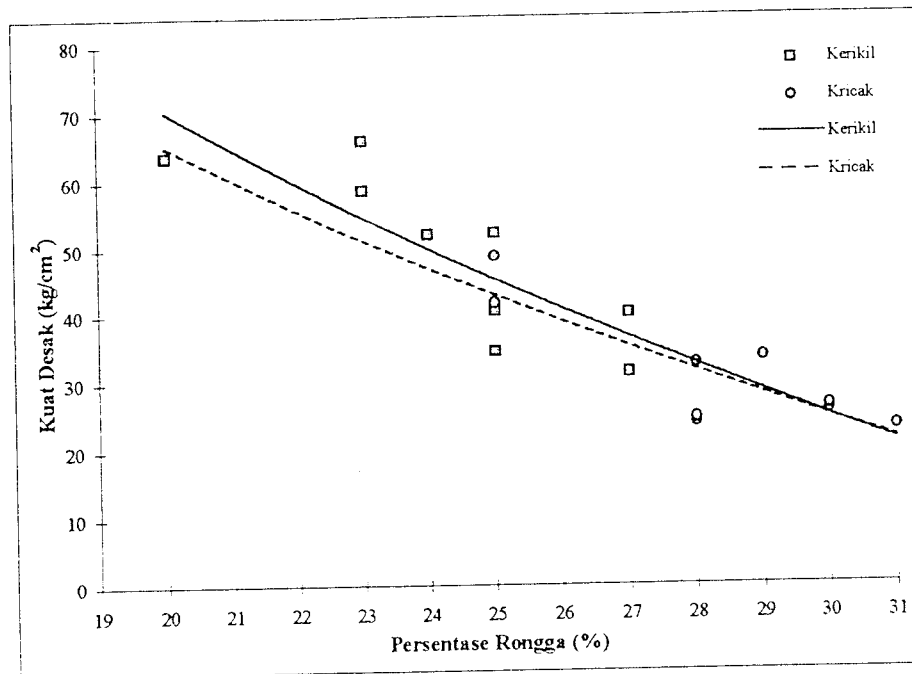
Umur Beton	Kode Silinder	Perb. Vol. Agregat - Semen	Persentase Rongga (%)		
			Kerikil	Kricak	Split
7 H a r i	1 - 1	1 : 6	25	34	30
	2 - 1	1 : 6	22	35	28
	3 - 1	1 : 6	24	30	32
	Rerata		24	33	30
	1 - 2	1 : 6	25	32	23
	2 - 2	1 : 6	29	28	27
	3 - 2	1 : 6	25	32	28
	Rerata		26	31	26
	1 - 3	1 : 6	23	30	-
	2 - 3	1 : 6	23	29	-
	3 - 3	1 : 6	27	28	-
	Rerata		24	29	-
1 - 4	1 : 6	26	31	-	
2 - 4	1 : 6	26	25	-	
3 - 4	1 : 6	25	30	-	
Rerata :		26	25	-	
14 H a r i	1 - 1	1 : 6	25	35	32
	2 - 1	1 : 6	19	32	28
	3 - 1	1 : 6	24	32	31
	Rerata		23	33	30
	1 - 2	1 : 6	25	32	24
	2 - 2	1 : 6	16	30	25
	3 - 2	1 : 6	26	28	25
	Rerata		22	30	25
	1 - 3	1 : 6	25	25	-
	2 - 3	1 : 6	24	30	-
	3 - 3	1 : 6	25	28	-
	Rerata		25	28	-
1 - 4	1 : 6	31	27	-	
2 - 4	1 : 6	22	26	-	
3 - 4	1 : 6	17	32	-	
Rerata		23	28	-	
28 H a r i	1 - 1	1 : 6	21	31	32
	2 - 1	1 : 6	16	28	31
	3 - 1	1 : 6	25	34	34
	Rerata		21	31	32
	1 - 2	1 : 6	25	31	30
	2 - 2	1 : 6	27	32	28
	3 - 2	1 : 6	23	31	27
	Rerata		25	31	28
	1 - 3	1 : 6	27	25	-
	2 - 3	1 : 6	20	28	-
	3 - 3	1 : 6	25	31	-
	Rerata		24	28	-
1 - 4	1 : 6	27	26	-	
2 - 4	1 : 6	29	26	-	
3 - 4	1 : 6	25	26	-	
Rerata		27	26	-	



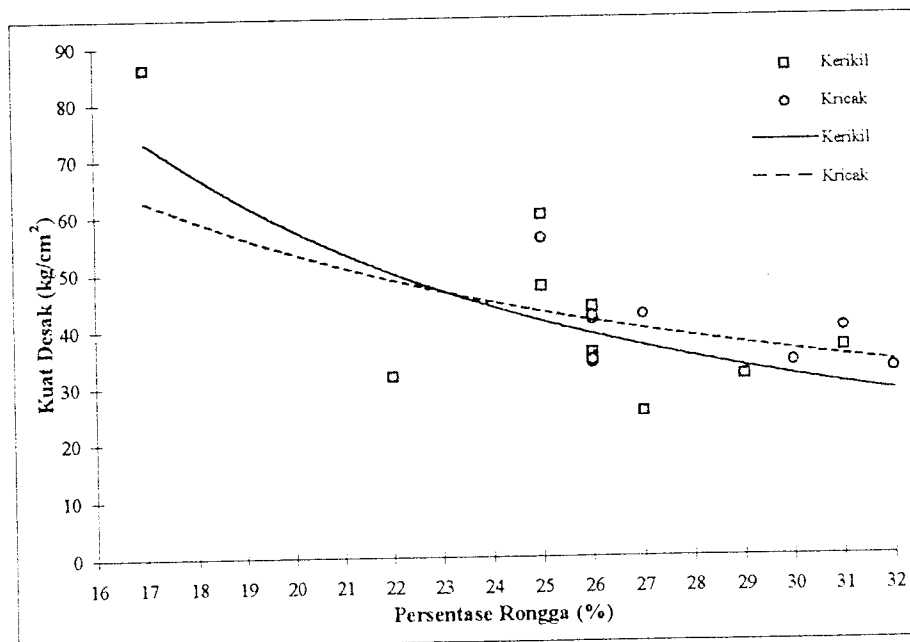
Gambar 4.9. Grafik hubungan antara persentase rongga dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 10 mm



Gambar 4.10. Grafik hubungan antara persentase rongga dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 20 mm



Gambar 4.11. Grafik hubungan antara persentase rongga dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 30 mm



Gambar 4.12. Grafik hubungan antara persentase rongga dan kuat desak silinder beton non-pasir dengan ukuran butir maksimum 40 mm



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari uraian di depan kiranya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pemeriksaan berat jenis masing-masing agregat ternyata agregat *split* memiliki berat jenis paling tinggi dibandingkan dengan jenis agregat yang lain.
2. Dari hasil penelitian kuat desak silinder beton non-pasir untuk agregat dengan butir maksimum 10 mm, 20 mm, 30 mm dan 40 mm disini terlihat pada Gambar 4.1, 4.2, 4.3, dan 4.4 ternyata beton dengan menggunakan agregat kerikil memiliki kuat desak yang lebih tinggi dibandingkan dengan agregat kasar yang lain.
3. Jika dilihat dari umur beton non-pasir tersebut, ternyata disini umur beton tidak besar pengaruhnya terhadap kuat desak. Hal ini terbukti beton dengan umur 7 hari memiliki kuat desak yang lebih besar dari umur 14 hari, yang berpengaruh adalah persentase rongga.
4. Semakin sedikit jumlah semen pada silinder beton non-pasir, maka persentase rongga bertambah besar, maka semakin kecil berat volumenya dan ini mengakibatkan semakin kecil kuat desak yang dihasilkan. Sebaliknya semakin kecil

persentase rongga maka semakin besar berat volume dan semakin besar kuat desaknya.

5. Jumlah persentase rongga dipengaruhi oleh banyak sedikitnya pasta semen yang ada pada silinder, banyak sedikitnya pasta semen tiap silinder beton non-pasir dipengaruhi oleh proses pencetakan adukan beton ke dalam silinder beton tersebut. Persentase rongga beton non-pasir ini berkisar 16 % sampai 35 % dari volume totalnya.
6. Beton ini bisa dikategorikan ke dalam beton ringan, karena beton non-pasir ini hanya memiliki berat jenis berkisar antara  $1,53 \text{ kg/dm}^3$  -  $1,93 \text{ kg/dm}^3$  (kurang dari 2,0).
7. Kuat desak rata-rata yang dihasilkan dari beton non-pasir ini pada umur 28 hari adalah : untuk agregat kerikil dengan butir maksimum 10 mm, 20 mm, 30 mm dan 40 mm menghasilkan kuat desak  $34,84 \text{ kg/cm}^2$  sampai  $71,41 \text{ kg/cm}^2$ , untuk agregat kricak dengan butir maksimum 10 mm, 20 mm, 30 mm dan 40 mm menghasilkan kuat desak  $30,72 \text{ kg/cm}^2$  sampai  $39,99 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan untuk agregat *split* dengan butir maksimum 10 mm dan 20 mm menghasilkan kuat desak  $34,03 \text{ kg/cm}^2$  sampai  $47,72 \text{ kg/cm}^2$ .

## 5.2. Saran

1. Pada penelitian ini tidak terdapat agregat *split* dengan ukuran butir maksimum 30 mm dan 40 mm, karena agregat tersebut tidak terdapat dipasaran, sehingga



penelitian ini kurang lengkap. Untuk itu jika ada agregat dengan ukuran tersebut, tentunya penelitian ini akan lebih lengkap.

2. Untuk peneliti selanjutnya, dapat meneliti pengaruh jenis agregat terhadap kuat desak beton non-pasir, dengan menggunakan agregat yang asalnya berbeda. Sebaiknya dicoba menggunakan agregat dari sungai Progo, karena jumlah porinya lebih kecil yang tentunya akan menghasilkan kuat desak yang lebih besar.
3. Pada penelitian ini terdapat kendala pada proses pencetakan adukan beton ke dalam silinder beton, untuk itu perlu adanya alat ataupun cara agar jumlah semen pada masing-masing silinder beton sama, sehingga disini bisa diteliti sejauh mana pengaruh umur beton terhadap kuat desak beton non-pasir.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Gambhir, M.L., 1986, *Concrete Technology*, Tata McGraw-Hill Publishing company Limited, New Delhi.
2. Kasuma Kandar, 1995, *Pengaruh Perbandingan Agregat-Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Tanpa Pasir Dari Agregat Buatan Campuran Lempung Dan Pasir Asal Tenggara Kalimantan Timur*, Tesis S-2 Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Ilmu-Ilmu Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
3. Kardiyono Tjokrodimuljo, 1992, *Beton Rongga Dengan Agregat Dari Pecahan Genteng Keramik*, Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
4. Kardiyono Tjokrodimuljo, 1991, *Beton Tanpa Pasir Dengan Agregat Pecahan Genteng*, Prosiding Seminar Mekanika Bahan Dalam Berbagai Aspek, Pusat Antar Universitas, Ilmu Teknik, Universitas Gadjah Mada, 4 - 5 Februari 1991, Yogyakarta.
5. Kardiyono Tjokrodimuljo, 1992, *Pengaruh Agregat Pada Kuat Tekan Beton Non Pasir*, Prosiding Seminar Mekanika Bahan Untuk Meningkatkan Potensi Bahan Lokal, Pusat Antar Universitas, Ilmu Teknik, Universitas Gadjah Mada, 10 - 11 Februari 1992, Yogyakarta.
6. Kardiyono Tjokrodimuljo, 1995, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

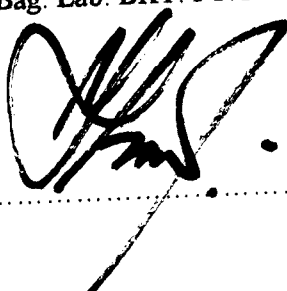
7. Murdock, L.J., Brook, K. M., Stephanus Hendarko, 1979, *Bahan Dan Praktek Beton* (Terjemahan), Erlangga, Jakarta.
8. Mindess, S., dan Young, J.E., 1981, *Concrete*, Prentice-Hall, Inc., New Delhi.
9. Mc. Intosh, R.H., 1956, *No-Fines Concrete as a Structural Materials*, Proceeding of The Inatitution of Civil Engineers, London.
10. Neville, A.M., 1975, *Properties of Concrete*, The English Language Book society and Pitman Publishing, London.
11. Raju, K.N., 1983, *Design of Concrete Mixes*, Publisher and Pitman Distributors, New Delhi.
12. Sumartono, A., 1993, *Beton Ringan Non Pasir Dengan Agregat Lempung Bekah Dari Cilacap*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
13. -----, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI)*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, 1971.

**LAMPIRAN - LAMPIRAN**

**Berat Jenis Agregat**

Berat		Kerikil	Kricak	Split
Berat Cawan	w <sub>1</sub>	149	148.7	150.9
Berat Cawan + Agregat	w <sub>2</sub>	629.5	675	693
Berat Agregat	w <sub>3</sub>	480.5	526.3	542.1
Berat Air	w <sub>4</sub>	1161	1172	1164
Berat Air + Kerikil	w <sub>5</sub>	1642.5	1685.5	1703.5
$B_j = w_3 / (w_5 - w_4)$		2.46	2.51	2.58

Yogyakarta, ..... 1998  
Kepala Bag. Lab. BKT. FT.UII



(.....)



**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**

Jl. Kalitirang Km 14,4 Telp. 895042, 8957707, Fax. 895330, Yogyakarta 55584

**Hasil Kuat Desak Silinder Beton Non-Pasir.**  
**Ukuran butir maksimum = 10 mm**

U. B t n	Kode Silinder	Kerikil alami						Kricak						Split										
		d		t		Berat Jenis (kg/cm <sup>3</sup> )	Beban maks. (kg)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	d		t		Berat (kg)	Berat Jenis (kg/cm <sup>3</sup> )	Beban maks. (kg)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	d		t		Berat (kg)	Berat Jenis (kg/cm <sup>3</sup> )	Beban maks. (kg)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)				(cm)	(cm)	(cm)	(cm)					(cm)	(cm)	(cm)	(cm)				
7	1-1	14.995	30.150	9.481	1.78	6317.8	35.76	14.950	30.330	8.336	1.57	3464.6	19.73	14.990	31.000	8.890	1.62	5095.0	28.86					
	1-2	15.000	30.250	9.664	1.81	6623.5	37.47	14.900	30.950	8.275	1.53	2547.5	14.60	14.850	30.500	9.010	1.70	6114.0	35.29					
	1-3	14.950	30.350	9.596	1.80	6623.5	37.72	14.750	30.210	8.521	1.65	3158.9	18.48	15.000	30.750	8.814	1.62	4585.5	25.94					
14	1-1	15.030	30.110	9.498	1.78	8865.3	49.95	14.915	30.045	8.180	1.56	3057.0	17.49	14.990	30.350	8.782	1.64	5910.2	33.48					
	1-2	15.220	29.800	9.933	1.83	14775.5	81.18	14.855	30.110	8.359	1.60	4891.2	28.21	14.970	30.140	8.970	1.69	7744.4	43.98					
	1-3	15.100	30.130	9.700	1.80	11820.4	65.98	14.975	30.230	8.648	1.62	7234.9	41.06	14.965	30.060	8.580	1.62	4483.6	25.48					
28	1-1	14.830	30.272	9.665	1.85	13247.0	76.66	15.140	30.110	8.748	1.61	6419.7	35.64	14.933	30.153	8.533	1.62	5095.0	29.08					
	1-2	15.000	30.275	9.965	1.86	13756.5	77.81	14.995	30.220	8.998	1.69	10291.9	58.26	14.997	30.199	8.988	1.68	6114.0	34.60					
	1-3	15.022	30.167	9.540	1.78	10597.6	59.77	14.960	30.055	8.238	1.56	4585.5	26.08	14.929	30.148	8.705	1.65	6725.4	38.41					

Kode Silinder	Kerikil alami						Kricak						Split								
	B		C		A	Vr	P	B		C		A	Vr	P	B		C		A	Vr	P
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)				(cm)	(cm)	(cm)	(cm)				(cm)	(cm)	(cm)	(cm)			
1-1	15.150	19.150	5327	25	62	15.576	19.080	5326.22	34	34	14.530	18.353	5473.05	30	50						
1-2	14.950	19.100	5347.77	22	65	15.387	18.880	5398.81	35	25	15.329	19.145	5284.66	28	60						
1-3	14.740	18.810	5329.74	24	65	15.202	18.825	5164.16	30	31	14.827	18.510	5436.16	32	45						
1-1	15.624	19.622	5344.33	25	87	16.211	19.646	5251.5	35	30	15.983	19.643	5358.29	32	58						
1-2	15.433	19.845	5423.88	19	145	15.226	18.760	5220.6	32	48	15.802	19.612	5307	28	76						
1-3	15.226	19.342	5397.81	24	116	15.593	19.226	5326.43	32	71	15.579	19.204	5289.41	31	44						
1-1	16.525	20.681	5231	21	130	15.676	19.418	5422.84	31	63	15.000	18.606	5283.11	32	50						
1-2	15.364	19.835	5352.19	16	135	15.405	19.257	5338.9	28	101	15.005	18.710	5336.62	31	60						
1-3	15.030	19.039	5348.75	25	104	15.079	18.573	5285	34	45	14.690	18.169	5279.4	34	66						

Yogyakarta,  
 Kepala Bagian Lab. BKT. FT. UI

- A : Volume total silinder beton non-pasir, cm<sup>3</sup>
- B : Berat ember berisi air, kg
- C : Berat ember berisi air & silinder b-n-p (tergantung & terbenam dlm. air), kg
- Vr : Persentase volume rongga, %
- P : Beban maksimum, kN

$Vr = \frac{A - (C - B)}{A} \times 100\%$



Hasil Kuat Desak Silinder Beton Non-Pasir.

Ukuran butir maksimum = 20 mm

U. B t n	Kode Silinder	Kerikil alami						Kricak						Split					
		d (cm)	t (cm)	Berat (kg)	Berat Jenis (kg/cm <sup>3</sup> )	Beban maks. (kg)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	d (cm)	t (cm)	Berat (kg)	Berat Jenis (kg/cm <sup>3</sup> )	Beban maks. (kg)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	d (cm)	t (cm)	Berat (kg)	Berat Jenis (kg/cm <sup>3</sup> )	Beban maks. (kg)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )
7	1-1	14.750	30.260	9.395	1.82	4891.2	28.61	15.030	29.920	8.485	1.60	4381.7	24.69	14.990	30.515	9.793	1.82	9171.0	51.95
	1-2	15.050	30.155	9.210	1.72	4993.1	28.06	15.100	30.295	9.051	1.67	5910.2	32.99	14.935	30.950	9.556	1.76	8152.0	46.51
	1-3	14.815	30.060	9.340	1.80	6929.2	40.18	15.000	30.400	8.631	1.61	3362.7	19.02	14.950	30.900	9.404	1.73	7642.5	43.52
14	1-1	14.878	30.125	9.438	1.80	7438.7	42.77	14.950	30.346	8.431	1.58	4076.0	23.21	14.965	30.045	9.492	1.80	10190.0	57.91
	1-2	14.855	30.205	10.096	1.93	16100.2	92.86	14.810	30.190	8.537	1.64	4381.7	25.43	14.915	30.110	9.486	1.80	8661.5	49.42
	1-3	14.945	30.010	9.316	1.77	6317.8	36.00	14.835	30.246	8.770	1.68	6623.5	38.30	14.935	30.430	9.574	1.84	9171.0	52.47
28	1-1	14.940	30.135	9.575	1.81	8152.0	46.48	14.995	30.400	8.703	1.62	4891.2	27.69	14.915	30.236	9.719	1.84	8763.4	50.24
	1-2	14.975	30.220	9.354	1.76	5808.3	32.96	15.000	30.195	8.500	1.59	5502.6	31.13	14.900	30.185	9.412	1.79	8763.4	50.24
	1-3	14.945	30.270	9.727	1.83	8152.0	46.45	15.150	30.160	8.789	1.62	6012.1	33.34	14.979	30.167	9.384	1.76	7133.0	40.46

Kode Silinder	Kerikil alami						Kricak						Split					
	B	C	A	Vr	P	B	C	A	Vr	P	B	C	A	Vr	P			
																B	C	A
1-1	16.338	20.250	5172.7	24	48	15.367	18.981	5310.61	32	43	14.902	19.050	5387.43	23	90			
1-2	16.205	20.040	5366.57	29	49	15.224	19.148	5427.37	28	58	14.576	18.540	5424.2	27	80			
1-3	16.044	19.935	5183.9	25	68	15.061	18.725	5374.29	32	33	14.425	18.325	5426.32	28	75			
1-1	16.748	20.690	5239.39	25	73	15.941	19.584	5329	32	40	16.069	20.078	5286.77	24	100			
1-2	16.614	20.989	5237.08	16	158	15.777	19.430	5202.81	30	43	15.921	19.875	5263	25	100			
1-3	16.489	20.393	5266.5	26	62	15.442	19.205	5230.07	28	65	15.775	19.761	5333.07	25	85			
1-1	15.920	19.880	5285	25	80	15.632	19.345	5370.7	31	48	15.973	19.680	5284.88	30	90			
1-2	15.713	19.600	5324.67	27	57	15.486	19.092	5338	32	54	15.757	19.533	5265.36	28	86			
1-3	15.475	19.570	5312.13	23	80	15.335	19.071	5439	31	59	15.549	19.412	5318.17	27	70			

Yogyakarta, Kepala Bagian Lab. BKT. FT. UII

*[Handwritten Signature]*

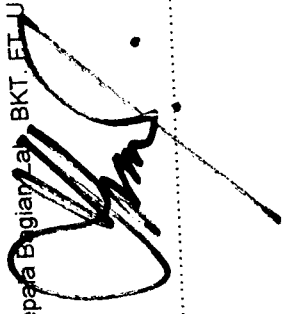
- A : Volume total silinder beton non-pasir, cm<sup>3</sup>
- B : Berat ember berisi air, kg
- C : Berat ember berisi air & silinder b-n-p (tergantung & terbenam dlm. air), kg
- Vr : Persentase volume rongga, %
- P : Beban maksimum, kN

$$Vr = \frac{A - (C - B)}{A} \times 100\%$$

Hasil Kuat Desak Silinder Beton Non-Pasir.  
Ukuran butir maksimum = 30 mm

U. B t n	Kode Silinder	Kerikil alami						Kricak						Split																	
		d (cm)		t (cm)		Berat (kg)		Berat Jenis (kg/cm <sup>3</sup> )		Beban maks. (kg)		Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )		d (cm)		t (cm)		Berat (kg)		Berat Jenis (kg/cm <sup>3</sup> )		Beban maks. (kg)		Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )							
7	1-1	14.960	30.290	9.602	1.80	7540.6	42.88	15.075	30.180	8.678	1.61	3057.0	17.12	15.075	30.180	8.678	1.61	3057.0	17.12												
	1-2	14.985	30.220	9.757	1.83	6725.4	38.12	15.035	30.075	8.680	1.62	3872.2	21.80	15.035	30.075	8.680	1.62	3872.2	21.80												
	1-3	14.950	30.100	9.226	1.75	4585.5	26.11	15.055	30.070	8.861	1.65	2853.2	16.02	15.055	30.070	8.861	1.65	2853.2	16.02												
14	1-1	15.025	30.065	9.546	1.79	8152.0	45.96	14.915	30.000	9.154	1.75	6419.7	36.73	14.915	30.000	9.154	1.75	6419.7	36.73												
	1-2	15.055	30.135	9.625	1.79	8152.0	45.78	14.979	30.149	8.664	1.63	3974.1	22.54	14.979	30.149	8.664	1.63	3974.1	22.54												
	1-3	14.885	30.200	9.475	1.80	5298.8	30.44	15.034	30.167	8.926	1.67	5095.0	28.69	15.034	30.167	8.926	1.67	5095.0	28.69												
28	1-1	15.075	30.700	9.590	1.75	5604.5	31.39	14.951	30.052	9.081	1.72	8559.6	48.74	14.951	30.052	9.081	1.72	8559.6	48.74												
	1-2	14.975	30.215	10.103	1.90	11209.0	63.62	14.915	30.052	8.644	1.65	4177.9	23.90	14.915	30.052	8.644	1.65	4177.9	23.90												
	1-3	14.960	30.210	9.425	1.77	7133.0	40.56	14.951	30.237	8.418	1.59	4076.0	23.21	14.951	30.237	8.418	1.59	4076.0	23.21												
		Kerikil alami						Kricak						Split																	
		B		C		A		Vr		P		B		C		A		Vr		P		B		C		A		Vr		P	
		15.000	19.100	5326.32	23	74	16.139	19.904	5388.88	30	30	16.139	19.904	5388.88	30	30	16.139	19.904	5388.88	30	30	16.139	19.904	5388.88	30	30	16.139	19.904	5388.88	30	30
		14.920	19.025	5331.78	23	66	16.030	19.800	5341.67	29	38	16.030	19.800	5341.67	29	38	16.030	19.800	5341.67	29	38	16.030	19.800	5341.67	29	38	16.030	19.800	5341.67	29	38
		14.830	18.694	5285.83	27	45	15.924	19.785	5355	28	28	15.924	19.785	5355	28	28	15.924	19.785	5355	28	28	15.924	19.785	5355	28	28	15.924	19.785	5355	28	28
		16.012	20.025	5332.79	25	80	16.175	20.107	5243.63	25	63	16.175	20.107	5243.63	25	63	16.175	20.107	5243.63	25	63	16.175	20.107	5243.63	25	63	16.175	20.107	5243.63	25	63
		15.845	19.916	5366.58	24	80	16.000	19.714	5315	30	39	16.000	19.714	5315	30	39	16.000	19.714	5315	30	39	16.000	19.714	5315	30	39	16.000	19.714	5315	30	39
		15.695	19.651	5257.38	25	52	15.774	19.609	5357.3	28	50	15.774	19.609	5357.3	28	50	15.774	19.609	5357.3	28	50	15.774	19.609	5357.3	28	50	15.774	19.609	5357.3	28	50
		16.269	20.285	5482	27	55	15.773	19.740	5278.11	25	84	15.773	19.740	5278.11	25	84	15.773	19.740	5278.11	25	84	15.773	19.740	5278.11	25	84	15.773	19.740	5278.11	25	84
		16.160	20.436	5323.79	20	110	15.647	19.423	5252.72	28	41	15.647	19.423	5252.72	28	41	15.647	19.423	5252.72	28	41	15.647	19.423	5252.72	28	41	15.647	19.423	5252.72	28	41
		15.977	19.938	5312.25	25	70	15.548	19.210	5311	31	40	15.548	19.210	5311	31	40	15.548	19.210	5311	31	40	15.548	19.210	5311	31	40	15.548	19.210	5311	31	40

Yogyakarta,  
Kepala Bagian Laboratorium  
BKT. FT. UJI



(.....)

- A : Volume total silinder beton non-pasir, cm<sup>3</sup>
- B : Berat ember berisi air, kg
- C : Berat ember berisi air & silinder b-n-p (tergantung & terbenam dlm. air), kg
- Vr : Persentase volume rongga, %
- P : Beban maksimum, kN

$$Vr = \frac{A - (C - B)}{A} \times 100\%$$

**Hasil Kuat Desak Silinder Beton Non-Pasir.**

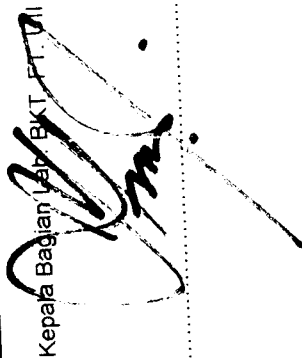
Ukuran butir maksimum = 40 mm

U. B t n	Kode Silinder	Kerikil alami				Kericak				Split				Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )						
		d (cm)	t (cm)	Berat (kg)	Berat Jenis (kg/cm <sup>3</sup> )	Beban maks. (kg)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	d (cm)	t (cm)	Berat (kg)	Berat Jenis (kg/cm <sup>3</sup> )	Beban maks. (kg)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )		d (cm)	t (cm)	Berat (kg)	Berat Jenis (kg/cm <sup>3</sup> )	Beban maks. (kg)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )
7	1-1	14.935	30.245	9.379	1.77	4076.0	23.26	14.975	30.415	8.690	1.62	4585.5	26.02							
	1-2	15.070	30.050	9.403	1.75	5095.0	28.55	14.990	30.210	9.165	1.72	6419.7	36.36							
	1-3	15.040	30.125	9.517	1.78	6929.2	38.99	14.930	30.365	8.712	1.64	3872.2	22.11							
14	1-1	15.285	29.785	8.986	1.64	5910.2	32.20	15.016	30.346	9.000	1.67	6623.5	37.39							
	1-2	14.915	30.200	9.556	1.81	4891.2	27.98	14.947	30.167	9.073	1.71	6521.6	37.15							
	1-3	15.025	30.085	10.306	1.93	13430.8	75.83	15.000	30.097	8.518	1.60	5095.0	28.82							
28	1-1	15.025	30.210	9.313	1.74	4483.6	25.28	14.985	30.205	9.170	1.72	7336.8	41.58							
	1-2	14.990	30.680	9.333	1.73	5604.5	31.74	14.990	30.085	9.143	1.72	6012.1	34.05							
	1-3	15.145	30.295	9.779	1.79	8559.6	47.50	15.020	30.185	9.263	1.73	6114.0	34.49							

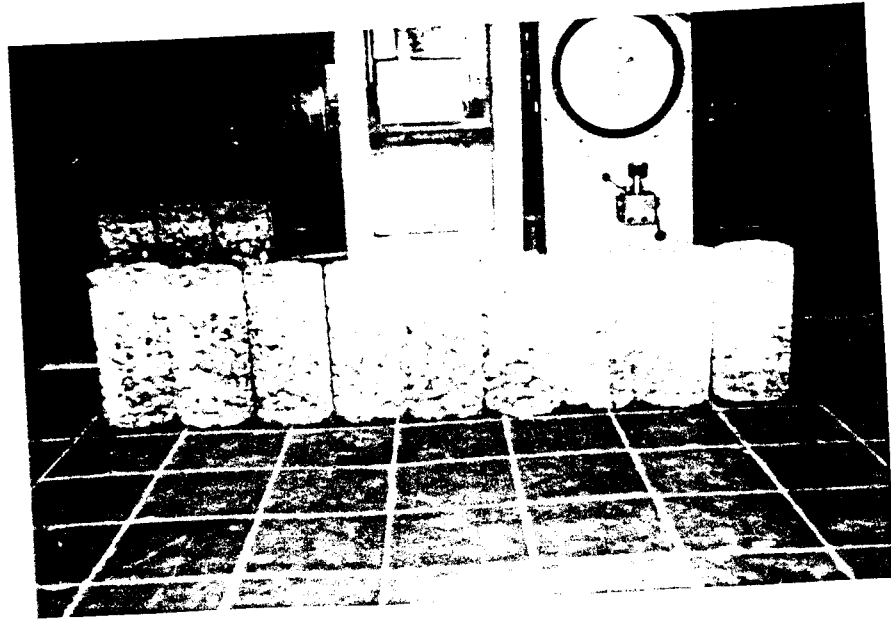
Kode Silinder	Kerikil alami				Kericak				Split				
	B	C	A	Vr	B	C	A	Vr	B	C	A	Vr	P
1-1	14.733	18.638	5300.64	26	14.924	18.637	5359	31	45				
1-2	14.634	18.599	5362.11	26	14.837	18.820	5333.58	25	63				
1-3	14.553	18.577	5354.11	25	14.741	18.441	5318.11	30	38				
1-1	15.448	19.235	5467.55	31	15.270	19.188	5376.19	27	65				
1-2	16.154	20.246	5278.59	22	15.143	19.058	5295.47	26	64				
1-3	15.937	20.367	5336.34	17	15.000	18.640	5320.72	32	50				
1-1	15.288	19.188	5359	27	15.183	19.103	5329.14	26	72				
1-2	15.162	19.030	5416.56	29	15.075	18.992	5311.51	26	59				
1-3	15.032	19.122	5459.77	25	14.975	18.960	5351	26	60				

Yogyakarta, 199

Kepala Bagian Lab. BKT FT. UI  


A : Volume total silinder beton non-pasir, cm<sup>3</sup>  
 B : Berat ember berisi air, kg  
 C : Berat ember berisi air & silinder b-n-p (tergantung & terbenam dim. air), kg  
 Vr : Persentase volume rongga, %  
 P : Beban maksimum, kN

$$Vr = \frac{A - (C - B)}{A} \times 100\%$$



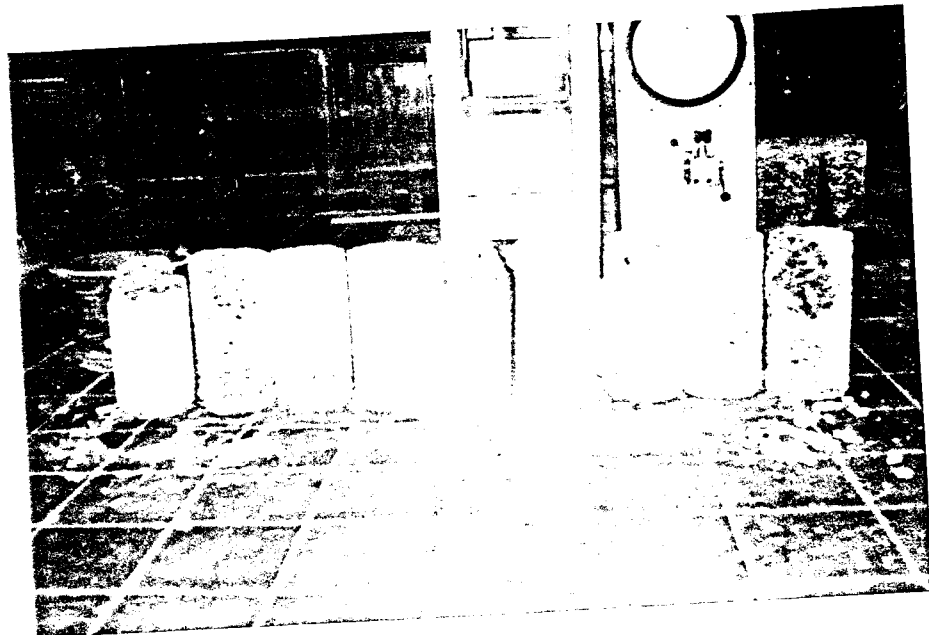
Gb.1 Contoh benda uji sebelum uji kuat desak dengan menggunakan agregat kasar kerikil ukuran butir maksimum 30 mm, kerikil ukuran butir maksimum 40 mm dan kricak ukuran butir maksimum 10 mm



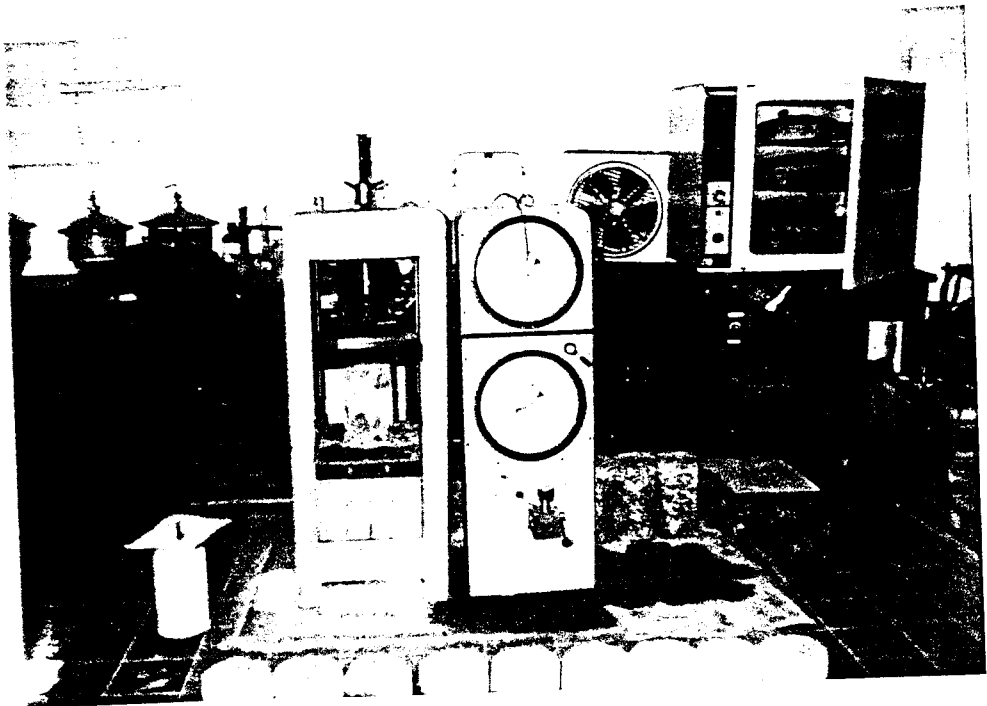
Gb.2 Contoh benda uji setelah uji kuat desak dengan menggunakan agregat kasar kerikil ukuran butir maksimum 30 mm, kerikil ukuran butir maksimum 40 mm dan kricak ukuran butir maksimum 10 mm



Gb.3 Contoh benda uji sebelum uji kuat desak dengan menggunakan agregat kasar kricak ukuran butir maksimum 20 mm dan 40 mm



Gb.4 Contoh benda uji setelah uji kuat desak dengan menggunakan agregat kasar kricak ukuran butir maksimum 20 mm dan 40 mm



Gb.5 Alat uji kuat desak