

# **BAB III**

## BAB II

### DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Sungai Opak

Sungai Opak atau kali opak adalah nama sungai yang mengalir di Daerah Istimewa Yogyakarta. Alirannya melintasi Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul. Hulu sungai ini berada di Gunung Merapi, lalu mengalir sepanjang 19 kilometer dengan muara menghadap ke samudra hindia di pantai samas. Sungai ini melintas sisi barat taman wisata Candi Prambanan dan pernah menjadi batas alami wilayah kesultanan yogyakarta dengan kasunanan Surakarta. Beberapa anak sungainya antara lain sungai code, kali gajahwong, dan kali oyo.

Pengambilan material-material yang berupa agregat kasar dan agregat halus di ambil langsung dari sungai opak. Agregat halus diambil langsung dari sungai opak, sedangkan agregat kasar diambil dari sungai yang berupa batu-batuan bulat besar yang kemudian di pecah secara manual menggunakan martil atau palu menjadi batu pecah atau biasanya disebut dengan kricak.



**Gambar 1.** Sungai Opak Di Desa Kreet Bimomartani, Kec. Ngemplak.

## B. Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar dan beton. Kandungan agregat dalam campuran beton sangat tinggi, yaitu berkisar 60% - 70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar agregat ini menjadi sangat penting. Selain itu karena banyaknya komposisi agregat menyebabkan sifat-sifat beton yang dihasilkan dipengaruhi oleh karakteristik agregat penyusunnya (Tri Mulyono,2004).

Berdasarkan besar kecilnya, agregat dibedakan menjadi 2 yaitu agregat halus dan agregat kasar.

### 1. Agregat halus

Agregat halus adalah pasir yang didapat dari pelapukan batuan secara alami atau pasir yang dihasilkan dari pemecahan batu yang semua butirannya menembus ayakan dengan lubang 4,8 mm. Agregat halus dalam beton berfungsi sebagai pengisi rongga-rongga antara agregat kasar.

Agregat halus yang digunakan untuk campuran pembuatan beton memiliki syarat-syarat yang harus dipenuhi. Menurut SK SNI S-04-1989-F syarat-syarat tersebut adalah :

a. Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.

- b. Butir agregat halus harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.
- c. Agregat halus tidak mengandung lumpur lebih dari 5%, apabila melebihi agregat halus harus dicuci.
- d. Agregat halus tidak banyak mengandung zat organik
- e. Modulus halus butir antara 1,5 – 3,8 dengan variasi butir sesuai standar gradasi.

Tabel 1. Batas gradasi butiran pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen butir yang lewat ayakan			
	Zone 1 (Pasir kasar)	Zone 2 (Pasir agak kasar)	Zone 3 (Pasir agak halus)	Zone 4 (Pasir halus)
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	1-15

**Gambar 2.** Agregat halus dari Sungai Opak.

## 2. Agregat kasar

Agregat kasar adalah batuan yang mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm. Menurut asalnya agregat kasar dibedakan atas 2 macam, yaitu kerikil (dari batuan alam) dan kricak (dari batuan alam yang dipecah). Menurut asalnya kerikil dibedakan atas kerikil galian, kerikil sungai, dan kerikil pantai. Kerikil galian biasanya mengandung zat-zat seperti tanah liat, debu, pasir dan zat-zat organik. Sedangkan kerikil sungai dan kerikil pantai biasanya bebas dari zat-zat tersebut, permukaannya licin dan bentuknya lebih bulat. Hal ini disebabkan karena pengaruh air.

Kricak atau batu pecah adalah agregat kasar yang diperoleh dari batu alam yang dipecah baik menggunakan mesin pemecah batu (*crusher*) ataupun dipecah secara alami menggunakan palu (*hammer*) yang mempunyai ukuran 5 mm – 70 mm. Menurut ukurannya, kricak dapat dibedakan atas :

- a. Ukuran butir : 5 – 10 mm disebut kricak halus
- b. Ukuran butir : 10 – 20 mm disebut kricak sedang
- c. Ukuran butir : 20 – 40 mm disebut kricak kasar
- d. Ukuran butir : 40 – 70 mm disebut kricak kasar sekali
- e. Ukuran butir : > 70 mm digunakan untuk konstruksi beton siklop.

Agregat kasar memiliki macam-macam bentuk butiran. Berdasarkan bentuknya agregat dibedakan atas agregat yang berbentuk bulat,

bersudut, pipih, dan memanjang. Agregat kasar yang berbentuk bulat sangat baik untuk memperoleh kelacakan, tetapi tidak memiliki kekuatan yang cukup tinggi. Untuk memperoleh kekuatan yang tinggi lebih baik menggunakan agregat kasar bersudut. Agregat kasar yang berbentuk pipih ialah agregat yang mempunyai ukuran tebal  $\frac{1}{3}$  dari ukuran lebarnya. Agregat kasar yang berbentuk memanjang adalah agregat kasar dengan ukuran lebar  $\frac{1}{3}$  ukuran panjangnya. Agregat kasar yang berbentuk pipih dan memanjang tidak boleh melebihi 15% dari jumlah agregat kasar dalam beton (Wuryati Samekto, 2001).

Agregat kasar yang digunakan untuk campuran beton memiliki syarat-syarat yang harus dipenuhi. Menurut SK SNI S-04-1989-F syarat-syarat tersebut adalah :

- a. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori.
- b. Bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca.
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%, apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
- d. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
- e. Modulus halus butir antara 6 – 7,1 dengan variasi butir sesuai standar gradasi.



**Gambar 3.** Agregat kasar dari Sungai Opak.

### **C. Semen Portland**

Semen portland adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk-bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis, dengan batu gips sebagai bahan tambahan.

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat yang akan mengisi rongga-rongga diantara butir-butir agregat. Persentase kandungan semen dalam beton yaitu 10% dari berat campuran beton, walaupun hanya 10 % tapi semen sangat penting karena semen berfungsi untuk mengikat agregat halus dan agregat kasar pada beton.

Secara umum semen memiliki 4 unsur utama dalam senyawa penyusunnya, unsur-unsur tersebut adalah :

- a. Trikalsium silikat ( $C_3S$ ) atau  $3CaO.SiO_2$  senyawa ini bila terkena air akan langsung terhidrasi (proses reaksi semen dengan air), dan

menghasilkan panas. Panas akan berpengaruh pada kecepatan pengerasan semen sebelum hari ke-14.

- b. Dikalsium silikat ( $C_2S$ ) atau  $2CaO.SiO_2$  senyawa ini bila bereaksi dengan air lebih lambat sehingga hanya berpengaruh terhadap pengerasan semen setelah berumur lebih dari 7 hari dan memberikan kekuatan akhir.  $C_2S$  juga membuat semen tahan terhadap serangan kimia (chemiclattack) dan juga mengurangi besar susutan pengeringan.
- c. Trikalsium aluminat ( $C_3A$ ) atau  $3CaO.Al_2O_3$  senyawa ini memberikan kekuatan awal yang sangat cepat pada 24 jam pertama. Dalam semen kandungan senyawa ini tidak boleh lebih dari 10% karena dapat menyebabkan semen lemah terhadap serangan sulfat.
- d. Tetrakalsium aluminofert ( $C_4AF$ ) atau  $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$  senyawa ini kurang begitu besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen. Kandungan besi yang sedikit dalam semen putih akan memberikan kandungan  $C_4AF$  yang sedikit dalam semen, sehingga kualitas semen akan bertambah dari segi kekuatannya.

Berdasarkan tipenya semen terbagi atas beberapa tipe, yaitu:

- a. Semen tipe 1 adalah semen portland yang penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis semen lainnya.
- b. Semen tipe 2 adalah semen portlan yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang, semen ini digunakan untuk struktur besar.



- c. Semen tipe 3 adalah semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi pada fase permulaan setelah terjadi pengikatan, semen ini akan mencapai kekuatan awal yang cukup tinggi pada umur 3 hari.
- d. Semen tipe 4 adalah semen yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidraasi rendah, semen ini biasa dipakai untuk bangunan dalam air.
- e. Semen tipe 5 adalah semen yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap serangan sulfat.

#### **D. AIR**

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang diperlukan untuk bereaksi kimia dengan semen yang memungkinkan untuk terjadinya pengikatan dan pengerasan dan menjadi pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan (Kardiyono, 1996). Reaksi air dan semen akan menghasilkan pasta semen yang berfungsi sebagai pengikat antar agregat.

Perbandingan air dan semen dalam pembuatan beton sangat penting, karena akan berpengaruh pada kekuatan beton yang dihasilkan dan kemudahan dalam pengerjaannya. Bila beton terlalu banyak mengandung air akan menyebabkan timbulnya gelembung setelah proses hidrasi selesai, bila beton kekurangan air akan menyebabkan proses pengerjaan beton sulit dan beton akan menjadi porous setelah mengeras sehingga kekuatannya akan turun.

Air yang digunakan dalam pembuatan beton harus memenuhi syarat-syarat standar yang telah ditentukan. Menurut SK SNI S-04-1989-F syarat-syaratnya adalah :

- a. Air harus bersih, tidak berwarna dan tidak berbau.
- b. Kandungan garam dan zat organik dalam air tidak lebih dari 15 gram/liter, karena dapat merusak beton.
- c. Kadar lumpur atau zat-zat lain yang terkandung dalam air tidak boleh lebih dari 2 gram/liter.
- d. Tidak mengandung klorida lebih dari 0.5 gram/liter.
- e. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

#### **E. Beton**

Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan dan lain-lain. Beton merupakan satu kesatuan yang homogen. Beton ini didapatkan dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air, dengan semen, dan atau tanpa bahan tambah. Campuran tersebut kemudian akan mengeras seperti batuan karena reaksi kimia antara semen dengan air.

Beton dalam keadaan segar dapat dibuat berbagai macam bentuk sesuai cetakannya karena masih lunak. Akan tetapi setelah mengeras akan menjadi seperti batu dengan kekuatan yang tinggi. Beton keras yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama, kedap air, tahan aus, kembang susutnya kecil.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan beton, antara lain :

a. Faktor air semen

Hubungan faktor air semen dengan kuat desak beton yaitu semakin rendah faktor air semen akan semakin tinggi kuat desak beton, dan sebaliknya.

b. Umur beton

Kuat desak beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton.

Tabel 2. Perbandingan kekuatan beton pada berbagai umur (Wuryati Samekto, 2001)

Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland Biasa (PPC)	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35

c. Jenis semen

d. Jumlah semen

Banyaknya kandungan semen dalam adukan beton berpengaruh terhadap kuat desak beton, beton dengan banyak kandungan semen tertentu mempunyai kuat desak tertinggi, pada jumlah semen yang terlalu sedikit kuat desak beton menjadi rendah.

e. Sifat agregat

Semakin kasar permukaan agregat akan semakin besar kuat desak beton, karena agregat dengan permukaan yang kasar akan berpengaruh pada lekatan dan besarnya tegangan saat retak-retak beton mulai terbentuk.

Beton yang keras dan berkekuatan tinggi juga memiliki kelebihan dan kekurangan.

1. Kelebihan beton

- a. Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan.
- b. Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan. Cetakannya dapat dipakai secara berulang-ulang sehingga lebih ekonomis.
- c. Beton tahan aus dan tahan panas, sehingga perawatannya lebih mudah.

2. Kekurangan beton

- a. Memiliki kekuatan tarik yang rendah.
- b. Dalam pengerjaannya membutuhkan ketelitian.
- c. Berat sendiri beton sangat berat.
- d. Bersifat getas.

## F. Beton daur ulang

Beton daur ulang adalah beton yang dibuat dengan memanfaatkan limbah beton yang dijadikan agregat kasar dalam pembuatannya. Agregat kasar ini diperoleh dengan cara mengolah material batuan yang telah digunakan sebagai agregat kasar pada beton untuk digunakan kembali. Pada penelitian yang sudah dilakukan tentang beton daur ulang dengan menggunakan agregat dari sungai Krasak dihasilkan kuat tekan beton daur ulang yang masih memiliki kuat tekan yang baik sampai tiga kali pengulangan (A. Rosyadi, 2011).

Tabel 3. Kuat tekan beton daur ulang umur 28 hari dengan menggunakan agregat kasar dari sungai Krasak (Ahmad Rosyadi, 2011)

No	Jenis Agregat Kasar	Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari (MPa)
1.	Asli	19.37
2.	Daur Ulang 1	18.99
3.	Daur Ulang 2	15.42
4.	Daur Ulang 3	10.61

Agregat kasar yang diperoleh dari limbah beton memiliki kadar semen 25% - 45%. Karena agregat yang memiliki kandungan semen tersebut menyebabkan beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis lebih kecil, lebih poros, dan kekerasannya juga berkurang. Perbedaan fisik dan kimia pada agregat daur ulang mengakibatkan kualitas beton yang dihasilkan akan menurun seperti kuat tekan, kuat tarik, dan modulus elastisnya (Suharwanto,2005).

### G. Porositas Agregat Kasar

Porositas agregat kasar adalah tingkat derajat kerapatan agregat kasar untuk dapat di tembus oleh zat cair. Nilai porositas beton dipengaruhi oleh bentuk dari agregat kasar penyusunnya. Agregat kasar yang berongga atau banyak memiliki pori akan mengakibatkan nilai porositas beton menjadi besar, karena rongga atau pori dari agregat kasar tersebut akan menyerap air yang berada disekelilingnya.

Pada penelitian yang telah dilakukan tentang porositas agregat kasar beton daur ulang dari Sungai Krasak didapatkan bahwa nilai porositas agregat kasar daur ulang semakin bertambah dalam setiap pengulangannya (Agus Triyono, 2011).

Tabel 4. Porositas Agregat kasar daur ulang dari Sungai Krasak (Agus Triyono, 2011)

No	Jenis Agregat Kasar	Nilai Porositas Agregat Kasar Dari Sungai Krasak (%)
1.	Asli	2.442
2.	Daur Ulang 1	7.591
3.	Daur Ulang 2	8.467
4.	Daur Ulang 3	10.64

### H. Keausan Agregat

Keausan agregat adalah tingkat keausan agregat yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus terhadap berat semula menggunakan mesin Los Angeles atau menggunakan Bejana Rudelloff .

Mesin Los Angeles adalah mesin yang berupa silinder baja tertutup yang memiliki ukuran diameter 71 cm dan panjang 50 cm. Silinder bertumpu pada

sumbu horisontal tempat berputar. Pada sisi silinder terdapat lubang untuk memasukan agregat kedalamnya. Bagian dalam silinder terdapat blade baja melintang setinggi 8.9 cm dan bola-bola baja dengan diameter 4.68 cm yang memiliki berat antara 390-445 gram.

Bejana Rudeloff adalah bejana yang berbentuk silinder dengan diameter 11.8 cm dan memiliki tinggi 40 cm yang dilengkapi stempel didasarnya. Bejana ini banyak digunakan di Inggris.

Tabel 5. Keausan Agregat Kasar Daur Ulang Dari Sungai Krasak (Ahmad Rosyadi, 2011)

No.	Jenis Agregat Kasar	Keausan Agregat Kasar (%)
1.	Asli	29.96
2.	Daur Ulang 1	26.5
3.	Daur Ulang 2	30.68
4.	Daur Ulang 3	33.68

Tingkat keausan agregat ini sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton yang akan dihasilkannya. Semakin rendah nilai keausan agregat maka akan menghasilkan beton yang memiliki kuat tekan tinggi. Semakin tinggi nilai keausan beton maka akan menghasilkan beton dengan kuat tekan yang rendah.

Dalam suatu penelitian tentang hubungan keausan dengan kuat tekan beton daur ulang dihasilkan bahwa terjadi penurunan dan kenaikan kuat tekan beton pada saat nilai keausan agregat semakin tinggi (A. Rosyadi, 2011). Untuk hubungan keausan terhadap porositas didapatkan bahwa semakin tinggi nilai keausan agregat semakin besar nilai porositasnya (Agus Triyono, 2011).