

# PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PECAHAN GENTENG KERAMIK PADA BETON K-175

Mersyanti S.T\*

Adi Saputro

\*) Program Studi Teknik Sipil Politeknik Balikpapan

## ABSTRAK

Teknologi konstruksi sampai saat ini masih berpengaruh besar terhadap perkembangan dunia konstruksi, oleh sebab itu untuk memahami dan mempelajari seluruh teknologi tersebut diperlukan pengetahuan karakteristik masing-masing komponen. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk menggunakan limbah pecahan genteng keramik sebagai bahan penelitian yang ditambahkan pada campuran beton K-175. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mempelajari dan mengetahui kuat tekan beton K-175 terhadap penambahan limbah pecahan genteng keramik. Agregat yang telah diuji sebelumnya kadar air, berat isi, berat jenis, dan penyerapan agregatnya, menggunakan teori-teori yang diperoleh dari studi literatur yang ada dan di praktekkan pada studi penelitian laboratorium. Hasil dari penelitian yang dilakukan penulis, diketahui bahwa beton K-175 yang telah dicampurkan dengan genteng mengalami penurunan kekuatan tekan, yang disebabkan oleh kelemahan-kelemahan pada genteng, seperti daya serap air, dan kadar lumpurnya yang tinggi.

Kata kunci : K-175, kadar lumpur, daya serap air

## ABSTRACTION

*Construction technology till now still have an effect on big to construction world growth, on that account for the memahami of and study all the technology needed by knowledge of characteristic is each component. Therefore, writer interest to use waste fraction of ceramic tile upon which enhanced by research K-175 concrete mixture. Intention of this writing is to study and know strength depress K-175 concrete to addition of waste fraction of ceramic tile. Aggregate which have been tested previously water rate, heavy of content, specific gravity, and absorbtion of its aggregate, using obtained theory from existing literature study and practicing on study research of laboratory. Result from conducted research is writer, known that K-175 concrete which have been mixed with tile experience of degradation of strength depress, what is because of weakness tile, like water absorpsion, and its high mud rate.*

*Keyword : K-175, mud rate, water absorpsion.*

## PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang begitu cepat rupanya juga menyentuh aspek dunia konstruksi. Teknologi konstruksi sampai saat ini masih berpengaruh besar terhadap perkembangan dunia konstruksi, oleh sebab itu untuk memahami dan mempelajari seluruh teknologi tersebut

diperlukan pengetahuan karakteristik masing-masing komponen.

Yang dimaksud dengan beton K-175 adalah nilai suatu kekuatan karakteristik yang terdapat pada sebuah beton yang diperoleh dengan melakukan pemeriksaan mutu beton pada beberapa beton menggunakan benda uji kubus (15x15x15) cm dan silinder (15x30) cm, yang terbuat dari baja yang diisi adukan beton yang

terdiri dari pasta dan agregat yang kekuatannya 175 kg/cm<sup>2</sup>. Dan diuji kekuatan tekannya dengan menggunakan alat uji tekan. Kelas beton dapat dibagi menjadi tiga, yaitu:

- a. beton kelas I  
Beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural, mutu beton kelas I dinyatakan dengan B<sub>0</sub>.
- b. Beton kelas II  
Beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar : B<sub>1</sub>, K-125, K-175, K-225.
- c. Beton Kelas III  
Beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural dimana dipakai mutu beton dengan kekuatan tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/cm<sup>2</sup>.

Oleh karena itu, penulis tertarik untuk menggunakan limbah pecahan genteng keramik sebagai bahan penelitian yang ditambahkan pada campuran beton K-175, untuk mengetahui pengaruh Penggunaan Limbah Pecahan Genteng Keramik terhadap kuat tekan dan mutu Beton K-175” tersebut.

Tujuan dari penulisan ini adalah:

1. Untuk mempelajari kuat tekan beton K-175 terhadap penambahan limbah pecahan genteng keramik.
2. Untuk mengetahui peningkatan mutu beton K-175 terhadap penambahan limbah pecahan genteng keramik.

Pada penulisan ini dititik beratkan pada pembahasan mengenai pengaruh penggunaan limbah genteng keramik pada campuran beton K-175. sedangkan pembatasan masalah di batasi pada :

1. Pengujian sifat-sifat teknis yang dilakukan pada agregat meliputi : Analisa saringan, berat jenis dan penyerapan agregat, berat isi agregat. Pada agregat campuran K-175 meliputi pengujian kuat tekan beton.
2. Perubahan-perubahan dari sisi kuat tekan beton -175, yang disebabkan oleh

faktor variabel yaitu variasi penambahan limbah genteng keramik, 0 % s/d 40 %.

## BAHAN DAN METODE

Tempat yang akan digunakan oleh penulis untuk penelitian adalah di kampus I Politeknik Balikpapan, tepatnya pada bengkel uji bahan, selama kurang lebih 70 hari.

Bahan-bahan yang digunakan oleh penulis untuk melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pasir samboja (0-5);
2. Pasir palu (0-5);
3. Kerikil palu ukuran 1/2 dan 2/3.
4. Semen jenis I;
5. Air; serta
6. Genteng sebagai bahan pengganti tambahan.

Adapun cara pengerjaannya adalah sebagai berikut:

1. Kumpulkan bahan-bahan yang akan digunakan untuk melakukan penelitian.
2. Lakukan pengujian-pengujian yang diperlukan sebelum melakukan pembuatan beton, yaitu pengujian gradasi agregat kasar dan halus, kadar air agregat, berat isi agregat, berat jenis agregat, dan penyerapan agregat.
3. Setelah itu barulah melakukan pencampuran agregat guna membuat benda uji yang baik.
4. setelah benda uji selesai dibuat, benda uji dicuring dengan cara merendamnya didalam bak berisikan air, selama waktu yang ditentukan yaitu 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.
5. Setelah benda uji mencapai umur yang diinginkan, benda uji dikeluarkan dari dalam bak dan ditimbang beratnya.
6. Setelah itu diuji kuat tekannya, dengan menggunakan mesin uji tekan beton.
7. Setelah semua benda uji diuji, lakukan perhitungan guna mengetahui kuat tekan karakteristik yang diperoleh dari pembuatan benda uji tersebut.

8. Lakukan sekali lagi hal di atas dengan mengganti 0 % s/d 40 % pasir samboja dengan genteng keramik.
9. Bandingkan hasil yang didapat dari dua jenis campuran yang berbeda, dan tarik kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Uraian data dan informasi yang terkumpul: Data yang diperoleh oleh penulis dari Balikpapan Ready Mix (BRM) adalah:

⇒ Campuran yang digunakan pada pembuatan beton K-175, adalah sebagai berikut:

JENIS	SLUMP	KOMPOSISI AGREGAT				SEMEN	H <sub>2</sub> O
		PASIR	PASIR	KERIKIL	KERIKIL		
		0-5 (S)	0-5 (P)	1/2 (P)	2/3 (P)		
SEMEN	(cm)	Kg/m <sup>3</sup>	Liter				
I	10±2	187,13	668,31	924,31	207,67	270	150
Persentase campuran (%)		7,77	27,76	38,39	8,63	11,22	6,23

Keterangan :

S = Samboja

P = Palu

### Pengujian gradasi agregat kasar dan agregat halus:

Peralatan yang digunakan:

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,2 %, kapasitas maksimum 25 kg.
  - b. Alat pemisah.
  - c. Talam / nampan.
  - d. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai dengan (110 ± 5) ° C.
  - e. Satu set saringan standar untuk agregat halus.
  - f. Satu set saringan standar untuk agregat kasar.
  - g. Kuas, sikat kuning.
- Benda uji yang digunakan dari alat pemisah :
1. Agregat halus
    - Ukuran maksimum No. 4, berat minimum 500 gram.
    - Ukuran maksimum No. 8, berat minimum 100 gram.

2. Agregat kasar
  - Ukuran maksimum 3,5 “, berat minimum 35 kg.
  - Ukuran maksimum 3 “, berat minimum 30 kg.
  - Ukuran maksimum 2,5 “, berat minimum 25 kg.
  - Ukuran maksimum 2 “, berat minimum 20 kg.
  - Ukuran maksimum 1,5 “, berat minimum 15 kg.
  - Ukuran maksimum 1 “, berat minimum 10 kg.
  - Ukuran maksimum 3/4 “, berat minimum 5 kg.
  - Ukuran maksimum 1/2 “, berat minimum 2,5 kg.
  - Ukuran maksimum 3/8 “, berat minimum 1 kg.

Prosedur pelaksanaan:

- a. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu ( 110 ± 5 ) ° C, sampai beratnya tetap.
- b. Saring benda uji lewat susunan ayakan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Pengayakan ini dilakukan dengan tangan ayau meletakkan susunan ayakan pada mesin penggetar / pengguancang dan digetarkan / digoyangkan selama 15 menit.
- c. Bersihkan masing-masing ayakan, dimulai dari ayakan teratas dengan kuas.
- d. Timbang berat agregat yang tertahan di atas masing-masing lubang ayakan.
- e. Hitung prosentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing ayakan terhadap berat total benda uji.

Perhitungan :

Prosentase berat benda uji yang tertahan di atas saringan / ayakan adalah :

$$Y = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Dimana :

A = berat benda uji yang tertahan di atas saringan

B = berat benda uji total

Pelaporan :

Hasil pemeriksaan yang dilaporkan adalah:

- Jumlah persentase sisi di atas masing-masing ayakan yang dihitung dari contoh aslinya, sampai dengan 2 ( dua ) desimal.
- Modulus kehalusan dari masing-masing agregat (Modulus kehalusan didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal di atas satu set ayakan dibagi 100).
- Persen tembus kumulatif pada masing-masing lubang ayakan.
- Gambar grafik persentase tembus kumulatif dari masing-masing agregat.

#### **Pengujian kadar air agregat:**

Peralatan yang digunakan :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh.
- b. Oven (pengering) yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ .
- c. Talam atau cawan, terbuat dari porselin atau logam tahan karat.

Benda uji :

Berat contoh agregat minimum tergantung pada ukuran butiran maksimum.

Prosedur pelaksanaan :

- a. Timbang berat talam / cawan (D).
- b. Masukkan benda uji ke dalam talam / cawan dan timbang beratnya (A).
- c. Hitung berat benda uji ( $E = A - B$ ).
- d. Keringkan benda uji berikut dengan talam / cawan di dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ , sampai beratnya tetap.
- e. Timbang berat talam / cawan dan benda uji setelah dikeringkan (B).
- f. Hitung berat benda uji kering oven ( $E=B - D$ ).

Perhitungan :

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{(A - B)}{E} \times 100\%$$

Dimana :

A = berat benda uji basah (gram).

B = berat benda uji kering (gram).

E = berat benda uji kering oven (gram).

Pelaporan :

Laporkan hasil perhitungan kadar air agregat dalam 2 (dua) desimal.

Pengujian berat isi agregat:

Peralatan yang digunakan :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh.
- b. Tongkat pemadat dengan diameter 15 mm, panjang 60 cm dengan ujung bulat, sebaiknya terbuat dari baja tahan karat.
- c. Talam berkapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat.
- d. Mistar perata.
- e. Sendok / sekop.
- f. Wadah (mould) baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang.

Benda uji :

Benda uji adalah agregat halus, kasar dan atau campuran, sekurang-kurangnya sebanyak kapasitas wadah.

Prosedur pelaksanaan :

1. Berat isi lepas
  - a. Timbang dan catatlah beratnya wadah / mould baja (B).
  - b. Masukkan benda uji dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir-butir, dengan ketinggian maksimum 5 (lima) cm atas wadah dengan menggunakan sendok atau sekop sampai penuh.
  - c. Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
  - d. Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji (A).
  - e. Hitung berat benda uji ( $C = A - B$ ).

2. Berat isi padat dengan cara penusukan.
  - a. Timbang dan catatlah berat wadah / mould (A).
  - b. Isilah wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata.
  - c. Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
  - d. Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji (B).
  - e. Hitung berat benda uji ( $C = A - B$ ).
3. Berat isi pada dengan cara penggoyangan.
  - a. Timbang dan catatlah berat wadah (A).
  - b. Isilah wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal.
  - c. Padatkan setiap lapisan dengan cara menggoyang-goyangkan wadah seperti berikut :
    - Letakkan wadah di atas tempat yang kokoh dan datar, angkatlah salah satu sisinya kira-kira stinggi 5 cm, kemudian lepaskan.
    - Ulangi hal tersebut di atas pada posisi berlawanan, padatkan setiap lapis sebanyak 25 kali untuk setiap sisi.
  - d. Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
  - e. Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji (B).
  - f. Hitung berat benda uji ( $C = A - B$ ).

Perhitungan:

$$\text{Berat isi agregat} = \frac{C}{D} \text{ kg / dm}^3$$

Dimana:

C = berat benda uji (kg)

D = volume wadah ( $\text{dm}^3$ )

Pelaporan :

- a. Laporkan hasil perhitungan berat isi agregat dalam 2 (dua) desimal.
- b. Kesimpulan dari hasil uji yang anda peroleh.

Pengujian berat jenis agregat:

Peralatan yang digunakan :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh.
- b. Oven (pengering) yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ .
- c. Talam atau cawan, terbuat dari porselin atau logam tahan karat.
- d. Gelas ukur.

Benda uji :

Benda uji adalah agregat halus, kasar dan atau campuran, sekurang-kurangnya sebanyak kapasitas wadah.

Prosedur pelaksanaan :

- a. Timbang berat benda uji dan cawan (A).
- b. Timbang cawan / talam.
- c. Timbang gelas ukur + air (B).
- d. Timbang gelas ukur + air + benda uji (C).
- e. Keringkan benda uji berikut dengan talam / cawan di dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ , sampai beratnya tetap.
- f. Timbang berat talam / cawan dan benda uji setelah dikeringkan (D).

Perhitungan :

$$\text{Berat jenis agregat} = \frac{A}{(B + A - C)}$$

Dimana:

A = berat benda uji (gram)

B = gelas ukur + air (gram)

C = (gelas ukur + air) + benda uji (gram)

Pelaporan :

- a. Laporkan hasil perhitungan berat jenis agregat dalam 2 (dua) desimal.
- b. Kesimpulan dari hasil uji yang anda peroleh.

**Pengujian penyerapan agregat:**

Peralatan yang digunakan :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh.
- b. Oven (pengering) yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ .
- c. Talam atau cawan, terbuat dari porselin atau logam tahan karat.

Benda uji :

Benda uji adalah agregat halus, kasar dan atau campuran, sekurang-kurangnya sebanyak kapasitas wadah.

Prosedur pelaksanaan :

- a. Timbang cawan / talam.
- b. Timbang benda uji dan cawan (A).
- c. Keringkan benda uji berikut dengan talam / cawan di dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ , sampai beratnya tetap.
- d. Timbang berat talam / cawan dan benda uji setelah dikeringkan (B).

Perhitungan:

$$\text{Penyerapan agregat} = \frac{(A - B)}{B} \times 100\%$$

Dimana:

A = berat benda uji (gram)

B = berat kering oven (gram)

Pelaporan :

- a. Laporkan hasil perhitungan berat jenis agregat dalam 2 (dua) desimal.
- b. Kesimpulan dari hasil uji yang anda peroleh.

**Pengujian kuat tekan beton:**

Peralatan yang digunakan :

- a. Cetakan silinder atau kubus dengan ukuran sebagai berikut :
  - Silinder : diameter 15 cm, tinggi 30 cm.
  - Kubus : 15 x 15 x 15 cm.
  - Kubus : 20 x 20 x 20 cm.
- b. Timbang dengan ketelitian 0,3 % dari berat contoh.
- c. Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm, bagian ujung dibulatkan dan sebaiknya terbuat dari baja tahan karat.
- d. Bak pengaduk beton yang kedap air atau mesin pengaduk (mollen).
- e. Mesin tekan, dengan kapasitas sesuai kebutuhan.
- f. Satu setalat pelapis / capping.
- g. Peralatan tambahan : ember, sekop, sendok spesi, perata . spatula dan lalam.
- h. Satus et alat pemeriksaan slump dan bobot isi beton.

Pembuatan benda uji :

- a. Pembuatan dan pematangan benda uji.
  - Pengadukan secara manual :  
Masukan semen dan agregat halus ke dalam bak pengaduk, kemudian aduklah dengan sekop sampai merata, kemudian masukan agregat kasar dan aduklah sampai merata dan teruskan pengadukan sambil menambahkan air pencampur sedikit demi sedikit. Setelah semua air pencampur dimasukan ke dalam bak pengaduk, teruskan pengadukan sampai beton merata.
  - Pengadukan dengan mesin pengaduk / mollen :  
Masukkan agregat kasar dan air pencampur sebanyak 30 % sampai 40 % ke dalam pengaduk. Jalankan mesin pengaduk, masukan agregat halus, semen dan sisia air pencampur. Setelah semua bahan campuran beton dimasukkan ke dalam mesin pengaduk, aduklah beton selama 3 menit, kemudian tuangkan adukan beton ke dalam

- talam dan aduklah lagi dengan sekop sampai merata.
- b. Tentukan slump menurut cara pemeriksaan.

Apabila slump yang didapat tidak sesuai dengan yang dikehendaki, ulangi pekerjaan (a) dengan menambah atau mengurangi agregat sampai mendapat slump yang dikehendaki. Kemudian tentukan berat isi menurut cara pemeriksaan.

- c. Pemasukan benda uji ke cetakan.

Isilah cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, pada tiap-tiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada saat melakukan pemadatan lapisan pertama, tongkat pemadat tidak boleh mengenai dasar cetakan. Pada saat pemadatan lapisan kedua serta ketiga, tongkat pemadat boleh masuk kira-kira 25,4 mm kedalam lapisan di bawahnya. Setelah selesai melakukan pemadatan, ketuklah sisi cetakan perlahan-lahan sampai rongga bekas tusukan tertutup.

Ratakan permukaan beton dan tutuplah segeradengan bahan kedap air serta tahan karat. Kemudian biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam dan letakkan pada tempat yang bebas dari getaran. Setelah 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji.

- d. Proses pematangan (curing).

Rendamlah benda uji dalam bak perendam berisi air yang telah memenuhi persyaratan pematangan (curing) selama waktu yang dikehendaki.

Persiapan pengujian :

- a. Ambillah benda uji yang akan ditentukan kekuatannya dari bak perendam, kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab.
- b. Tentukan berat dan ukuran benda uji.

- c. Lapislah (capping : untuk benda uji silinder ) permukaan atas dan bawah benda uji dengan mortar belerang.
- d. Benda uji siap untuk diperiksa.

Proses pelaksanaan :

- a. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara centris.
- b. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban secara konstan, berkisar antara 2 sampai 4 kg / cm<sup>2</sup> per detik.
- c. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catanlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
- d. Gambar bentuk pecah / retakan yang terjadi dan catatlah keadaan benda uji.

Rumus perhitungan kekuatan tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji (kg/cm<sup>2</sup>). (hal 39-40 PBI tahun 1971 N.I. – 2)

$$\sigma_{bi} = \frac{P}{A} \times \frac{1}{U} \times \frac{1}{BU}$$

$$\sigma_{bm} = \Sigma \sigma_{bi} - N$$

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma (\sigma_{bm} - \sigma_{bi})^2}{N - 1}}$$

$$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,64 \times s$$

Dimana :

P = kuat tekan tiap benda uji (Kg)

A = luas penampang benda uji (cm)

U = umur beton

BU = perbandingan kekuatan tekan

$\sigma_{bi}$  = kekuatan tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{bm}$  = kekuatan tekan beton rata-rata (kg/cm<sup>2</sup>)

s = deviasi standar (kg/cm<sup>2</sup>)

N = jumlah benda uji

$\sigma_{bk}$  = kekuatan tekan beton karakteristik (Tabel, dan grafik terlampir).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis didapatkan, nilai-nilai dari pengujian agregat, sebagai berikut : untuk kerikil palu, didapatkan hasil kadar air sebesar 1,681 %, berat jenis sebesar 2,515

gram, berat isi sebesar 1,476 kg/dm<sup>3</sup>, penyerapan 2,010 %. Untuk pasir palu, didapatkan hasil kadar air sebesar 5,354 %, berat jenis sebesar 2,745 gram, berat isi sebesar 1,413 kg/dm<sup>3</sup>, penyerapan sebesar 7,611 %, sedangkan untuk genteng didapatkan hasil kadar air sebesar 49,660 %, berat jenis sebesar 6,006 gram, berat isi sebesar 1,190 kg/dm<sup>3</sup>, penyerapan sebesar 29,102 %.

Dari hasil perhitungan kuat tekan beton dengan campuran biasa didapatkan nilai kuat tekan sebesar : 210,3019 kg/cm<sup>2</sup> , memenuhi karakteristik beton K-175 yang direncanakan. Sedangkan pada campuran dengan genteng didapatkan nilai kuat tekan sebesar ; 148,1169 kg/cm<sup>2</sup> , nilai ini tidak memenuhi karakteristik beton K-175 yang direncanakan, disebabkan karena genteng memiliki kadar penyerapan, kadar air, dan kadar lumpur yang tinggi. Pengaruh dari masa curing adalah terjadinya peningkatan kekuatan tekan terhadap beton, semakin lama umur beton, maka semakin tinggi pula kuat tekan yang dihasilkan. Sedangkan dari hasil grafik perbandingan yang didapatkan diketahui bahwa pada umur 14 hari terjadi penurunan kekuatan tekan yang drastis, sedangkan pada umur 3, 7, 21, dan 28 perbandingannya tidak terlalu jauh terpaut.

Saran : Sebaiknya sebelum melakukan penelitian, data-data penunjang yang dapat membantu dalam penelitian haruslah lengkap, seperti kelebihan dan kelemahan dari genteng keramik, spek-spek agregat yang digunakan harus dalam komposisi dan standar yang sesuai dengan yang disyaratkan, serta pengolahan benda uji yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

#### **Ucapan terima kasih**

Dengan memanjatkan Puji dan Syukur kehadiran Allah S.W.T, yang Maha Penga-

#### **LAMPIRAN**

sih lagi Maha Penyayang yang telah memberikan taufiq dan hidayah-Nya serta berkah dan karunia yang diberikan kepada kita semua. Karena atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga Tugas Akhir (TA) ini dapat selesai dengan baik.

Keberhasilan penyusunan ” Tugas Akhir (TA) ” ini tidak terlepas pula dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Untuk itu tiada kata yang paling berharga selain mengucapkan terima kasih atas segala perhatiannya yang disampaikan kepada: Bapak Ir. Tutuka Ariadji M.Sc.Ph.D selaku Direktuk Politeknik Balikpapan, Bapak H. Mahfud S.pd selaku ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Balikpapan, Ibu Mercyanti S.T selaku Dosen pembimbing, Bapak dan ibu Dosen di lingkungan Teknik Sipil, Orang tua saya yang turut mendoakan dan memberikan dukungan baik moril maupun materil, dan Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2004 yang telah banyak membantu dan memberikan semangat sehingga laporan ini dapat terselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.

#### **Daftar pustaka**

Ir.Puri Nurani, M. Fajar Subkhan, ST, (2001), Bahan Bangunan I. Malang : Penerbit Universitas Brawijaya Malang, Triono Budi Astanto, (2001), Konstruksi Beton Bertulang. Yogyakarta : Penerbit Kanisus, Ir. Wiratman Wangsadinata, (1971), Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I. – 2. Bandung: Penerbit Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan Direktorat Jendral Ciptakarya Departement Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Dr. Wuryati Samekto,M.Pd, Candra Rahmadianto, S.T. (2001), Teknologi Beton. Yogyakarta : Penerbit Kanisus.

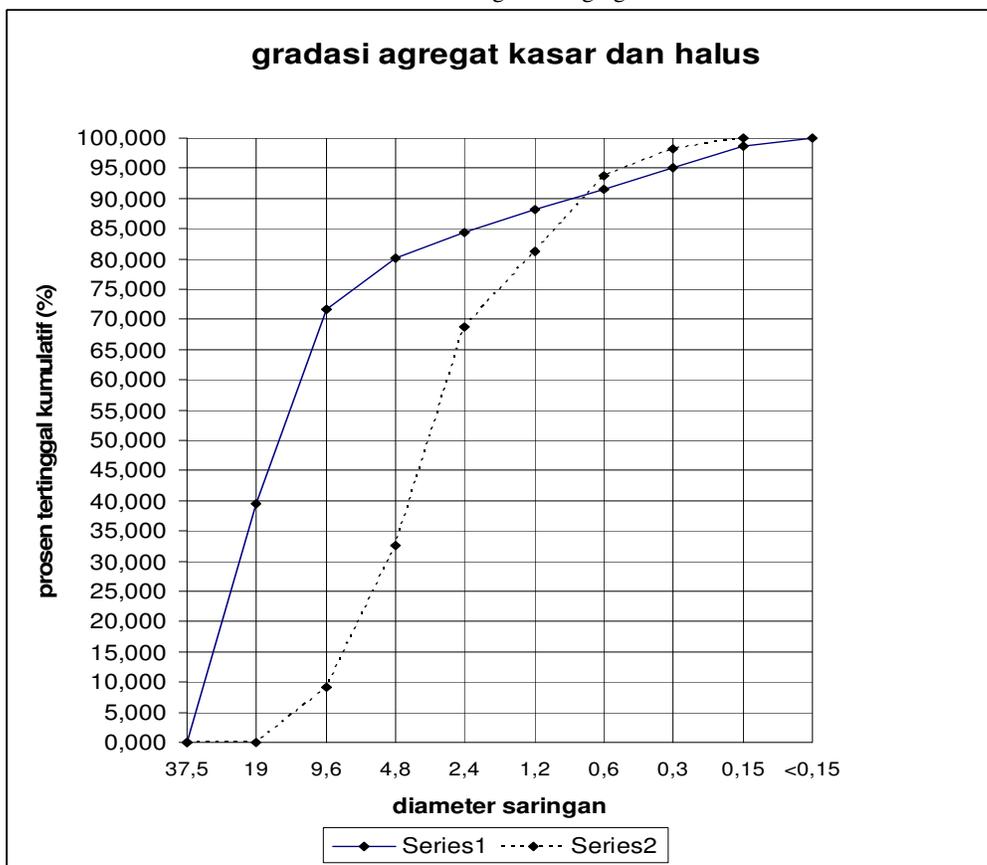
Tabel 1. Hasil uji gradasi agregat halus pasir palu

DIAMETER AYAKAN	BERAT TERTINGGAL	PROSEN TERTINGGAL	PROSEN TERTINGGAL KUMULATIF	PROSEN TEMBUS KUMULATIF
(mm)	(gram)	(%)	(%)	(%)
19	0,000	0,000	0,000	100,000
9,6	1,700	0,085	0,085	99,915
4,8	180,000	9,000	9,085	90,915
2,4	468,400	23,420	32,505	67,495
1,2	724,400	36,220	68,725	31,275
0,6	250,700	12,535	81,260	18,740
0,3	250,700	12,535	93,795	6,205
0,15	88,600	4,430	98,225	1,775
<0,15	35,500	1,775	100,000	0,000
	2000	100		

Tabel 2. Hasil uji gradasi agregat kasar kerikil palu

DIAMETER AYAKAN	BERAT TERTINGGAL	PROSEN TERTINGGAL	PROSEN TERTINGGAL KUMULATIF	PROSEN TEMBUS KUMULATIF
(mm)	(Gram)	(%)	(%)	(%)
37,5	0	0,000	0,000	100,000
19	1185,2	39,507	39,507	60,493
9,6	965,3	32,177	71,683	28,317
4,8	252,4	8,413	80,097	19,903
2,4	129,6	4,320	84,417	15,583
1,2	109,9	3,663	88,080	11,920
0,6	102,1	3,403	91,483	8,517
0,3	111,2	3,707	95,190	4,810
0,15	101,8	3,393	98,583	1,417
<0,15	42,5	1,417	100,000	0,000

Grafik 1. Grafik gradasi agregat kasar dan halus



Tabel 3. Kadar air agregat kerikil palu

KETERANGAN	SAMPLE	
	A	B
A. BERAT CAWAN + KERIKIL BASAH	179.90	182.10
B. BERAT CAWAN + KERIKIL KERING	177.30	179.50
C. BERAT AIR	2.60	2.60
D. BERAT CAWAN	22.90	24.60
E. BERAT KERIKIL KERING	154.40	154.90
KADAR AIR : C / E X 100 % ( % )	1.684	1.679
KADAR AIR RATA-RATA ( % )	1.681	

Tabel 4. Kadar air agregat pasir palu

KETERANGAN	SAMPLE	
	A	B
A. BERAT CAWAN + PASIR BASAH	160.00	160.40
B. BERAT CAWAN + PASIR KERING	153.60	152.90
C. BERAT AIR	6.40	7.50
D. BERAT CAWAN	24.80	22.20
E. BERAT PASIR KERING	128.80	130.70
KADAR AIR : $C / E \times 100 \%$ (%)	4.969	5.738
KADAR AIR RATA-RATA (%)	5.354	

Tabel 5. Kadar air agregat genteng

KETERANGAN	SAMPLE	
	A	B
A. BERAT CAWAN + GENTENG	136,80	142,35
B. BERAT CAWAN + GENTENG	105,40	110,00
C. BERAT AIR	31,40	32,35
D. BERAT CAWAN	43,70	43,20
E. BERAT GENTENG KERING	61,70	66,80
KADAR AIR : $C / E \times 100 \%$ (%)	50,891	48,428
KADAR AIR RATA-RATA (%)	49,660	

Tabel 6. Berat jenis agregat pasir palu

URAIAN	SAMPLE	
	A	B
A. BERAT SSD	66,40	69,40
B. GELAS UKUR + AIR	287,10	287,10
C. (GELAS UKUR + AIR) + SAMPLE SSD	327,20	328,80
D. BERAT KERING	61,60	64,60
BERAT JENIS : $A / (B + A - C)$	2,525	2,505
BERAT JENIS RATA-RATA	2,515	

Tabel 7. Berat jenis agregat kerikil palu

URAIAN	SAMPLE	
	A	B
A. BERAT SSD	81,10	101,60
B. GELAS UKUR + AIR	287,10	287,30
C. (GELAS UKUR + AIR) + SAMPLE SSD	338,40	352,20
D. BERAT KERING	79,50	99,60
BERAT JENIS : $A / (B + A - C)$	2,721	2,768
BERAT JENIS RATA-RATA	2,745	

Tabel 8. Berat jenis agregat genteng

URAIAN	SAMPLE	
	A	B
A. BERAT SSD	18,50	18,59
B. GELAS UKUR + AIR	36,90	37,25
C. (GELAS UKUR + AIR) + SAMPLE SSD	52,60	52,40
D. BERAT KERING	17,20	17,15
BERAT JENIS : $A / (B + A - C)$	6,607	5,404
BERAT JENIS RATA-RATA	6,006	

Tabel 9. Penyerapan agregat pasir palu

URAIAN	SAMPLE	
	A	B
A. BERAT SSD	66,4	69,4
B. BERAT KERING	61,6	64,6
PENYERAPAN : $(A - B) / B \times 100 \% ( \%)$	7,792	7,430
PENYERAPAN RATA-RATA ( % )	7,611	

Tabel 10. Penyerapan agregat kerikil palu

URAIAN	SAMPLE	
	A	B
A. BERAT SSD	81,1	101,6
B. BERAT KERING	79,5	99,6
PENYERAPAN : $(A - B) / B \times 100 \% ( \%)$	2,013	2,008
PENYERAPAN RATA-RATA ( % )	2,010	

Tabel 11. Penyerapan agregat genteng

URAIAN	SAMPLE	
	A	B
A. BERAT SSD	141,25	142
B. BERAT KERING	109,4	110
PENYERAPAN : $(A - B) / B \times 100 \%$ (%)	29,113	29,091
PENYERAPAN RATA-RATA (%)	29,102	

Tabel 12. Berat isi agregat pasir palu

URAIAN	SAMPLE	
	A	B
A. BERAT TEMPAT + SAMPLE	14607	14575
B. BERAT TEMPAT	8774	8774
C. BERAT SAMPLE	5833	5801
D. VOLUME TEMPAT	4116,72	4116,72
BERAT ISI : $(C / D)$	1,417	1,409
BERAT ISI RATA-RATA	1,413	

Tabel 13. Berat isi agregat kerikil palu

URAIAN	SAMPLE	
	A	B
A. BERAT TEMPAT + SAMPLE	14851	14848
B. BERAT TEMPAT	8774	8774
C. BERAT SAMPLE	6077	6074
D. VOLUME TEMPAT	4116,72	4116,72
BERAT ISI : $(C / D)$	1,476	1,475
BERAT ISI RATA-RATA	1,476	

Tabel 14. Berat isi agregat genteng

URAIAN	SAMPLE	
	A	B
A. BERAT TEMPAT + SAMPLE	6518	6520
B. BERAT TEMPAT	4900	4900
C. BERAT SAMPLE	1618	1620
D. VOLUME TEMPAT	1360	1360
BERAT ISI : $(C / D)$	1,190	1,191
BERAT ISI RATA-RATA	1,190	

Tabel 15. Data hasil uji tekan beton K-175

NO	SLUMP (CM)	WEIGHT OF SAMPLE (GRM)	DATE OF SAMPLE MADE MM-DD-YY	DATE OF SAMPLE TEST MM-DD-YY	MAX LOAD (KG)
1	10	8040	27/07/2007	30/07/2007	30200
2	10	7960	27/07/2007	30/07/2007	30100
3	10	7940	27/07/2007	30/07/2007	30150
4	10	8080	27/07/2007	30/07/2007	30100
5	11	8165	23/07/2007	30/07/2007	46000
6	11	8085	23/07/2007	30/07/2007	45000
7	11	8150	23/07/2007	30/07/2007	43500
8	11	8215	23/07/2007	30/07/2007	46500
9	8	7793	21/07/2007	04/08/2007	50100
10	8	7936	21/07/2007	04/08/2007	60150
11	8	8000	21/07/2007	04/08/2007	60050
12	8	7990	21/07/2007	04/08/2007	60000
13	8	8000	21/07/2007	11/08/2007	52500
14	8	7800	21/07/2007	11/08/2007	42500
15	8	7884	21/07/2007	11/08/2007	42000
16	8	7946	21/07/2007	11/08/2007	59000
17	8	8000	21/07/2007	18/08/2007	62000
18	8	7950	21/07/2007	18/08/2007	53000
19	8	7800	21/07/2007	18/08/2007	62000
20	8	7777	21/07/2007	18/08/2007	48000

\

Tabel 16. Perhitungan kuat tekan beton K-175 dengan campuran biasa

NO	P (Kg)	A	BU	UMUR	$\sigma_{bi}$	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$
1	30200	225	1	0,4	335,556	2777,129012
2	30100	225	1	0,4	334,444	2661,255863
3	30150	225	1	0,4	335,000	2718,883796
4	30100	225	1	0,4	334,444	2661,255863
5	46000	225	1	0,65	314,530	1003,168259
6	45000	225	1	0,65	307,692	616,7883867
7	43500	225	1	0,65	297,436	212,5418311
8	46500	225	1	0,65	317,949	1231,422845
9	50100	225	1	0,88	253,030	889,6368019

10	60150	225	1	0,88	303,788	438,0982133
11	60050	225	1	0,88	303,283	417,2110714
12	60000	225	1	0,88	303,030	406,9588074
13	52500	225	1	0,95	245,614	1387,044616
14	42500	225	1	0,95	198,830	7060,481879
15	42000	225	1	0,95	196,491	7459,060894
16	59000	225	1	0,95	276,023	46,69933491
17	62000	225	1	1	275,556	53,31230266
18	53000	225	1	1	235,556	2237,434496
19	62000	225	1	1	275,556	53,31230266
20	48000	225	1	1	213,333	4833,551764
$\Sigma =$					5657,142	39165,24834

N= 20 buah

$$\sigma_{bm} = \frac{\Sigma \sigma_{bi}}{N} = 282,857 \text{ kg/cm}^2$$

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma (\sigma_{bm} - \sigma_{bi})^2}{N-1}} = 44,24095859 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,64 \times s = 210,3019109 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel 17. Data uji tekan beton K-175 dengan campuran genteng

NO	SLUMP (CM)	WEIGHT OF SAMPLE (GRM)	DATE OF SAMPLE MADE MM-DD-YY	DATE OF SAMPLE TEST MM-DD-YY	MAX LOAD (KG)
1	9	7891	06/08/2007	09/08/2007	20000
2	9	7874	06/08/2007	09/08/2007	20500
3	9	7750	06/08/2007	09/08/2007	21500
4	9	7812	06/08/2007	09/08/2007	22500
5	10	7865	07/08/2007	14/08/2007	33500
6	10	7730	07/08/2007	14/08/2007	34000
7	10	7889	06/08/2007	13/08/2007	34000
8	10	7900	06/08/2007	13/08/2007	35500
9	10	7770	07/08/2007	21/08/2007	30000
10	10	7874	07/08/2007	21/08/2007	29500
11	10	7930	07/08/2007	21/08/2007	28000
12	10	7900	07/08/2007	21/08/2007	34000

13	10	7700	04/08/2007	24/08/2007	40000
14	10	7818	04/08/2007	24/08/2007	44000
15	10	7830	04/08/2007	24/08/2007	40000
16	10	7955	04/08/2007	24/08/2007	41000
17	9	7855	04/08/2007	30/08/2007	40000
18	9	7900	04/08/2007	30/08/2007	40000
19	9	7941	04/08/2007	30/08/2007	46000
20	9	7822	04/08/2007	30/08/2007	44000

Tabel 18. Perhitungan kuat tekan beton K-175 dengan campuran genteng

NO	P (Kg)	A	BU	UMUR	$\sigma_{bi}$	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$
1	20000	225	1	0,4	222,222	457,2790379
2	20500	225	1	0,4	227,778	725,744166
3	21500	225	1	0,4	238,889	1447,859607
4	22500	225	1	0,4	250,000	2416,888629
5	33500	225	1	0,65	229,060	796,4638198
6	34000	225	1	0,65	232,479	1001,120861
7	34000	225	1	0,65	232,479	1001,120861
8	35500	225	1	0,65	242,735	1755,350587
9	30000	225	1	0,88	151,515	2432,757042
10	29500	225	1	0,88	148,990	2688,239937
11	28000	225	1	0,88	141,414	3531,211426
12	34000	225	1	0,88	171,717	848,0307046
13	40000	225	1	0,95	187,135	187,7896272
14	44000	225	1	0,95	205,848	25,0982438
15	40000	225	1	0,95	187,135	187,7896272
16	41000	225	1	0,95	191,813	81,45555223
17	40000	225	1	1	177,778	531,7802352
18	40000	225	1	1	177,778	531,7802352
19	46000	225	1	1	204,444	13,00544278
20	44000	225	1	1	195,556	27,90568224
$\Sigma =$					4016,763	20688,67133

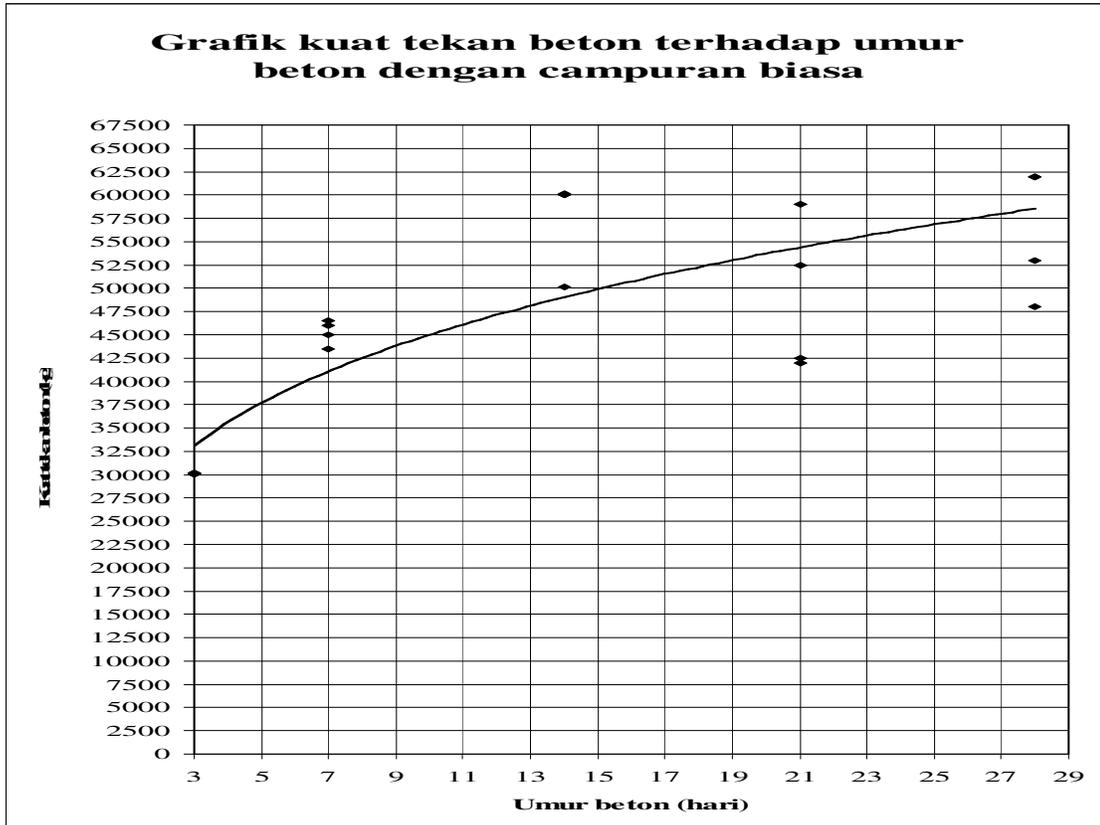
N= 20 buah

$$\sigma_{bm} = \frac{\Sigma \sigma_{bi}}{N} = \frac{4016,763}{20} = 200,838 \text{ kg/cm}^2$$

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma(\sigma_{bm}-\sigma_{bi})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{20688,67133}{19}} = 32,14706155 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,64 \times s = 148,1169575 \text{ kg/cm}^2$$

Grafik 2. Grafik kuat tekan beton terhadap umur beton dengan campuran biasa



Grafik 3. Grafik kuat tekan beton terhadap umur beton dengan campuran genteng

