

PENGARUH CAMPURAN DUA AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Agustin Gunawan

Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bengkulu
Jl. W.R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Telp (0736)344087, Ext. 337
E-mail : goenawan782004@yahoo.com

Abstrak

Eksplorasi pasir sungai yang semakin meningkat untuk memenuhi permintaan konsumen, mendorong suatu tindakan mencari alternatif lain selain pasir sungai. Penggunaan pasir laut menjadi alternatif sebagai campuran agregat halus dalam pembuatan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh campuran 2 agregat halus yaitu pasir sungai (PS) pondok kelapa dan pasir laut dari Lais, yang berbeda gradasi terhadap kuat tekan beton. Agregat halus dan kasar yang digunakan adalah agregat yang bergradasi jelek. Agregat kasar yang digunakan berasal dari *quarry* Sukaraja dan *quarry* Pondok Kubang. Pasir Laut diperlakukan dalam dua kondisi, yaitu dicuci (PLC) dan tidak dicuci (PLTC) tanpa memperhatikan persyaratan kandungan lumpur yang ada pada pasir laut. Benda uji beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 42 buah benda uji. Penelitian ini dilakukan dengan cara mencampur 65% PS + 35% PL (PLC atau PLTC) dan 75% PS + 25 % PL (PLC atau PLTC), selanjutnya membandingkan kuat tekan beton dari kedua jenis campuran tersebut dengan beton pembanding yang masing-masing hanya mengandung agregat halus berupa pasir sungai dan pasir laut saja. Uji kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari. Hasil uji kuat tekan beton menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton maksimum terjadi pada campuran 75% PS + 25% PLTC dengan menggunakan koral Sukaraja sebesar 16,88 MPa. Campuran 75% PS + 25% PLTC dengan menggunakan koral Sukaraja meningkatkan kuat tekan beton sebesar 5,47 MPa (+ 47,93%) terhadap beton pembanding yang menggunakan 100% PLTC dan 4,05 MPa (+24,02%) terhadap beton pembanding yang menggunakan 100% PS.

Kata kunci: kuat tekan, campuran agregat halus, gradasi, pasir laut.

Abstract

Increasing Exploration of river sand push an action to find other alternative excepting river sand. Using of sea sand become alternative as fine aggregate mixed on making of concrete. The research is conducted to know the effect of fine aggregate mixed to concrete compressive strength. Two kinds of fine aggregate used are river sand (PS) from Pondok Kelapa and sea sand from Lais, which is all bad gradation. Coarse Aggregates used are from quarry Sukaraja and quarry Pondok Kubang. Sea sand consists of two conditions which is not washed (PLTC) and washed (PLC) without regard to content of its mud. Number of samples was 42 samples which were cylindrical in shape with diameter of 15 cm and height of 30 cm. The research carried out by combined 65% PS + 35% (PLC or PLTC) and 75% PS + 25% (PLC or PLTC) then compared it to concrete of comparison. Test of concrete compressive strength was performed at 28 days. The result showed that the greatest concrete compressive strength was 16,88 MPa occurred on a mixture of 75% PS + 25% PLTC using coarse aggregate from Sukaraja. Mixture of 75% PS + 25% PLTC using coarse aggregate from Sukaraja increased concrete compressive strength of 5,47 MPa (+47,93%) to concrete of comparison using 100% PLTC and 4,05 MPa (+24,02%) to concrete of comparison using 100% PS.

Keywords: *compressive strength, fine aggregate mixture, gradation, sea sand.*

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur yang berkembang di Provinsi Bengkulu menyebabkan kebutuhan material pasir sebagai agregat halus dalam pembuatan beton semakin meningkat. Terkadang di suatu daerah tidak tersedia pasir yang memiliki gradasi dan spesifikasi yang baik untuk campuran beton. Khusus di daerah Provinsi Bengkulu, beberapa daerah menghasilkan pasir dengan gradasi yang kurang baik, sehingga perlu dilakukan penelitian pemanfaatan agregat halus berupa pasir yang memiliki gradasi yang kurang baik menjadi agregat halus yang memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dengan cara pencampuran kedua jenis pasir tersebut.

Penelitian ini memerlukan survey/penelitian awal dengan pengambilan sampel di beberapa *quarry*. Tujuan penelitian awal ini adalah untuk mendapatkan susunan gradasi yang berbeda dan kurang baik dari *quarry-quarry* tersebut. Dengan didapatkannya susunan gradasi yang berbeda dan kurang baik, proses berikutnya akan dapat dilakukan.

Berdasarkan latar belakang di atas timbul permasalahan bahwa pasir laut mengandung garam-garaman dan tidak dianjurkan digunakan sebagai agregat halus dalam pembuatan beton. Selain itu dua jenis pasir yang digunakan ini memiliki gradasi yang kurang baik, berbeda satu sama lain dan tidak memenuhi zona gradasi agregat halus yang telah ditetapkan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pencampuran antara pasir laut dan pasir sungai terhadap kuat tekan beton. Manfaat penelitian ini diharapkan pasir laut dapat menjadi alternatif pemecahan masalah pada pemenuhan permintaan agregat halus karena berkurangnya pasir sungai akibat

penggunaan yang terus meningkat pada pembuatan beton.

Beton menurut SNI 03-2847-2002 adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidraulik lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Berdasarkan kuat tekan, berat jenis beton dibagi menjadi beberapa jenis yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Jenis Beton Berdasarkan Kuat Tekannya

Jenis beton	Kuat tekan (MPa)	Tujuan konstruksi
Beton sederhana	≤ 10	non-struktur
Beton normal (beton biasa)	15 – 30	struktur, bagian struktur penahan beban
Beton prategang	30 – 40	balok prategang, tiang pancang
Beton kuat tekan tinggi	40 – 80	struktur khusus
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80	struktur khusus

Sumber: Tjokrodimuljo, 2007

Tabel 2. Jenis Beton Berdasarkan Berat Jenisnya

Jenis beton	Berat jenis (kg/m^3)	Tujuan konstruksi
Beton sangat ringan	< 1000	non-struktur
Beton ringan	1000 – 2000	struktur ringan
Beton normal (beton biasa)	2300 – 2500	struktur
Beton berat	> 3000	perisai sinar-X

Sumber: Tjokrodimuljo, 2007

Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kuat tekan beton ialah faktor air-semen dan kepadatan, umur beton, jenis semen, jumlah semen, dan sifat agregat (Tjokrodimulyo,

2007). Bahan-bahan penyusun beton seperti semen dan air berfungsi sebagai perekat, sedangkan agregat halus dan agregat kasar berfungsi sebagai bahan pengisi.

Semen Portland

Semen *portland* menurut SNI 15-2049-2004 adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah lain.

Semen *portland* dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat (Tabel 3). Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Bahan utama pembentuk semen *portland* yaitu kapur (CaO), silika (SiO₂), alumina (Al₂O₃), dan ditambah sedikit persentase dari magnesia (MgO), dan terkadang sedikit alkali, serta terkadang ditambahkan oksida besi. Untuk mengatur waktu ikat semen ditambah gipsum (CaSO₄.2H₂O) (Mulyono, 2003).

Tabel 3. Komposisi Kimia Semen *Portland*

Komposisi Kimia Semen Portland	Biasa	Pengerasan Cepat	Panas Rendah	Tahan Sulfat
Kapur (CaO)	63,1%	64,5%	60 %	64%
Silikat (SiO ₂)	20,6%	20,7%	22,5%	24,4%
Alumina (Al ₂ O ₃)	6,3%	5,2%	5,2%	3,7%
Besi Oksida (Fe ₂ O ₃)	3,6%	2,9%	4,6%	3,0%

Sumber : SK SNI T-15-1991-03 dalam Mulyono, 2003

Pengaruh semen terhadap kuat tekan tergantung pada kehalusan semen dan komposisi kimianya. Semakin halus semen atau partikel-partikel semen, akan menghasilkan kekuatan tekan yang tinggi hal ini karena makin luasnya permukaan yang bereaksi dengan air dan kontak dengan agregat.

Air

Air yang digunakan untuk campuran beton harus sesuai SNI 03-2847-2002 dalam Pasal 5.4 ayat 1 s/d 3. Jumlah air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu tergantung pada sifat material yang digunakan yaitu jumlah semen, kombinasi agregat halus dan kasar (Nugraha, 2007).

Air yang diperlukan dipengaruhi oleh faktor sebagai berikut (Mulyono,2003) :

- Ukuran agregat maksimum, apabila diameter agregat besar maka kebutuhan air menurun.
- Bentuk butir, apabila bentuk agregat bulat maka kebutuhan air menurun.
- Gradasi agregat, gradasi yang baik menurunkan kebutuhan air untuk kelecakan yang sama.
- Kotoran dalam agregat, semakin banyak lumpur maka kebutuhan air meningkat.
- Jumlah agregat halus, bila jumlah agregat halus lebih sedikit dari agregat kasar maka kebutuhan air menurun.

Air dalam campuran beton mempunyai fungsi sebagai berikut (Mulyono,2003):

- Agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran air semen menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu.
- Sebagai pelicin campuran kerikil, pasir, dan semen agar memudahkan pekerjaan.

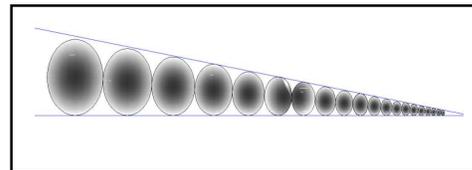
c. Merawat beton selama pengerasan.

Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton dengan komposisi 60–70% dari volume mortar atau beton. Agregat berfungsi sebagai bahan pengisi, tetapi dilihat dari komposisinya yang cukup besar, agregat juga sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton yang dihasilkan (Mulyono, 2003).

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bulat atau mendekati bentuk kubus), bersih, keras, kuat dan gradasinya baik. Agregat dengan gradasi baik memiliki susunan butiran dari halus hingga kasar secara beraturan, sangat ideal digunakan sebagai agregat beton karena butirannya dapat saling mengisi sehingga akan diperoleh beton dengan kepadatan yang tinggi, mudah

dikerjakan, dan mudah dialirkan seperti tampak pada Gambar 1 (Amri, 2005).



Sumber: Amri, 2005

Gambar 1. Agregat dengan Gradasi Baik

Berdasarkan ukuran, agregat dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu agregat halus yang mana semua butirannya menembus ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052, 1980) atau 4.75 mm (ASTM C33, 1982) atau 5,0 mm (BS.812, 1976) dan agregat kasar yang semua butirannya tertinggal di atas ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052, 1980) atau 4.75 mm (ASTM C33, 1982) atau 5,0 mm (BS.812, 1976) (PB, 1989). Batas gradasi agregat halus dan kasar menurut SK SNI T-15-1990-03 dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
	I	II	III	IV
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	0-15

Sumber : SK SNI T-15-1990-03

Keterangan : daerah I (pasir kasar), II (pasir agak kasar), III (pasir agak halus), IV (pasir halus).

Tabel 5. Batas Gradasi Agregat Kasar

Lubang ayakan (mm)	Persen butir ayakan, besar butir maksimum		
	40 mm	20 mm	12.5 mm
40	95-100	100	100
20	30-70	95-100	100
12,5	-	-	90-100
10	10-35	25-55	40-85
4,8	0-5	0-10	0-10

Sumber : SK SNI T-15-1990-03

Agregat Halus Gabungan

SNI 03-1750-1990 memberikan persyaratan untuk susunan butir agregat halus sebagai berikut (Amri, 2005):

1. sisa di atas ayakan 4,0 mm harus maximum 2 % berat;
2. sisa di atas ayakan 1,0 mm harus maximum 10 % berat;
3. sisa di atas ayakan 0,25 mm harus berkisar antara 80 % hingga 95 % berat.

Kadang-kadang dijumpai di suatu daerah, bahwa pasir yang digunakan tidak

memenuhi persyaratan susunan butir pasir yang baik. Untuk itu perlu dilakukan penggabungan beberapa jenis pasir dari lokasi yang berbeda agar persyaratan susunan butiran yang dikehendaki dapat terpenuhi.

Apabila tersedia dua jenis pasir yang berbeda susunan butirannya, maka diperlukan kurva gradasi gabungan yang lewat melalui satu titik sembarang pada diagram analisa ayakan yang terletak antara masing-masing kurva bahan agregat. Jika terdapat tiga jenis agregat yang berbeda susunan gradasinya, akan diperlukan kurva gradasi gabungan yang melalui dua titik yang terletak diantara kurva gradasi ketiga bahan tersebut, dan seterusnya (Amri, 2005).

$$Y_n = Y_a \frac{X_a}{100} + Y_b \frac{(100 - x_a)}{100} \quad (1)$$

$$X_b = 100 \% - X_a \quad (2)$$

Keterangan:

Y_n : Persentase yang lewat titik sembarang diantara dua kurva pada ayakan n

Y_a : Persentase pasir A yang lewat ayakan n

Y_b : Persentase pasir B yang lewat ayakan n

X_a : Persentase kombinasi pasir A

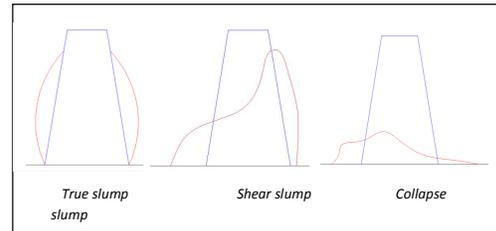
X_b : Persentase kombinasi pasir B

Nilai Slump

Nilai *slump* merupakan suatu ukuran terhadap tingkat kelecakan campuran beton dan sekaligus untuk memperkirakan tingkat kemudahan (*workability*) pengerjaan beton tersebut. Alat uji ini berbentuk kerucut terpancung dengan diameter bagian atas 10 cm (4"), diameter bagian alas 20 cm (8"), dan tinggi 30 cm (12"). Nilai *slump* diperoleh melalui pengukuran tinggi alat uji (30 cm) dengan campuran beton setelah dimasukkan di dalam alat kemudian diangkat. Campuran beton setelah diangkat dari kerucut uji akan turun dari tinggi semula yang tergantung pada tingkat

kekentalannya. Semakin besar penurunannya maka nilai *slump* semakin besar, yang berarti campuran beton tersebut semakin encer (Amri, 2005).

Amri (2005) membedakan tipe hasil pengujian *slump* menjadi tiga tipe, yaitu: tipe ideal (*true slump*), tipe geser (*shear slump*), dan tipe keruntuhan (*collapse slump*). Ketiga tipe hasil pengujian *slump* tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber: Amri, 2005

Gambar 2. Tipe Hasil Pengujian *Slump*

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah nilai yang didapat dengan membagikan beban maksimum yang dipikulnya terhadap luas penampang beton yang memikulnya. Pengujian kuat tekan biasanya dilakukan dengan membuat benda uji berbentuk kubus berukuran 10 cm × 10 cm x 10 cm, 15 cm x 15cm × 15 cm atau 20 cm x 20 cm × 20 cm, atau dengan bentuk silinder berukuran penampang 10 cm atau 15 cm yang terbuat dari rancangan campuran yang dibuat untuk keperluan itu (Amri, 2005).

SK.SNI M-14-1989-F memberikan rumus perhitungan untuk mencari nilai kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (3)$$

Dimana :

f'_c : Nilai kuat tekan beton (MPa)

P : Gaya tekan maksimum, didapat dari hasil pengujian (N)

A : Luas penampang benda uji (mm²)

METODE PENELITIAN

Umum

Penelitian berbentuk eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bengkulu. Penelitian ini memakai jenis pasir sungai dan pasir laut sebagai agregat halus. Kedua pasir tersebut diambil langsung dari 2 lokasi penambangan pasir yang berbeda. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan gradasi agregat halus melalui uji analisa saringan terhadap kedua jenis pasir yang digunakan. Tujuannya untuk mendapatkan gradasi yang berbeda dari kedua jenis pasir. Hasil penelitian pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 6. Hasil penentuan gradasi ini digunakan untuk menentukan proporsi campuran kedua jenis pasir berdasarkan Rumus 2.1.

Tabel 6. Zona Gradasi dan MHB

Jenis Pasir	Zona Gradasi	MHB
Pasir Laut	IV	1,35
Pasir Sungai	I	3,15

Bahan dan Alat yang Digunakan dalam Penelitian

Bahan yang Digunakan

1. Agregat halus berupa pasir sungai dan pasir laut. Pasir sungai diambil langsung dari *Quarry* Desa Pondok Kelapa Kabupaten Bengkulu Tengah. Pasir laut diambil langsung dari *Quarry* Desa Durian Daun Kabupaten Bengkulu Utara.
2. Agregat kasar berupa koral yang berasal dari *Quarry* Sukaraja dan *Quarry* Pondok Kubang.

Tabel 7. Variasi dan Jumlah Benda Uji

Agregat kasar (koral)	Agregat halus (pasir)						
	PS	PLC	PLTC	Alternatif 1		Alternatif 2	
				SLTC	SLC	SLC	SLTC
KS	3	3	3	3	3	3	3
KP	3	3	3	3	3	3	3
Σ benda uji = 42 benda uji							

3. Semen tipe PCC (*Portland Composite Cement*)
4. Air dari sumur di Laboratorium Beton Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bengkulu.

Alat yang Digunakan

1. Timbangan kapasitas 50 kg dengan ketelitian 100 gram dan kapasitas 6 kg dengan ketelitian 10 gram.
2. Saringan/ayakan untuk agregat halus adalah (No : 4, 8, 10, 30, 50, 100 & pan), sedangkan untuk agregat kasar digunakan saringan dengan ukuran (1,5; ¾; 3/8 *inchi*) serta saringan no : 4, 8, 10, 30, 50, 100 & pan.
3. Mesin Penggetar
4. Gelas Ukur
5. *Concrete mixer*
6. Kerucut Abrams dan batang penumbuk
7. Cetakan benda uji silinder dengan ukuran diameter 15 cm, tinggi 30 cm.
8. Oven
9. Mesin uji tekan beton kapasitas 150 KN
10. Cetok, talam/pan ember, kuas, palu karet.

Benda Uji

Benda uji dicetak dengan cetakan silinder dengan dimensi diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji yang sudah dicetak didiamkan selama 24 jam kemudian direndam di dalam air bersih selama 26 hari dan kemudian akan diuji kuat tekan dengan alat *Universal Testing Machine* pada umur 28 hari. Variasi benda uji dan jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 7.

Keterangan :

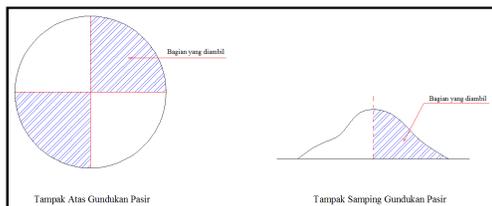
PS	:	Pasir sungai
PLTC	:	Pasir laut tidak dicuci
PLC	:	Pasir laut dicuci
Alternatif 1	:	Kombinasi 65 % PS dan 35 % PL
Alternatif 2	:	Kombinasi 75 % PS dan 25 % PL
SLC	:	Campuran pasir sungai dan pasir laut dicuci
SLTC	:	Campuran pasir sungai dan pasir laut tidak dicuci
KS	:	Koral Sukaraja
KP	:	Koral Pondok Kubang

Pemeriksaan dan Perlakuan Bahan

Pemeriksaan bahan dilakukan agar bahan-bahan yang digunakan pada pencampuran beton memenuhi syarat yang diinginkan. Pemeriksaan bahan yang dilakukan di laboratorium meliputi analisa saringan, berat jenis dan penyerapan air agregat, kandungan lumpur, berat isi agregat, dan kadar air agregat. Perlakuan terhadap pasir laut diberikan dalam 2 kondisi yang berbeda, yaitu pasir laut tidak dicuci, pasir laut dicuci dengan air tawar.

Metode Pencampuran 2 pasir

Metode pencampuran 2 pasir ini diadopsi dari metode *splitter* yaitu dengan membuat tumpukan yang ber alas bundar dan berbentuk gunung, lalu dibagi menjadi empat bagian (Gambar 3) dan dari keempat bagian tersebut lalu diambil dua bagian yang berhadapan dengan arah diagonal, kemudian disatukan lagi dan dicampur hingga merata. Proses ini dilakukan beberapa kali hingga diperoleh campuran yang benar-benar merata (Amri, 2005) .



Sumber: Amri, 2005

Gambar 3. Pencampuran 2 Macam Pasir dengan Metode Splitter

Perencanaan Campuran Beton

Perbandingan komposisi adukan beton yang digunakan adalah perbandingan volume (1 semen : 2 pasir : 3 koral dan airnya 0,5 dari volume semen), dengan nilai *slump* rencana adalah 5 – 10 cm.

Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

1. Menimbang bahan yang dibutuhkan sesuai dengan yang telah ditentukan dalam perencanaan.
2. Pengadukan bahan didahului dengan memasukkan pasir dan semen *portland* kemudian koral sampai rata, selanjutnya air dituangkan sedikit demi sedikit sampai habis.
3. Setelah adukan homogen, diukur nilai *slump* dari adukan tersebut, jika belum sesuai dengan nilai *slump* yang direncanakan, campuran beton dimasukkan kembali ke dalam bak pengadukan untuk dilakukan penyesuaian dengan penambahan air.
4. Setelah *slump* yang didapat sesuai dengan rencana, kemudian adukan beton dimasukkan ke dalam cetakan silinder. Pengisian adukan dilakukan 3 tahap, masing-masing sepertiga dari tinggi cetakan. Setiap tahap dipadatkan dengan tongkat baja sebanyak 25 kali.
5. Setelah padat dan cetakan penuh, kemudian permukaannya diratakan, kemudian cetakan disimpan ditempat yang sejuk, rata, bebas dari getaran dan gangguan lain, dan dibiarkan 24 jam. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan

dari cetakan. Diukur berat dan sisi-sisinya, serta beri tanda seperlunya. Perawatan dilakukan dengan merendam benda uji di dalam kolam perendaman selama 26 hari.

Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan mesin uji kuat tekan beton untuk mengetahui kekuatan tekan beton yang telah dibuat. Selama pengujian dicatat pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan mencatat beban maksimum yang terjadi, serta memfoto sampel yang telah diuji tersebut.

Analisis Data

Hasil dari pengujian berupa data-data kasar akan diolah lebih lanjut untuk mengetahui hubungan antara perlakuan kondisi pasir laut dengan kuat tekan dibandingkan dengan sampel pembanding.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan semen dan air

Pemeriksaan dilakukan secara visual saja untuk memastikan semen dan air dalam kondisi yang baik. Pada material semen tidak terjadi penggumpalan butir-butir semen akibat penyimpanan yang kurang baik, sehingga semen layak untuk digunakan. Sementara untuk air, dalam kondisi jernih (tidak keruh) dan tidak berbau sehingga layak untuk digunakan.

Pemeriksaan agregat halus (pasir sungai dan pasir laut)

Hasil pemeriksaan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 8. Gradasinya kurang baik karena terdapat butiran yang berada di luar batas-batas gradasi yang disyaratkan untuk zona I dan zona IV.

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir Sungai dan Pasir Laut)

Sifat fisis dan karakteristik	Hasil uji laboratorium		Syarat dan standar	Keterangan
	Pasir sungai	Pasir laut		
MHB	3,15 (zona I)	1,35	1,5-3,8	SII-0052-80
Berat SSD	2,56	2,77	2,5-2,7	SK SNI T-15-1990-01
Penyerapan (%)	5,38	1	-	-
Berat isi (kg/m ³)	1496,11	1275,56	1200-1750	SK SNI T-15-1990-01:2
Kadar lumpur (%)	1,69	0,67	max 5	SII-0052-80
Kadar air (%)	9,16	5,42	-	-
Kadar organik	kuning kemerahan (cukup tinggi)	bening kekuningan (rendah)	-	-

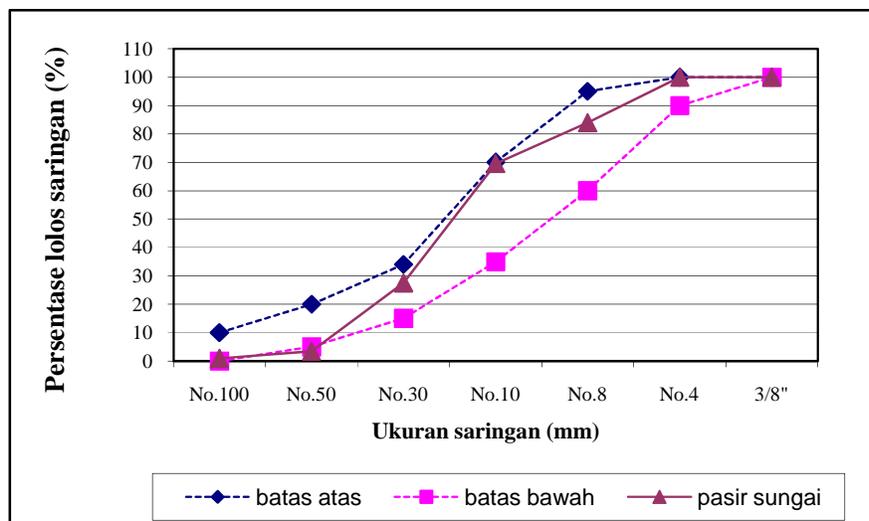
Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Koral Sukaraja dan Koral Pondok Kubang)

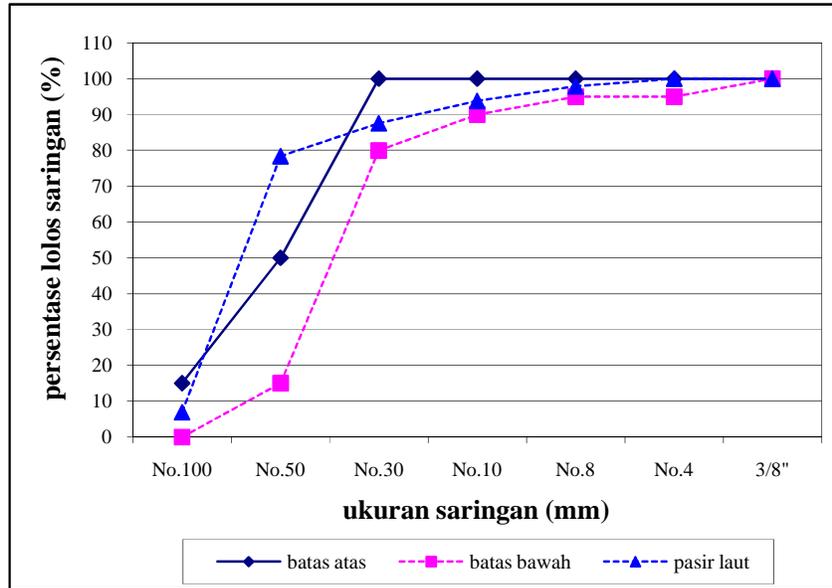
Sifat fisis dan karakteristik	Hasil uji koral		Syarat dan standar	Keterangan
	Sukaraja	Pondok Kubang		
MHB	6,86	7,54	5-8	SII-0052
Berat Isi Lepas (kg/m ³)	1483,3	1425	1200-1750	SK SNI T-15-1990-01:2
Berat Isi Penusukkan (kg/m ³)	1613,3	1598,3		
Berat Isi Goyang (kg/m ³)	1656,7	1616,7		
Berat Jenis SSD	2,62	2,53	2,5-2,7	SK SNI T-15-1990-01
Berat Jenis Kering Oven	2,54	2,44		
Berat Jenis Semu	2,74	2,69		
Penyerapan (%)	2,78	4,06	-	-
Kadar lumpur (%)	5,42	1,51	max 5	SII-0052
Kadar air (%)	1,93	1,95	1-2	
Los Angeles (%)	25,38	30,09	15-20 20-30 30-40 <40	Standar Bina Marga

Pemeriksaan agregat kasar (koral *quarry* Sukaraja dan *quarry* Pondok Kubang)

Hasil pemeriksaan agregat kasar untuk koral *quarry* Sukaraja dan *quarry* Pondok Kubang dapat dilihat pada Tabel 9. Dari Tabel 8. dan Gambar 4 terlihat bahwa gradasi butiran pasir sungai cenderung masuk dalam zona I (pasir kasar) walaupun masih terdapat butiran yang berada di luar batas-batas

gradasi yang disyaratkan pada zona I. Sedangkan untuk pasir laut, dari Tabel 8 dan Gambar 5 terlihat bahwa pasir laut tidak memenuhi syarat sebagai agregat halus, dimana gradasi butirannya sangat halus dan tidak termasuk ke dalam empat zona agregat halus. Gradasi pasir laut jelek karena butiran berada di luar batas-batas gradasi yang disyaratkan.

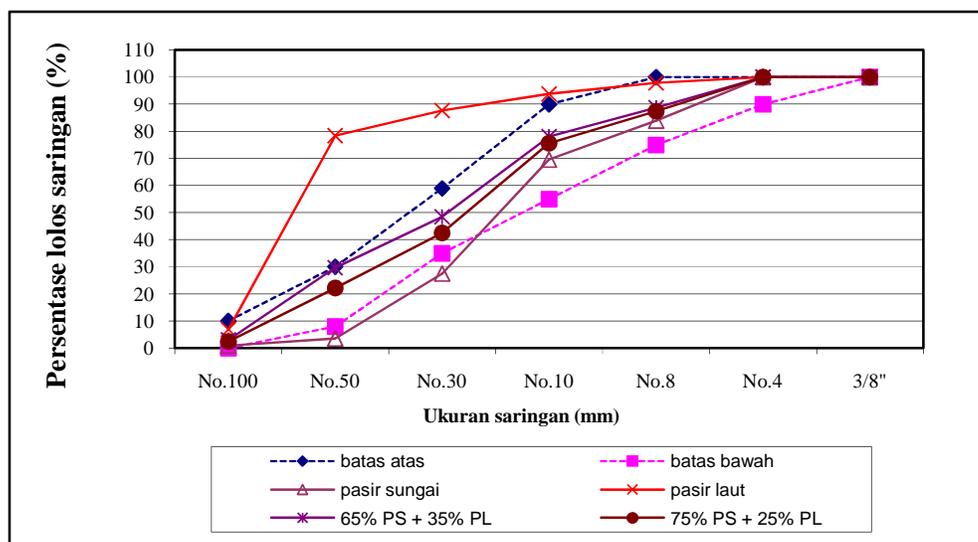
**Gambar 4.** Grafik Gradasi Pasir Sungai pada Zona I (Zona Pasir Kasar)



Gambar 5. Grafik Gradasi Pasir Laut pada Zona IV (Zona Pasir Halus)

Hasil pengujian gradasi dari masing- masing pasir sungai dan pasir laut (Gambar 4 dan 5) terlihat bahwa gradasi campuran kedua pasir tersebut bisa dibawa/didekatkan ke zona III (zona pasir agak halus) atau zona II (zona pasir agak kasar) dengan cara mengambil satu titik sembarang pada diagram analisa ayakan yang terletak antara masing-masing kurva bahan agregat (Gambar 6). Pada penelitian ini diambil zona II sebagai zona

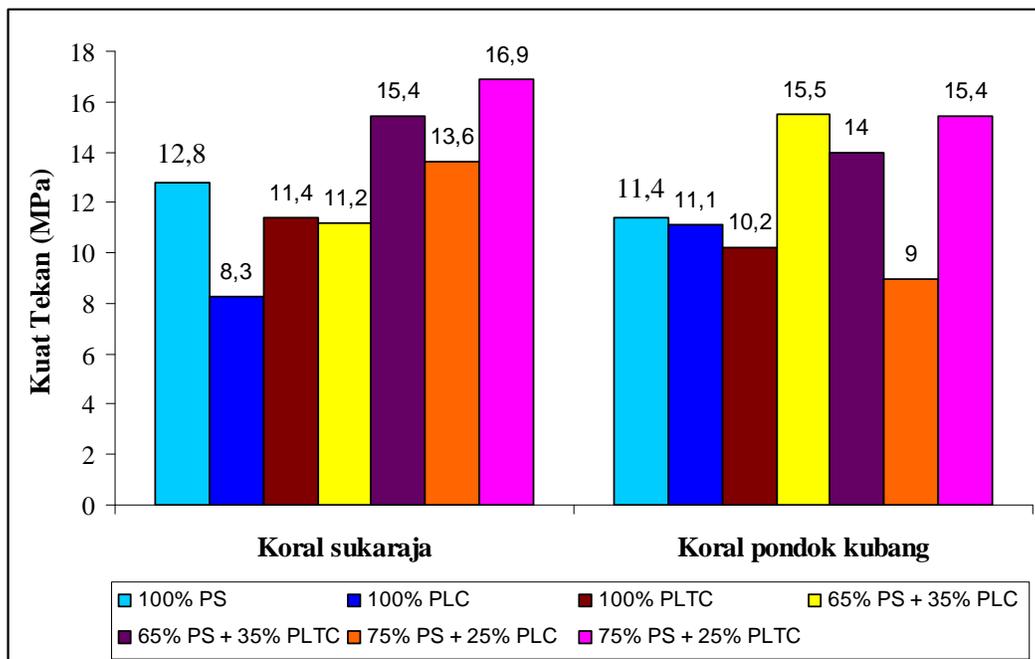
untuk mencampurkan 2 tipe pasir yang berbeda (pasir sungai dan pasir laut) karena peneliti ingin mendapatkan kandungan pasir sungai yang lebih dominan. Dicoba satu titik sembarang pertama sebagai alternatif 1 sehingga didapat komposisi campuran 65% PS + 35% PL dan satu titik sembarang kedua sebagai alternatif 2 didapat komposisi campuran 75% PS + 25% PL.



Gambar 6. Grafik Gradasi Campuran Pasir Sungai dan Pasir Laut pada Zona II (Zona Agak Kasar)

Hasil pengujian kuat tekan beton terhadap variasi benda uji yang terdiri dari 14 proporsi campuran agregat yang berbeda diperoleh bahwa nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada benda uji yang menggunakan koral Sukaraja (KS) dengan komposisi alternatif 2 (75% PS + 25% PL) sebesar 16,9 MPa, sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada benda uji yang menggunakan koral Sukaraja (KS) dengan 100 % pasir laut

dicuci (100 % PLC) sebesar 8,3 MPa (Gambar 7). Berdasarkan Gambar 7 terlihat juga bahwa komposisi campuran 2 agregat halus alternatif 1 dan 2 memberikan kecenderungan terhadap peningkatan kuat tekan beton dibandingkan dengan kuat tekan beton tanpa agregat halus campuran. Ini disebabkan karena adanya perbaikan gradasi melalui pencampuran dua agregat halus yang berbeda zona.



Gambar 7. Diagram Kuat Tekan Beton yang Menggunakan Pasir Sungai, Pasir Laut, Campuran Pasir Sungai dan Laut (2 alternatif)

Perlakuan pada pasir laut yaitu dicuci dan tidak dicuci, berdasarkan Gambar 7 bahwa kuat tekan beton yang menggunakan pasir laut dicuci memiliki kecenderungan mengalami penurunan kecuali pada sebagian benda uji yang menggunakan koral pondok kubang. Penurunan ini terjadi kemungkinan pada saat pencucian pasir laut, ada zat-zat yang terkandung pada pasir laut yang ikut terlarut atau terbuang bersama air cucian.

Gambar 7 memperlihatkan untuk penggunaan koral Sukaraja, campuran 75 % PS + 25 % PLTC mampu

meningkatkan kuat tekan beton sebesar 48 % terhadap 100 % pasir laut tidak dicuci (100 % PLTC) dan sebesar 24 % terhadap 100 % pasir sungai (100 % PS). Pada penggunaan koral Pondok Kubang, campuran 75 % PS + 25 % PLTC mampu meningkatkan kuat tekan beton sebesar 51 % terhadap 100 % pasir laut tidak dicuci (100 % PLTC) dan sebesar 26% terhadap 100 % pasir sungai (100 % PS). Alasan peneliti membandingkan dengan 100 % pasir laut tidak dicuci (PLTC) karena di masyarakat umumnya pemakaian pasir laut

untuk beton tidak melalui pencucian terlebih dahulu.

KESIMPULAN

Pencampuran 2 agregat halus berupa pasir sungai dan laut yang masing-masing memiliki zona gradasi yang berbeda dan kurang baik akan memperbaiki susunan gradasi agregat halus dan mampu meningkatkan kuat tekan beton.

Berdasarkan penelitian ini untuk penggunaan koral Sukaraja, campuran 75 % PS + 25 % PLTC mampu meningkatkan kuat tekan beton sebesar 48 % terhadap 100 % pasir laut tidak dicuci (100 % PLTC) dan sebesar 24 % terhadap 100 % pasir sungai (100 % PS). Pada penggunaan koral Pondok Kubang, campuran 75 % PS + 25 % PLTC mampu meningkatkan kuat tekan beton sebesar 51 % terhadap 100 % pasir laut tidak dicuci (100 % PLTC) dan sebesar 26% terhadap 100 % pasir sungai (100 % PS)

Penelitian ini masih perlu dilanjutkan untuk mengetahui proporsi campuran yang mampu meningkatkan kuat tekan beton yang optimum, karena pada penelitian ini, peneliti hanya menggunakan langsung 2 alternatif proporsi campuran saja. Selain itu perlu juga dilakukan penelitian pengaruh pencampuran 2 agregat halus terhadap kuat tekan beton pada umur beton yang lebih panjang.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih pada Fahrul Ardansyah, mahasiswa yang menjadi tim penelitian sekaligus menjadikan bagian dari penelitian ini sebagai skripsinya. Semoga hasil penelitian ini bisa bermanfaat bagi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, S., 2005, **Teknologi Beton A-Z**, Yayasan John Hi-Tech Idetama, Jakarta.
- Mulyono, T., 2003, **Teknologi Beton**, Fakultas Teknik UNJ, Jakarta.
- Nugraha, P., 2007, **Teknologi Beton**, CV Andi Offset, Yogyakarta
- SK SNI M-14-1989-F, 1989, **Metode Pengujian Kuat Tekan**, LPMB, DPU, Bandung.
- SK SNI T-15-1990-03, 1990, **Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal**, DPU, Bandung.
- SNI 03-2847-2002, 2002, **Tata Cara Perencanaan Struktur Untuk Bangunan Gedung**, BSN.
- Tjokrodinuljo, K., 2007, **Teknologi Beton**, UGM, Yogyakarta.