

STUDI PERBANDINGAN BESARAN MEKANIK BETON MENGUNAKAN PASIR CEPU DENGAN PASIR MUNTILAN

Hariyanto, Taufik

Jurusan Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu,
email: antokengineer@gmail.com

Abstract : Concrete is kind of material which have effectiveness to do something, used simple building construction or complex building construction. Concrete material is consist of cement as a glue, agregat of soft sand, rough sand (gravel) and water. Agregat takes 70 – 75 % of concrete volume total. So the quality of agregat will strong influence to concrete quality. By a good agregat, concrete can be easy done (workable), strong, durable and economical. Soft agregat (sond) generally 25 - 65 % agregat total volume. We must be careful to choose sand prosentage to agregat total. Too small sand can produce segrega tie concrete, because of more rough agregat. Too much sand which is used can produce low solid. Commonly the sand which is used for mixed for concrete is Muntilan sand, but there is some one who use Cepu sand. From the both of the sand after had been tasted produced date of volume mechanic difference (strong pressure, strong pulling, strong curve) concrete which is used Muntilan sand is higher quality than Cepu sand, but mud prosentage Muntilan sand is higher than mud Cepu sand. It is possibility Muntilan sand rougher than Cepu sand or surface of Cepu sand is less sharp. So must do experiment at next time.

Keywords : Muntilan sand and Cepu sand, concrete mechanic volume

PENDAHULUAN

Dari semua jenis struktur baik berupa struktur gedung atau infra struktur kesemuanya tidak terlepas dari konstruksi beton. Oleh karenanya mutu beton yang bagus serta ekonomis menjadi suatu keniscayaan untuk dipenuhi. Campuran beton pada umumnya terdiri dari : semen, pasir dan kricak yang diaduk dengan fasilitator air. Adapun kebanyakan jenis pasir yang digunakan di daerah Jawa Tengah adalah *pasir Muntilan* (daerah Kudus ke arah selatan), dan juga *pasir Cepu* (untuk daerah Kudus ke arah timur) antara lain Pati, Rembang dan Blora.

Perbandingan kedua pasir ini sangat penting dilakukan mengingat dalam perencanaan beton selain direncanakan mutu beton yang baik, juga

harus didapatkan nilai ekonomis dari beton itu sendiri. Karena harga beton akan besar pengaruhnya terhadap harga total sebuah proyek baik proyek gedung maupun proyek infra struktur. Harga pasir di beberapa toko bahan bangunan, harga pasir Muntilan relatif lebih mahal dari pada pasir Cepu. Sehingga diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam merencanakan pembuatan campuran beton di Kudus dan sekitarnya.

Penggunaan pasir Cepu untuk pembuatan beton di daerah Kudus ke timur jarang diadakan pengujian, biasanya mereka memakai perbandingan campuran 1 : 1 1/2 : 2 1/2, dengan asumsi campuran tersebut dapat menghasilkan mutu beton K225.

Studi eksperimen ini dimaksudkan untuk mengetahui perbandingan besaran mekanik beton dengan menggunakan kedua jenis pasir muntlan dan cepu meliputi kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur dan kadar lumpur pada kedua material tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Beton

Beton merupakan material yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih. Bahan-bahan pilihan itu adalah ikatan keras yang ditimbulkan oleh reaksi kimia antara semen dan air serta agregat, dalam hal ini semen yang mengeras itu bereaksi dengan baik maupun kurang baik. Agregat boleh berupa kerikil, batu pecah, sisa-sisa bahan mentah tambang, agregat ringan buatan, pasir atau bahan sejenis lainnya. (Nugraha, 2007)

Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun secara umum dibedakan atas semen: bahan pengikat hidrolis, agregat campuran: bahan batuan yang netral (tidak bereaksi) dan merupakan bentuk sebagian besar beton (misalnya: pasir, kerikil, batu-pecah, basalt); air, bahan tambahan (admixtures) bahan kimia tambahan yang ditambahkan ke dalam spesi-beton dan/atau beton untuk

mengubah sifat beton yang dihasilkan adapun macam bahan penyusun beton yaitu:

1) Semen

Semen merupakan bahan pengikat hidrolis pada beton jika dicampur dengan air. Mutu beton sangat dipengaruhi oleh semen. Semakin banyak penggunaan semen biasanya semakin tinggi mutu beton.

Semen harus memenuhi ketentuan-ketentuan dalam standar Nasional Indonesia (SNI) 15-2049-2003, Semen Portland, atau ketentuan-ketentuan lain yang berlaku di Indonesia (*ASTM C 595, ASTM C 845 2003*). Semen terdiri dari dua jenis yaitu semen non hidrolis dan semen hidrolis.

a. Semen non-hidrolis

Semen non-hidrolis tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non-hidrolis adalah kapur. Jenis kapur yang baik adalah kapur putih, yaitu yang mengandung kalsium oksida tinggi ketika masih berbentuk kapur tohor (belum berhubungan dengan air) dan akan mengandung banyak kalsium hidrosida ketika telah berhubungan dengan air.

Jika digunakan sebagai bahan tambahan campuran beton, kapur putih akan menambah kekenyalan dan memperbaiki sifat pengerjaan beton.

Dengan menggunakan campuran 1 : 3, kapur putih dapat memperbaiki permukaan beton yang tidak mengandung pori-pori. Kekuatan kapur sebagai bahan pengikat hanya dapat mencapai sepertiga kekuatan semen Portland.

b. Semen hidrolik

Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik, semen pozollan, semen terak, semen alam, semen Portland, semen Portland-pozollan, semen Portland terak tanur tinggi, semen alumina, dan semen expansif. Contoh lainnya adalah semen Portland putih, semen warna, dan semen-semen untuk keperluan khusus.

Semen Portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut *ASTM-C-150*, 2004a, semen Portland didefinisikan sebagai bahan yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika

ditambah agregat halus, pasta akan menjadi mortar yang jika digabung dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*).

Kekuatan Pasta Semen dan Faktor Air Semen (FAS)

Banyaknya air yang dipakai selama proses hidrasi akan mempengaruhi karakteristik kekuatan beton jadi. Pada dasarnya jumlah air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi tersebut adalah sekitar 25 % dari berat semen. Jika air yang digunakan kurang dari 25 %, maka kelecakan atau kemudahan dalam pengerjaan tidak akan tercapai.

FAS yang rendah menyebabkan air berada diantara bagian-bagian semen sedikit dan jarak antara butiran-butiran semen menjadi pendek. Akibatnya, massa semen lebih menunjukkan keterkaitannya (kekuatan lebih berpengaruh). Batuan semen mencapai kepadatan yang tinggi dan kekuatan tekannya menjadi lebih tinggi (rasio normal sekitar 0.25-0.65).

Semen portland yang digunakan untuk konstruksi sipil harus memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Di Indonesia, syarat mutu yang dipergunakan adalah SII.0013-81, "Mutu dan Cara Uji Semen Portland". Syarat mutu yang ditetapkan oleh SII diadopsi

dari syarat mutu *ASTM C-150*.

2) Agregat

Ketentuan agregat untuk beton diatur antara lain dalam *ASTM C 33* : Spesifikasi Agregat Untuk Beton, SNI 03-2461-2003 : Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Beton Struktur.

Mengingat bahwa agregat menempati 70 - 75% dari total volume beton, maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*) dan ekonomis. Pengaruhnya bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh sifat agregat pada sifat beton

Pengaruh pada	Sifat Agregat	Sifat Beton
Beton cair	Bentuk, tekstur, gradasi	Keleccakan Pengikatan dan pengerasan
Beton keras	Sifat fisik, sifat kimia,mineral	Kekuatan, kekerasan, ketahanan (<i>durability</i>)

Sumber : Nugraha dkk, *Teknologi Beton, Yogyakarta : Andi Offset, 2007*

Gradasi agregat menjadi dua macam, yaitu gradasi agregat halus dan gradasi agregat kasar. Bagian yang lolos dari suatu ayakan tidak boleh lebih dari 45% dari yang tertahan pada ayakan berikutnya. Modulus kehalusan harus antara 2,3 – 3,1. variasi tidak lebih dari 0,2. batasan ini memberikan variasi

gradasi yang cukup lebar

Sebagai contoh, ukuran maksimum 40 mm, berat per unit volume beton = 1610 kg/m³, modulus kahalusan pasir = 2,80. nilai A_f (persentase jumlah agregat dalam beton) = 0,73. jadi agregat kasar = $1610 \times 0,73 = 1175 \text{ kg/m}^3$. variasi 0,2 pada modulus kehalusan akan menghasilkan 1208 atau 1143 kg/m³, yaitu kisaran sekitar 33 kg/m³ yang cukup besar.

Gradasi dan keseragaman agregat halus lebih menentukan keleccakan (*workability*) daripada gradasi dari keseragaman agregat kasar, karena mortar berfungsi sebagai pelumas sedangkan agregat kasar hanya mengisi ruang saja. Jumlah agregat halus yang melewati 2 ayakan terkecil mempengaruhi keleccakan, tekstur permukaan dan pendarahan.

BS lama membagi pasir kedalam 4 zona. Dalam praktik di Indonesia masih banyak digunakan 4 zona, antara lain terjadinya pertautan (*overlap*) pada hamper semua ukuran kecuali ukuran 600 mm. ada persepsi umum yang salah bahwa material dapat diterima selama tetap berada di dalam zona.

Sebaliknya, untuk pengiriman yang sedikit bergeser dari ujung bawah pada ukuran 600 mm keujung atas dari ukuran berikutnya, gradasi ini sering di tolak, padahal kurang beralasan. Modulus kehalusan zona-zona ini juga bertautan. Misalnya, zona 1 memiliki

modulus kehalusan antara 4,00 – 2,71, sedangkan zona 2 antara 3,37 sampai 2,11. jadi peraturan *BS* yang baru bergeser kearah kinerja daripada peraturan preskriptif, yang menghasilkan kemungkinan gradasi yang lebih luas pada *BS* 882:83.

Untuk pemadatan yang baik, volume matriks (udara, air,semen dan agregat halus) sebaiknya adalah sekitar 45 sampai 50% volume, tergantung *angularity* dari agregat kasar. Agregat bulat seperti kerikil memerlukan 45 % sampai 48 % matriks, sementara batu pecah membutuhkan sedikit lebih tinggi 48 % sampai 51 %. Kebanyakan beton yang tergradasi menurun mempunyai persentase matriks 55 % atau lebih.

Jika agregat halus mengandung butir yang sangat halus maka semakin sedikit dibutuhkan untuk membuat campuran *workable*. Namun jika proporsi ini dilebihi, pasta semen harus meliputi lebih banyak total luas permukaan agregat, dan mungkin campuran menjadi tidak *workable*. Dalam kasus demikian *workability* yang dikehendaki kadang-kadang dapat dikembalikan dengan menambahkan air untuk menambah volume pasta. Namun hal itu akan mengakibatkan bertambahnya faktor air-semen. Sebaliknya, agregat halus yang mengandung sedikit partikel lembut dapat memerlukan lebih banyak proporsi agregat halus yang dipakai untuk

memenuhi *workability* dan pemadatan. Sementara prinsip-prinsip ini baik untuk kebanyakan beton, pertimbangan khusus mungkin perlu bila beton harus dipompa atau bila permukaan dekorasi tertentu.

Bila jumlah agregat halus terlalu sedikit maka campuran beton akan disebut *undersanded* . pastinya tidak cukup untuk mengisi ruang-ruang kosong sehingga campuran mudah untuk terpisah (*segregate*) dan sukar untuk dikerjakan. Sebaliknya, bila jumlah agregat halus terlalu banyak maka campuran disebut *oversanded*. Campuran memang kohesif, tetapi mungkin terlalu lecek. Ia membutuhkan air yang lebih banyak sehingga lebih mahal karena membutuhkan semen yang lebih banyak untuk factor air-semen yang sama. Kondisi yang sulit akan kita jumpai bila memakai pasir yang sangat halus (zona 4) dengan kerikil besar (zona 1).

Secara umum dipakai agregat yang ukuran butirannya maksimum ukurannya, karena biasanya yang paling ekonomis (luas permukaan kecil,ruang kosong kecil, pasta semen yang dibutuhkan juga sedikit), juga susut karena pengeringan dapat dikurangi.

Untuk menentukan diameter maksimum yang boleh dipakai ada beberapa faktor, yaitu tebal elemen beton yang bersangkutan (1/5 dari dimensi minimum) jarak tulangan serta alat pengaduk dan alat penuang yang

dipakai. Bendungan besar memperbolehkan batu pecah sebesar 15 cm atau lebih. Banyak fondasi memakai ukuran 4 atau bahkan 8 cm. bangunan yang tidak massif itu harus membatasi ukurannya. Selain itu perlu diperhatikan bahwa untuk diameter > 40 mm akan terjadi pengurangan kekuatan karena terjadi lekatan yang tidak merata akibat pendarahan (*bleeding*).

3) Air

Sesuai dengan ketentuan SNI 03-2847-2003 :

Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak, yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lain yang merugikan terhadap beton dan tulangan.

Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi :

Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.

Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa terkecuali pada

pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan “ metoda uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (menggunakan specimen kubus ukuran sisi 50 mm) “(ASTM C109).

Bila beton akan berhubungan dengan air payau, air laut, air siraman dari sumber-sumber tersebut, maka persyaratan factor air semen dalam table 3.2 dan 3.4 serta tebal selimut beton (lihat pasal 7.7, Pelindung Beton) untuk tulangan dalam Peraturan Beton 1989:37-3, harus dipenuhi. Tebal minimum tersebut rata-rata adalah sekitar 50 mm.

a. Pemilihan Pemakaian Air

Pemilihan air yang digunakan sebagai campuran beton didasarkan pada campuran beton. Air tersebut harus berasal dari sumber yang sama dan terbukti dapat menghasilkan beton yang memenuhi syarat.

Jika air yang ada dari suatu sumber belum terbukti memenuhi syarat, harus dilakukan uji tekan mortar yang dibuat dengan air tersebut, kemudian dibandingkan dengan campuran mortar yang menggunakan air suling. Hasil pengujian (pada usia 7 hari dan 28 hari) kubus adukan yang dibuat dengan campuran yang tidak dapat diminum paling tidak harus mencapai 90% dari kekuatan specimen serupa kecuali penggunaan air pencampurnya. Pembuatan dan pengujian dilakukan

berdasarkan “*Test Methods for Comprehensive strength of Hydraulic Cement Mortars (using 50 mm cube specimens) ASTM C.109.*”

b. Penilaian Waktu Pengikatan (*setting time*) dan Uji Kuat Tekan

Air pengaduk dianggap tidak mempunyai pengaruh berarti terhadap waktu dan pengikatan dan sifat pengerasan beton jika hasil pengujian menunjukkan :

1. Perbedaan waktu pengikatan awal campuran beton yang menggunakan air yang diragukan dibanding dengan campuran beton memakai air suling tidak lebih dari 30 menit.
2. Kuat tekan rata-rata kubus beton yang dibuat dengan air yang diragukan tidak kurang dari 90 % kuat tekan beton yang memakai air suling, melalui sistem pompa, nilai pada tabel dikurangi sampai 10 %.

Pelaksanaan Pekerjaan Beton

Pekerjaan pencampuran material beton terdiri dari : (Lubis, Bachrian, 2007)

a. Penakaran

- 1) Beton yang diharapkan berkekuatan tekan (f_c') lebih besar atau sama dengan 20 MPa, proporsi bahan harus menggunakan tekaran berat.
- 2) Apabila beton direncanakan berkekuatan tekan (f_c') lebih kecil dari 20 MPa, penakaran bahan dapat

diukur dengan takaran volume.

b. Pengadukan

Pengadukan material beton dapat dilakukan dua cara, yaitu cara manual (tangan) dan dengan menggunakan mesin (*mixer*).

- 1) Pengadukan dengan menggunakan cara manual dilaksanakan terlebih dahulu dengan mencampur semen dan pasir dengan perbandingan tertentu. Selanjutnya diaduk dalam keadaan kering hingga mendapatkan warna yang homogen, kemudian ditambahkan kerikil dengan jumlah sesuai perbandingannya, dan diaduk hingga merata. Pada gundukan adukan yang ada, di tengah-tengah diberi lubang, selanjutnya pada lubang tersebut dituang air, dan diaduk secara merata.
- 2) Pengadukan dengan mesin dilakukan dengan cara sebagai berikut : basahi dulu bagian dalam *bucket* dengan air, selanjutnya buang sisa-sisa kotoran dan air dalam *bucket*. Selanjutnya tuang material satu persatu mulai dari pasir atau kerikil, kemudian semen dan air sesuai proporsi yang dikehendaki.

Table 2 Waktu Pengadukan Minimal

KAPASITAS MIXER	WAKTU PENGADUKAN
0,8 – 3,1 m ³	1 menit
3,8 – 4,6 m ³	2 menit
7,6 m ³	3 menit

Sumber : ASCM C94 dan ACI 318

Kerikil yang dituang ke mesin harus dalam keadaan basah, agar tidak mengganggu proporsi air, mengingat proporsi air semen sangat menentukan kualitas beton nantinya. Lamanya waktu pengadukan adalah sesuai dengan table berikut (ketentuan *ASTM C 94 dan ACI 318*) Mesin aduk (*mixer*) tidak boleh diisi melebihi kapasitasnya, agar campuran tidak tumpah pada saat diaduk. Tumpahnya bahan adukan dapat menyebabkan proporsi bahan tidak tepat, karena belum di aduk terlalu merata.

c. Penuangan (Pengecoran)

Prinsip-prinsip penuangan adukan beton ke dalam cetakan antara lain sebagai berikut :

- 1) Adukan beton harus dapat mengisi seluruh ruangan cetakan secara merata.
- 2) Tidak boleh terjadi segregasi, yaitu pemisahan butiran agregat kasar dari adukan, karena akan dapat menyebabkan terjadinya sarang kerikil. Sarang kerikil ini akan memperlemah kekuatan beton.
- 3) Adukan beton yang sudah terlanjur mengeras atau bercampur bahan lain/ kotoran dari luar tidak boleh dituangkan ke dalam cetakan.

d. Pematatan

Pematatan dilakukan agar rongga-rongga adukan yang dituangkan dalam cetakan dapat terisi semua.

Pematatan ini harus dilakukan segera setelah beton dituangkan, sebelum terjadi pengerasan awal (*setting*) pada adukan beton. Kepadatan sangat bergantung kepada : komposisi bahan beton dan cara pematatan di lapangan.

Komposisi yang perlu diperhatikan, antara lain :

1. Kelecekan (*workability*) adukan, yang ditentukan dari hasil pengukuran *slump*.
2. Adukan yang terlalu banyak air akan menyebabkan segregasi, pada saat dilakukan pematatan.
3. Adukan yang banyak semennya akan membuat beton lebih plastis, sehingga adukan lebih kompak / lekat.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

1. Persiapan

Persiapan penelitian dilakukan dengan menyediakan perlatan-peralatan, bahan / material yang akan digunakan untuk penelitian, khususnya untuk pembuatan benda uji beton berupa alat takaran, cetakan, material semen, pasir, dan kricak. Juga perlengkapan untuk pencatatan kejadian-kejadian yang berkaitan dengan penelitian nantinya.

Selain persiapan peralatan, bahan dan kelengkapan lain, pada percobaan ini juga dilakukan penelitian mengenai prosentase kadar lumpur. Pemeriksaan

kadar lumpur ini menggunakan dua metode yaitu metode dicuci dan diendapkan. Apabila kadar lumpur dibawah 5 %, maka pasir tidak usah dicuci terlebih dulu karena telah memenuhi syarat pembuatan beton (PBI, SK-SNI, ASTM).

2. Pembuatan Benda Uji

Pada dasarnya pemilihan benda uji dapat berbentuk kubus, prisma, ataupun silinder. Pembuatan benda uji harus tetap mengacu kepada ketentuan-ketentuan yang ada (PBI, SK-SNI, ASTM). Dalam penelitian ini bentuk benda uji yang dipilih berbentuk silinder dengan ukuran yang proporsional yakni diameter (d) = 110 mm, dan tinggi 2d = 220 mm. pembuatan benda uji dilakukan dengan urutan : *setting* penempatan cetakan, penakaran material, pencampuran/ pengadukan, penuangan, pemadatan, dan pemeliharaan benda uji beton. Jumlah benda uji yang dibuat adalah sebanyak 84 silinder beton dan 6 prisma beton, dengan perincian seperti tabel berikut :

Tabel 3 Pembuatan benda uji bentuk silinder beton

Campuran Jml Benda Uji	1 : 1 ½ : 2 ½	1 : 2 : 3	1 : 2 ½ : 3
	Muntilan	14	14
Cepu	14	14	14

Tabel 4 Pembuatan benda uji bentuk prisma beton

Campuran Jml Benda Uji	1 : 1 ½ : 2 ½	1 : 2 : 3	1 : 2 ½ : 3
	Muntilan	1	1
Cepu	1	1	1

3. Proses Perawatan / Pemeliharaan Benda Uji Beton

Setelah pengecoran dilaksanakan, benda uji beton dirawat dengan cara merendam seluruh permukaan beton dalam bak air dari sumber sumur artesis. Lama perawatan ini disesuaikan dengan lama perawatan yang sudah ditentukan yakni 28 hari

4. Pengujian Besaran Mekanik Beton

Setelah benda uji beton berumur 28 (dua puluh delapan) hari, maka dilakukan uji tekan, tarik dan lentur beton yang dilaksanakan di laboratorium. Dari keseluruhan benda uji beton dilakukan pengamatan yang seksama, atas kejadian-kejadian yang ada pada saat dilakukan pembebanan, dan dicatat secara hati-hati. Selanjutnya data-data yang ada disusun rapi, sebagai bahan analisa nantinya.

Adapun macam pembebanan sebagaimana tujuan percobaan ini dapat dilihat pada tabel 5

Tabel 5 Macam Pengetesan Benda Uji

Pengetesan Jml Benda Uji	Kuat Tekan	Kuat Tarik	Kuat Lentur
Muntilan 1 : 1 ½ : 2 ½	8	6	1
Muntilan 1 : 2 : 3	8	6	1
Muntilan 1 : 2 ½ : 3	8	6	1
Cepu 1 : 1 ½ : 2 ½	8	6	1
Cepu 1 : 2 : 3	8	6	1
Cepu 1 : 2 ½ : 3	8	6	1

5. Pengumpulan Data

Pengolahan data dilakukan terlebih dulu menyusun data-data yang ada secara proporsional (urut, terkelompok) sesuai dengan jenis-jenis benda uji. Ada 18 (delapan belas) kelompok data, masing masing terdiri dari 6 kelompok untuk diuji kuat tekannya dengan masing-masing kelompok terdiri dari 8 silinder beton, lalu 6 kelompok untuk diuji kuat tariknya dengan masing – masing kelompok terdiri 6 silinder beton, serta 6 kelompok untuk diuji kuat lenturnya dengan masing – masing kelompok terdiri dari 1 prisma beton.. Jadi jumlah keseluruhan data pengujian kuat tekan benda uji beton sebanyak 84 silinder beton dan 6 prisma beton.

Maka masing-masing dapat diperbandingkan satu sama lain. Dari hasil perbandingan angka besaran

mekanik benda uji tersebut selanjutnya dapat ditarik beberapa kesimpulan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kadar Lumpur Pasir Cepu dengan Muntilan

Dari hasil kadar Lumpur pada penelitian perbandingan kadar lumpur antara kedua jenis pasir, baik dengan metode dicuci maupun diendapkan adapun hasilnya lihat table 6.

Tabel 6 Perbandingan kadar Lumpur pasir Cepu dengan Muntilan

Jenis Pasir	Kadar Lumpur (%)
Cepu 1 (dicuci)	3,168
Cepu 2 (diendapkan)	2,587
Muntilan 1 (dicuci)	4,976
Muntilan 2 (diendapkan)	4,699

Dari Tabel 6. di atas diketahui bahwa prosentase kandungan Lumpur baik dengan metode dicuci maupun diendapkan, pasir Cepu lebih kecil dibandingkan prosentase kandungan Lumpur pasir muntilan. Dari hasil pengamatan itu pula dapat dilihat bahwa kadar Lumpur kedua jenis pasir ini aman untuk digunakan sebagai campuran beton karena masih di bawah batas 5 %. Oleh karenanya pada percobaan kali ini kedua pasir tersebut dicuci dan diendap terlebih dahulu.

1. Komposisi Material dan Nilai Slump Silinder Beton

Tabel 7. komposisi Material pada campuran silinder beton

Campuran Material	1 : 1 ½ : 2 ½	1 : 2 : 3	1 : 2 ½ : 3
Semen (kg)	14	12	11
Pasir cepu / muntilan (kg)	21	24	27,5
Kricak (kg)	35	36	33
Air (kg)	6,3	6,6	6,6

Tabel 8. Nilai Slump pada campuran silinder beton

CAMPURAN SLUMP (cm)	1 : 1 ½ : 2 ½	1 : 2 : 3	1 : 2 ½ : 3
Pasir Cepu	9,15	9,10	9,00
Pasir Muntilan	9,10	9,00	9,10

Komposisi Material dan Nilai Slump Prisma 15 x 15 x 45 cm

Tabel 9. komposisi Material pada campuran prisma beton

CAMPURAN MATERIAL	1 : 1 ½ : 2 ½	1 : 2 : 3	1 : 2 ½ : 3
Semen (kg)	7	6	5
Pasir cepu / muntilan (kg)	10,5	10	12,5
Kricak (kg)	17,5	18	15
Air (kg)	3,2	3,0	2,4

Tabel 10. Nilai Slump pada campuran prisma beton

CAMPURAN SLUMP (cm)	1 : 1 ½ : 2 ½	1 : 2 : 3	1 : 2 ½ : 3
Pasir Cepu	9,30	9,10	9,20
Pasir Muntilan	9,20	9,00	9,20

Hasil Uji Kuat Tekan Beton Pasir Cepu Umur 28 Hari

- a. Kuat Tekan beton pasir Cepu campuran 1 : 1 ½ : 2 ½

Nilai rata – rata kuat tekan beton pasir cepu dengan kombinasi campuran 1 : 1 ½ : 2 ½ adalah sebesar 264,785 kg/cm². Kuat tekan beton yang dihasilkan dari 8 benda uji tersebut berkisar antara 241,002 – 291,739 kg/cm².

- b. Kuat Tekan beton pasir Cepu campuran 1 : 2 : 3

Dari tabel di atas diketahui bahwa nilai rata – rata kuat tekan beton pasir cepu dengan kombinasi campuran 1 : 2 : 3 adalah sebesar 184,715 kg/cm². Kuat tekan beton yang dihasilkan dari 8 benda uji tersebut berkisar antara 158,554 – 209,291 kg/cm²

- c. Kuat Tekan beton pasir Cepu campuran 1 : 2 ½ : 3

Dari tabel di atas diketahui bahwa

nilai rata – rata kuat tekan beton pasir cepu dengan kombinasi campuran 1 : 2 1/2 : 3 adalah sebesar 198,985 kg/cm². Kuat tekan beton yang dihasilkan dari 8 benda uji tersebut berkisar antara 190,265–215,633 kg/cm².

- d. Kuat Tekan beton pasir Muntilan campuran 1 : 1 1/2 : 2 1/2

Dari tabel di atas diketahui bahwa nilai rata – rata kuat tekan beton pasir Muntilan dengan kombinasi campuran 1 : 1 1/2 : 2 1/2 adalah sebesar 280,604 kg/cm². Kuat tekan beton yang dihasilkan dari 8 benda uji tersebut berskisar antara 247,344– 310,766 kg/cm²

- e. Kuat Tekan beton pasir Muntilan campuran 1 : 2 : 3

Dari tabel di atas diketahui bahwa nilai rata – rata kuat tekan beton pasir Muntilan dengan kombinasi campuran 1 : 2 : 3 adalah sebesar 253,686 kg/cm². Kuat tekan beton yang dihasilkan dari 8 benda uji tersebut berkisar antara 241,002 – 279,055 kg/cm²

- f. Kuat Tekan beton pasir Muntilan campuran 1 : 2 1/2 : 3

Dari tabel di atas diketahui bahwa nilai rata – rata kuat tekan beton pasir Muntilan dengan kombinasi campuran 1 : 2 1/2 : 3 adalah sebesar 206,120 kg/cm². Kuat tekan beton yang dihasilkan dari 8 benda uji

tersebut berkisar antara 196,607 – 221,975 kg/cm².

Perbandingan Kuat Tekan Beton Cepu dengan Muntilan

Dari data hasil percobaan kuat tekan beton masing – masing pasir dengan tiga macam kombinasi campuran dapat dibandingkan kuat tekan beton antara pasir Cepu dengan pasir Muntilan yang dapat dilihat dari table 16 dengan ketentuan sebagai berikut Cepu & Muntilan uji 1 = 1 : 1 1/2 : 2 1/2 ; Cepu & Muntilan uji 2 = 1 : 2 : 3 ; Cepu & Muntilan uji 3 = 1:2 1/2 :3

Perbandingan kuat tekan beton pasir Cepu dengan Muntilan dari tabel di atas dapat diketahui dan ditarik hasil percobaan sebagai berikut :

1. Beton Campuran Pasir Cepu mempunyai kuat tekan paling tinggi pada campuran 1 : 1 1/2 : 2 1/2 yaitu nilai kuat tekan 264,785 kg/cm², selanjutnya campuran 1 : 2 1/2 : sebesar 198,985 kg/cm² dan yang paling rendah nilai kuat tekan betonnya adalah campuran 1 : 2 : 3 sebesar 184,715 kg/cm²
2. Beton Campuran Pasir Muntilan mempunyai kuat tekan paling tinggi pada campuran 1 : 1 1/2 : 2 1/2 dengan nilai kuat tekan 280,64 kg/cm², selanjutnya campuran 1:2:3 sebesar 253,686 kg/cm² dan yang paling rendah nilai kuat tekan betonnya adalah campuran 1 : 2 1/2 :

- 3 sebesar 206,12 kg/cm²
3. Ketiga macam kombinasi campuran, kuat tekan beton pasir Muntilan lebih tinggi dari pada kuat tekan beton pasir Cepu.
- Pada campuran 1 : 1 ½ : 2 ½ , beton pasir Muntilan kuat tekannya 280,64 kg/cm², sedangkan beton pasir Cepu 264,785 kg/cm². Jadi perbedaannya 15,855 kg/cm²
 - Pada campuran 1 : 2 : 3 , beton pasir Muntilan kuat tekannya 253,686 kg/cm², sedangkan beton pasir Cepu 184,715 kg/cm². Jadi perbedaannya 68,971 kg/cm²
- Pada campuran 1 : 2 1/2 : 3 , beton pasir Muntilan kuat tekannya 206,12 kg/cm², sedangkan beton pasir Cepu 198,985 kg/cm². Jadi perbedaannya 7,135 kg/cm².

Perbandingan Kuat Tarik Beton Cepu dengan Muntilan

Dari data hasil percobaan kuat tarik beton masing – masing pasir dengan tiga macam kombinasi campuran dapat dibandingkan kuat tarik beton antara pasir Cepu dengan pasir Muntilan yang dapat dilihat dari grafik , dengan ketentuan sebagai berikut Cepu & Muntilan uji 1 = 1 : 1 ½ : 2 ½ ; Cepu & Muntilan uji 2 = 1 : 2 : 3 ; Cepu & Muntilan uji 3 = 1 : 2 ½ : 3

Dari tabel di atas dapat diketahui dan ditarik hasil percobaan sebagai berikut :

1. Beton Campuran Pasir Cepu mempunyai kuat tarik paling tinggi pada campuran 1 : 1 ½ : 2 ½ yaitu nilai kuat tarik 39,699 kg/cm², selanjutnya campuran 1 : 2 : 3 sebesar 36,629 kg/cm² dan yang paling rendah nilai kuat tarik betonnya adalah campuran 1 : 2 ½ : 3 sebesar 33,119 kg/cm²
 2. Beton Campuran Pasir Muntilan mempunyai kuat tarik paling tinggi pada campuran 1 : 1 ½ : 2 ½ dengan nilai kuat tarik 43,647 kg/cm², selanjutnya campuran 1 : 2 : 3 sebesar 38,822 kg/cm² dan yang paling rendah nilai kuat tarik betonnya adalah campuran 1 : 2 ½ : 3 sebesar 35,751 kg/cm²
 3. Ketiga macam kombinasi campuran, kuat tarik beton pasir Muntilan lebih tinggi dari pada kuat tarik beton pasir Cepu.
 - a. Pada campuran 1 : 1 ½ : 2 ½ , beton pasir Muntilan kuat tariknya 43,647 kg/cm², sedangkan Cepu 39,699 kg/cm². Jadi perbedaannya 3,948 kg/cm²
 - b. Pada campuran 1 : 2 : 3 , beton pasir Muntilan kuat tariknya 38,822 kg/cm², sedangkan Cepu 36,629 kg/cm². Jadi perbedaannya 2,193 kg/cm²
- Pada campuran 1 : 2 1/2 : 3 , beton pasir Muntilan kuat tariknya 35,751 kg/cm², sedangkan Cepu 33,119 kg/cm², perbedaannya 2,632 kg/cm².

Perbandingan Kuat Lentur Beton Cepu dengan Muntilan Umur 28 Hari

Dari data hasil percobaan kuat lentur beton masing – masing pasir dengan tiga macam kombinasi campuran dapat dibandingkan kuat lentur beton antara pasir Cepu dengan pasir Muntilan yang dapat dilihat dari grafik , dengan ketentuan sebagai berikut Cepu & Muntilan uji 1 = 1 : 1 ½ : 2 ½ ; Cepu & Muntilan uji 2 = 1 : 2 : 3 ; Cepu & Muntilan uji 3 = 1 : 2 ½ : 3

Dari tabel di atas dapat diketahui dan ditarik hasil percobaan :

1. Beton Campuran Pasir Cepu mempunyai kuat lentur paling tinggi pada campuran 1 : 1 ½ : 2 ½ (C1) yaitu nilai kuat lentur 14,93 kg/cm², selanjutnya campuran 1 : 2 : 3 (C2) sebesar 14,67 kg/cm² dan yang paling rendah nilai kuat lenturnya adalah campuran 1 : 2 ½ : 3 (C3) sebesar 14,40 kg/cm². Beton Campuran Pasir Muntilan mempunyai kuat lentur paling tinggi pada campuran 1 : 1 ½ : 2 ½ (M1) yaitu nilai kuat lentur 17,87 kg/cm², selanjutnya campuran 1 : 2 : 3 (M2) sebesar 17,07 kg/cm² dan yang paling rendah nilai kuat lenturnya adalah campuran 1 : 2 ½ : 3 (M3) sebesar 16,27 kg/cm²

1. Ketiga macam kombinasi campuran, kuat lentur beton pasir Muntilan lebih tinggi dari pada

kuat tarik beton pasir Cepu.

a. Pada campuran 1 : 1 ½ : 2 ½ , beton pasir Muntilan kuat lenturnya 17,87 kg/cm², sedangkan Cepu 14,93 kg/cm². Jadi perbedaannya 2,94 kg/cm²

b. Pada campuran 1 : 2 : 3 , beton pasir Muntilan kuat lenturnya 17,07 kg/cm², sedangkan Cepu 14,67 kg/cm². Jadi perbedaannya 2,40 kg/cm²

Pada campuran 1 : 2 ½ : 3 , beton pasir Muntilan kuat lenturnya 16,27 kg/cm², sedangkan Cepu 14,4 kg/cm². Perbedaannya 1,87kg/cm².

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan yaitu :

1. Penelitian terhadap kuat tekan beton menghasilkan data – data perbandingan antara kedua jenis pasir sebagai berikut :

a. Pada campuran 1 : 1 ½ : 2 ½ , beton pasir Muntilan kuat tekannya 280,64 kg/cm², sedangkan beton pasir Cepu 264,785 kg/cm². Jadi perbedaannya 15,855 kg/cm²

b. Pada campuran 1 : 2 : 3 , beton pasir Muntilan kuat tekannya 253,686 kg/cm², sedangkan beton pasir Cepu 184,715 kg/cm². Jadi perbedaannya 68,971 kg/cm².

- Pada campuran ini perbedaan kuat tekan kedua pasir sangat besar. Kemungkinan terjadi karena pengadukan beton yang kurang merata atau pemadatan yang kurang pada beton pasir Cepu.
- c. Pada campuran 1 : 2 1/2 : 3, beton pasir Muntilan kuat tekannya 206,12 kg/cm², sedangkan beton pasir Cepu 198,985 kg/cm². Jadi perbedaannya 7,135 kg/cm²
 2. Penelitian terhadap kuat tarik beton menghasilkan data – data perbandingan antara kedua jenis pasir sebagai berikut :
 - a. Pada campuran 1 : 1 1/2 : 2 1/2 , beton pasir Muntilan kuat tariknya 43,647 kg/cm², sedangkan Cepu 39,699 kg/cm². Perbedaannya 3,948 kg/cm². Prosentase perbandingan kuat tarik terhadap kuat tekan beton = 15 %.
 - b. Pada campuran 1 : 2 : 3 , beton pasir Muntilan kuat tariknya 38,822 kg/cm², sedangkan Cepu 36,629 kg/cm². Jadi perbedaannya 2,193 kg/cm². Prosentase perbandingan kuat tarik terhadap kuat tekan beton = 20 %.
 - c. Pada campuran 1 : 2 1/2 : 3 , beton pasir Muntilan kuat tariknya 35,751 kg/cm², sedangkan Cepu 33,119 kg/cm². Jadi perbedaannya 2,632 kg/cm². Prosentase perbandingan kuat tarik terhadap kuat tekan beton = 17 %.
 - d. Prosentase perbandingan kuat tarik terhadap kuat tekan beton ketiga kombinasi campuran lebih tinggi dibandingkan dengan asumsi selama ini yaitu rasio kuat tarik terhadap kuat tekan berkisar antara 6 – 14 %.
 3. Penelitian terhadap kuat lentur beton menghasilkan data – data perbandingan kedua jenis pasir :
 - a. Pada campuran 1 : 1 1/2 : 2 1/2 , beton pasir Muntilan kuat lenturnya 17,87 kg/cm², sedangkan Cepu 14,93 kg/cm². Jadi perbedaannya 2,94 kg/cm²
 - b. Pada campuran 1 : 2 : 3 , beton pasir Muntilan kuat lenturnya 17,07 kg/cm², sedangkan Cepu 14,67 kg/cm². Jadi perbedaannya 2,40 kg/cm²
 - c. Pada campuran 1 : 2 1/2 : 3 , beton pasir Muntilan kuat lenturnya 16,27 kg/cm², sedangkan Cepu 14,4 kg/cm². Perbedaannya 1,87kg/cm²

Penelitian terhadap Besaran mekanik beton pada ketiga kombinasi campuran menunjukkan bahwa beton Pasir Muntilan Mempunyai nilai besaran mekanik lebih besar dibandingkan nilai besaran mekanik beton pasir Cepu.
 4. Terjadi hasil penyelidikan yang tidak berbanding lurus terhadap besaran mekanik kedua pasir ini bila dihubungkan dengan perbedaan kadar

lumpur. Dimana pasir Cepu dengan kadar Lumpur yang kecil dibandingkan kadar lumpur pasir Muntilan, mestinya besaran mekanik beton pasir Cepu lebih tinggi. Akan tetapi hasil percobaan ini menunjukkan hasil yang sebaliknya. Hal ini terjadi kemungkinan karena kekasaran butiran pasir Cepu relatif kecil, atau bentuk permukaan butiran pasir Cepu kurang tajam, yang semua kemungkinan ini perlu dilakukan penyelidikan di kemudian hari.

5. Pada penelitian ini kedua pasir tersebut dicuci dan diendap terlebih dahulu kadar Lumpur pasir Muntilan lebih tinggi dengan nilai (4,976 % ; 4,699 %) dibandingkan kadar Lumpur pasir Cepu dengan nilai (3,168 % ; 2,587 %) hasil kedua jenis pasir ini aman untuk digunakan sebagai campuran beton karena masih di bawah batas 5 %.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disampaikan saran – saran sebagai berikut :

1. Kadar Lumpur kedua pasir ini walaupun aman untuk dibuat beton, akan tetapi akan didapat hasil yang lebih akurat apabila kedua pasir ini dicuci terlebih dahulu, sehingga kadar lumpurnya relative sama.
2. Untuk merencanakan proyek dengan menggunakan konstruksi beton bertulang tidak harus menggunakan

pasir Muntilan, tetapi juga dapat digunakan pasir Cepu.

3. Pemilihan jenis pasir sebagai campuran beton, selain faktor keamanan konstruksi perlu diperhatikan faktor ekonomisnya. Besar kecilnya harga pasir sangat dipengaruhi biaya transportasi yang dapat diketahui dari jarak lokasi proyek dengan asal pasir diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 150, ASTM C 188, ASTM C 595, ASTM C 8452004*
- Departemen Pekerjaan Umum, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, SNI-2003, Bandung,2004
- Departemen Pekerjaan Umum, *Standar Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium* .SK SNI - 2003, Bandung 2004
- Lubis, Bachrian, *Pelaksanaan Konstruksi Beton dan Perawatannya*, Pidato Pengukuhan Guru Besar Tetap, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2007
- Mulyono, tri, *Teknologi Beton*, Edisi II, Yogyakarta : Andi Offset, 2005
- Nugraha, Paul dan Antoni, *Teknologi Beton*, Edisi I, Yogyakarta : Andi Offset, 2007
- Peraturan Beton Indonesia (PBI) 2003
Standar Nasional Indonesia (SNI) 2003