STUDI PERBANDINGAN METODE UJI TEKAN HANCUR DENGAN UJI ANGKA PANTUL BETON KERAS PADA INDUSTRI PRACETAK

Wawan Kuswaya, Arnetta Rania Hartoko
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jln. Moch. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah P.O. Box 7715 JKS LA
Kelurahan Jagakarsa – Jakarta Selatan 12620, Telp. 78880275
Email: wawankuswaya@istn.ac.id, arnettarania@gmail.com

Abstrak

Dengan berkembangnya teknologi dan kebutuhan konstruksi, beton pracetak banyak digunakan sehingga pekerjaan struktur dilapangan menjadi lebih cepat, lebih bersih dan efisien. Seringkali, uji *hammer* digunakan untuk penerimaan dan penolakan mutu beton seperti uji *crushing* terutama pada industri pracetak, sedangkan pada SNI 03-4803 dikatakan bahwa uji *hammer* hanya digunakan untuk menentukan keseragaman hasil pengecoran, pengecekan mutu beton yang permukaannya kurang baik. Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui nilai perbandingan antara metode uji tekan hancur dan uji angka pantul palu beton dengan menggunakan benda uji kubus 15x15x15 cm.

Setelah itu pengumpulan data untuk penelitian ini diperoleh dari studi literatur mengenai uji angka pantul dan uji tekan hancur, lalu diperoleh dari salah satu industri beton pracetak untuk keseluruhan kegiatan penelitian ini seperti pembuatan dan pengujian benda uji kubus menggunakan kuat tekan rencana K-350 dan K-500 dan menggunakan 2 jenis beton yaitu Wet Mix SCC dan Dry Mix.

Hasil penelitian ini didapatkan nilai perbandingan antara uji angka pantul dengan uji tekan hancur, yaitu 64% untuk K-350 beton Wet Mix, 88% untuk K-350 beton Dry Mix dan 60% untuk K-500 beton Wet Mix. Didapatkan juga data statistik berupa nilai minimum, maksimum, rata – rata, standard deviasi, dan koefisien variasi.

Kata kunci : Uji angka pantul (*Hammer Test*), Uji Tekan Hancur (*Crushing Test*), Beton Wet Mix, Beton Dry Mix, Nilai Selisih Perbandingan.

Abstract

With the development of technology and construction needs, precast concrete is widely used so that structural work in the field becomes faster, cleaner and more efficient. Often, the hammer test is used to accept and reject concrete quality, such as crushing tests, especially in the precast industry, whereas in SNI 03-4803 it is stated that the hammer test is only used to determine the uniformity of casting results, checking the quality of concrete whose surface is not good. The purpose of writing this thesis is to determine the comparative value between the crushing compression test method and the concrete hammer rebound number test using a 15x15x15 cm cube test object.

After that, data collection for this research was obtained from literature studies regarding the rebound number test and crushing compression test, then obtained from one of the precast concrete industries for all of this research activity such as making and testing cube test objects using the planned compressive strength K-350 and K- 500 and uses 2 types of concrete, namely Wet Mix SCC and Dry Mix.

The results of this research showed that the comparison value between the rebound number test and the crushing pressure test was 64% for K-350 Wet Mix concrete, 88% for K-350 Dry Mix concrete and 60% for K-500 Wet Mix concrete. Statistical data was also obtained in the form of minimum, maximum, average, standard deviation and coefficient of variation values.

Keywords : Reflection number test (Hammer Test), Crushing Pressure Test, Wet Mix Concrete, Dry Mix Concrete, Correlation Value

PENDAHULUAN

Beton adalah material penting dan umum digunakan untuk berbagai macam konstruksi bangunan sipil. Dalam perkembangannya, metode beton pracetak (*Precast Concrete*) banyak digunakan karena alasan pekerjaan menjadi lebih efektif dan eifisien. (Amhudo, R.2018) Beton juga harus memenuhi syarat kualitas yaitu kuat tekan beton. Untuk memastikan apakah beton yang dibuat memiliki kuat tekan yang ditetapkan perencana, maka perlu dilakukan pengujian. Ada 2 (dua) pengujian yang bersifat destruktif dan non destruktif. Pengujian destruktif yang paling umum dilakukan adalah dengan melakukan uji tekan hancur menggunakan alat *crushing test* terhadap benda uji yang dibuat saat melakukan pengecoran, sedangkan uji non destruktif yang paling populer di Indonesia adalah uji angka pantul beton (*hammer test*).

Dikarenakan suatu alasan tertentu, uji angka pantul beton (*hammer* test) pada praktiknya dijadikan sebagai dasar penerimaan atau ditolaknya produk-produk pracetak saluran, sebagai contoh penerimaan mutu Saluran U-ditch Pracetak, Saluran Gorong-gorong Persegi Pracetak dan lain-lain. Padahal dalam R-SNI 03-4803 maupun ASTM C-805-02 dengan tegas menjelaskan bahwa "uji angka pantul tidak dapat digunakan sebagai dasar penerimaan atau penolakan beton karena ketidakpastian yang tersirat dalam perkiraan kekuatan".

Mengamati perkembangan ini penulis tertarik melakukan studi untuk mencari nilai perbandingan antara kuat tekan dari hasil uji tekan hancur (*crushing test*) dan kuat tekan perkiraan dari hasil uji angka pantul beton (*hammer test*) khususnya pada beton yang dihasilkan dari industri beton pracetak.

Tujuan dari penelitian ini adalah:
1. Mendapatkan nilai selisih perbandingan dari hasil uji kuat tekan beton antara uji angka pantul dengan uji tekan hancur.
2. Mengetahui perbedaan antara beton wet mix dan dry mix yang berkaitan dengan nilai perbandingan uji kuat tekan yang dilakukan (*crushing test* dan *hammer test*).
3. Memberikan informasi objektif dalam pelaksanaan dan evaluasi uji angka pantul dan uji tekan hancur untuk mengetahui mutu beton.

METODOLOGI PENELITIAN

Uraian Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pekerjaan, setiap proses perlu dikendalikan dan dikontrol dengan persyaratan/kriteria yang telah ditentukan. Setiap kegiatan merupakan suatu proses spesifik yang memerlukan input/masukan dan menghasilkan output yang dijadikan input untuk proses berikutnya. Masing-masing kegiatan akan diuraikan sebagai berikut:

a. Pengumpulan Informasi dan Data
   Informasi dan data diperoleh dari studi literatur seperti SNI mengenai uji kuat tekan hancur dan uji angka pantul beton keras, juga dari makalah, jurnal, dan penelitian akademis yang pernah dilakukan.
b. Pemilihan Mutu Beton dan Jenisnya

Tabel 1 Mutu dan Jenis Beton

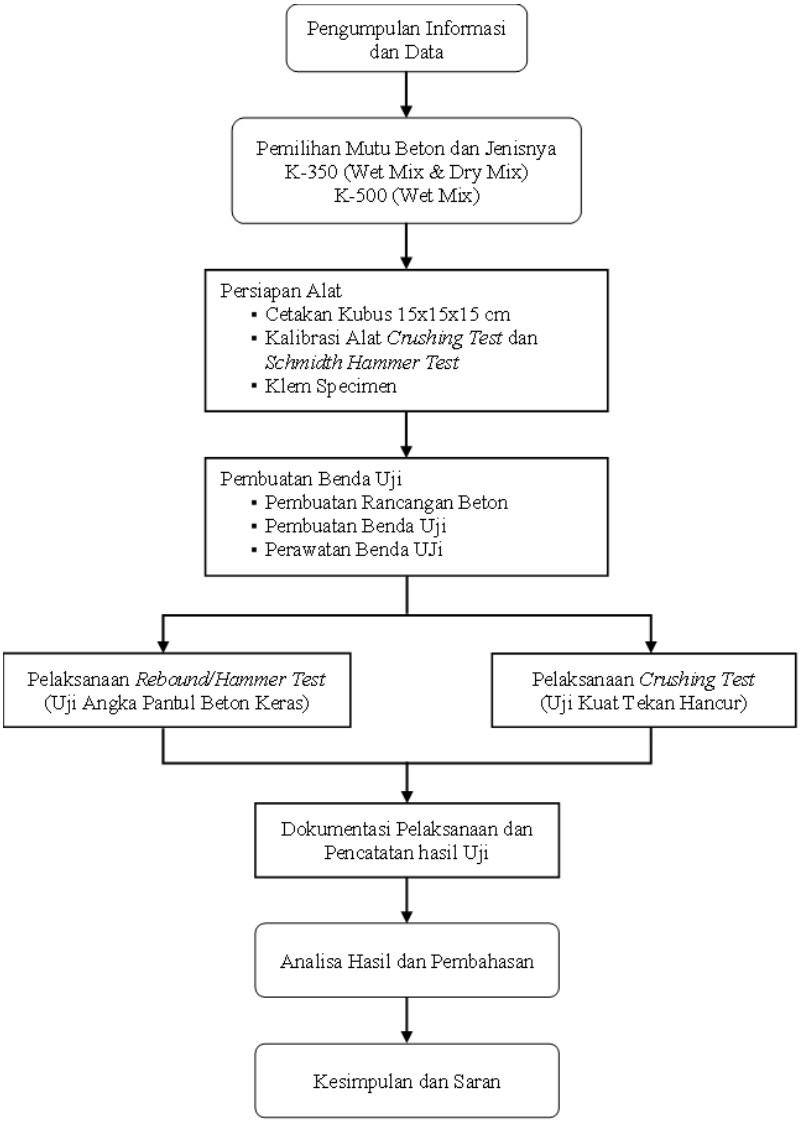
No	Mutu Beton	Jenis Beton
1	K-350 (kuat tekan kubus 350kg/cm^2)	Wet Mix dan Dry Mix
2	K-500 (kuat tekan kubus 500kg/cm^2)	Wet Mix

c. Persiapan Alat
   Alat yang dipersiapkan adalah *Crushing Test Machine* dan *Schmidth Hammer Test*. Alat ini telah dimiliki oleh industri dan dalam keadaan baik dan terpelihara, serta hasil uji dianggap sah karena alat tersebut dikalibrasi oleh Badan Kalibrasi yang terakreditasi KAN (Komite Akreditasi Nasional). Alat pendukung lainnya adalah:
   1. Cetakan kubus untuk membuat benda uji
   2. *Batching Plant* yang dilengkapi dengan mixer, alat penakar dan penimbang material (semen, agregat halus, agregat kasar, air dan *admixture*) yang dikontrol secara automatis dengan komputer
   3. *Bracket*/Klem yang dirancang khusus untuk memegang secara kuat benda uji kubus saat dilakukan uji angka pantul beton keras agar tidak bergerak selama pengujian yang mengakibatkan hasil tidak akurat.
d. Pembuatan Benda Uji
   Benda uji yang dibuat adalah benda uji kubus 15x15x15 cm, jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 70 benda uji kubus dengan hari yang berbeda dan akan dilakukan uji pada umur beton 28 hari. Benda uji akan terus direndam dalam bak yang terjaga airnya hingga 1 hari sebelum pengujian akan dikeringkan terlebih dahulu.

e. Pelaksanaan Uji
Pertama akan dilakukan uji angka pantul dengan alat *Schmidth Hammer*. Benda uji diberi marking untuk menentukan titik-titik pukulan kemudian diklem agar tidak bergerak selama diberi pukulan, nilai 10 pukulan diambil dan dicatat. Nilai perkiraan kuat tekan beton diperoleh dari Nilai bacaan *hammer test* yang ditunjukkan ada grafik yang tercetak di alat tersebut.
Selanjutnya benda uji dibawa ke *Crushing Test Machine* untuk dilakukan uji tekan hancur, timbang benda uji dan catat hasilnya sebelum dilakukan uji. Besarnya beban yang menyebabkan benda uji hancur dicatat dan hitung kuat tekannya.

f. Evaluasi Hasil Uji
Hasil perkiraan uji kuat tekan yang diperoleh dari uji angka pantul dibandingkan dengan hasil uji kuat tekan hancur untuk masing-masing kuat tekan beton rencana dan jenis betonnya. Perbedaan ini akan dibuktikan dan dievaluasi untuk mengetahui seberapa besar nilai korelasi pada kedua uji tersebut. Selain itu, akan dianalisa juga hubungan nilai korelasi pada nilai kuat tekan beton yang berbeda, dalam hal ini K-350 dan K-500. Hasil korelasi akan dievaluasi dan dirumuskan dalam kesimpulan dan saran pada bagian akhir laporan penelitian ini.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Flow Chart

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Pengujian

a) Pengujian Angka Pantul Beton Keras

Benda uji kubus 15x15x15 cm diberi marking sebanyak 10 titik yang mempunyai jarak minimum 20 mm, kemudian benda uji diikat kuat dengan klem untuk menghindari getaran saat dilakukan pukulan. Arah pukulan adalah sudut 0° arah horizontal (posisi A pada grafik yang tertera pada alat uji) dan 10 data dari tiap benda uji dicatat pada form pengujian.

Gambar 2 Pelaksanaan Uji Angka Pantul dengan Alat *Schmidth Hammer Test* sudut 0°

b) Pengujian Angka Pantul Beton Keras

Setelah dilakukan uji angka pantul, benda uji dibawa ke tempat pengujian tekan hancur. Benda uji ditempatkan tepat di tengah kepala *pressing* mesin uji tekan hancur (*Concrete Crushing Test Machine*) lalu dilakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur. Bacaan nilai pada alat uji kuat tekan hancur dicatat dan dianalisa, dihitung tegangan tekan maksimum dengan rumus berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

σ = tegangan tekan (kg/cm^2 atau N/mm^2)

F = gaya tekan (kg atau N)

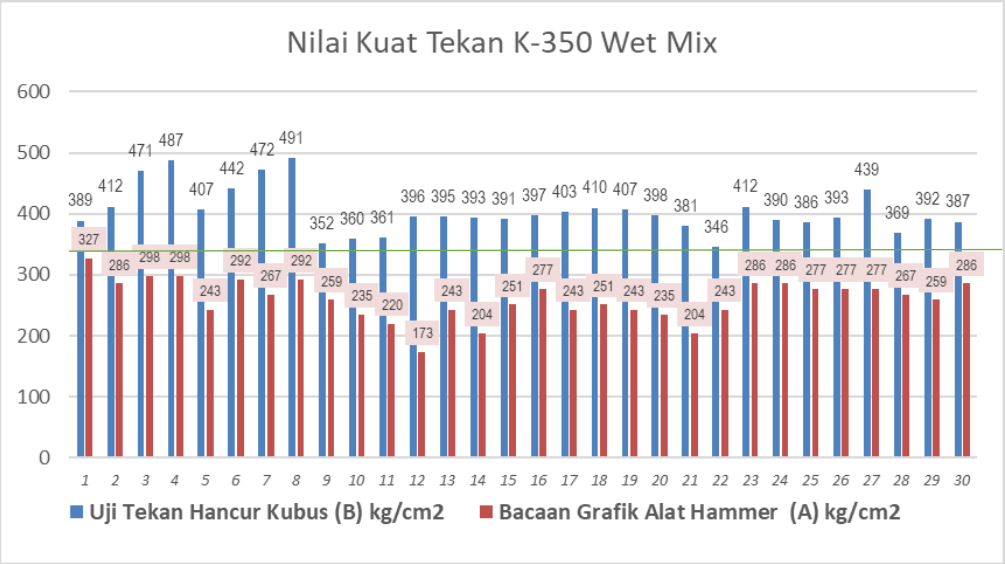
A = luas penampang benda uji (cm^2 atau mm^2)

Gambar 3 Pelaksanaan Uji Tekan Hancur pada kubus 15x15x15 cm

Evaluasi dan Analisa Hasil Pengujian

Hasil pengujian dari uji angka pantul dan uji tekan hancur pada sampel benda uji kubus 15x15x15 cm, untuk masing-masing mutu dan jenis beton adalah sebagai berikut:

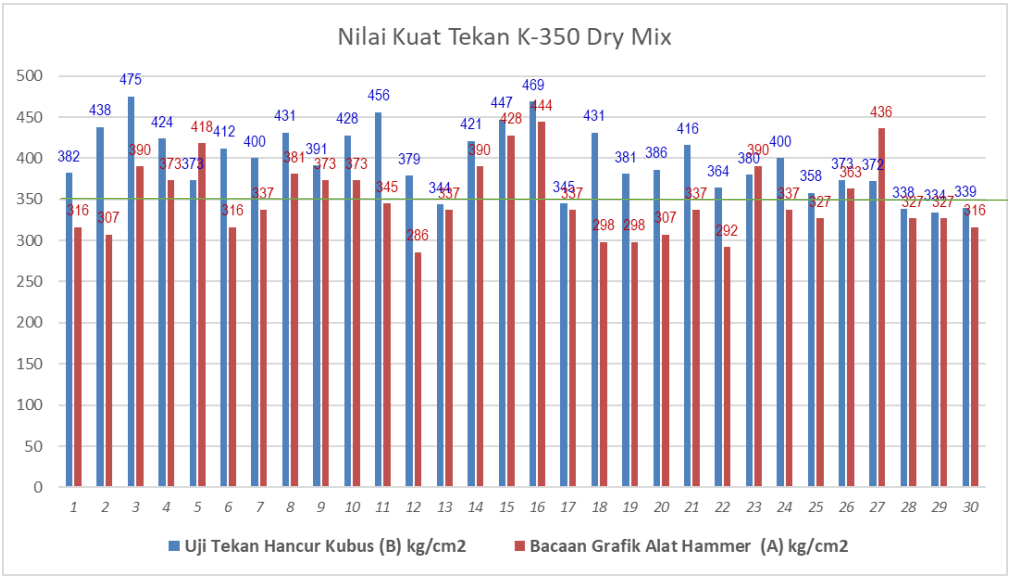
1. Kuat Tekan K-350 beton Wet Mix



Gambar 4 Grafik Nilai Kuat Tekan Beton K-350 Wet Mix

Berdasarkan grafik di atas, terdapat perbedaan nilai yang agak jauh dari batasan kuat tekan 350 kg/cm^2 pada hasil bacaan menggunakan alat uji angka pantul (*hammer test*), jika dibandingkan maka hasil nilai korelasi sebesar 64%.

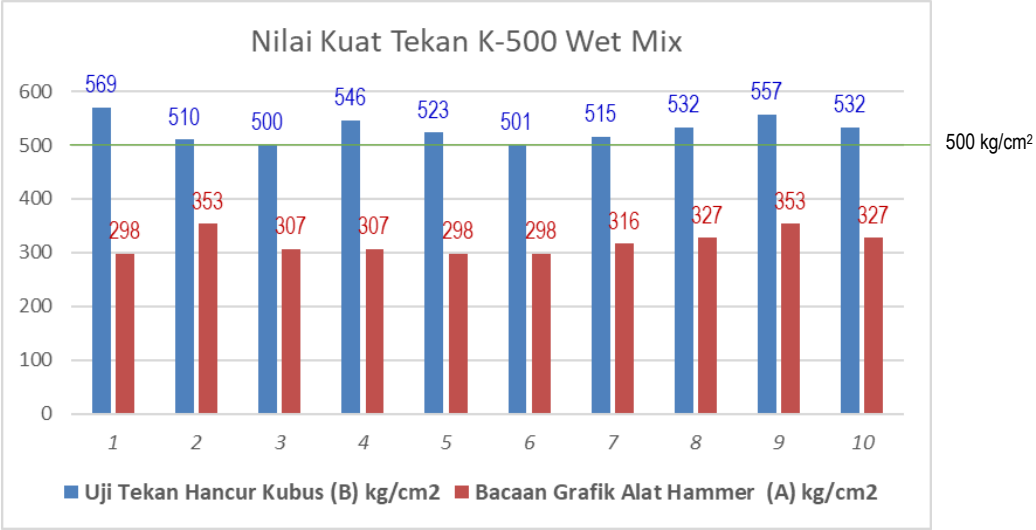
2. Kuat Tekan K-350 beton Dry Mix



Gambar 5 Grafik Nilai Kuat Tekan Beton K-350 Dry Mix

Berdasarkan grafik di atas, nilai hasil bacaan uji angka pantul sangat mendekati dan beberapa melebihi batasan kuat tekan 350 kg/cm^2, jika dibandingkan maka didapatkan nilai korelasi sebesar 88%. Hal ini dikarenakan beton dry mix memiliki karakteristik permukaan yang kasar, maka mempengaruhi hasil bacaan uji angka pantul.

3. Kuat Tekan K-500 beton Wet Mix



Gambar 6 Grafik Nilai Kuat Tekan Beton K-500 Wet Mix

Berdasarkan grafik di atas, nilai hasil bacaan uji angka pantul terdapat perbedaan nilai yang sangat jauh dari batasan kuat tekan 500 kg/cm^2 dari pada hasil uji tekan hancur yang melampaui kuat tekan 500 kg/cm^2, jika dibandingkan maka didapatkan nilai korelasi sebesar 60%. Maka pada mutu beton > 350 kg/cm^2 sebaiknya tidak digunakan untuk pengecekan mutu beton menggunakan alat uji angka pantul.

Pada tabel di bawah ini, ditampilkan perbandingan antara nilai kuat tekan dari bacaan uji angka pantul dan uji tekan hancur untuk masing-masing kuat tekan rencana dan jenis beton. Didapatkan juga nilai statistic dari data penelitian seperti jumlah populasi data, nilai tertinggi (maksimum), nilai terendah (minimum), nilai rata-rata, simpangan data (deviasi standar) dan koefisien variasi.

Tabel 2 Perbandingan Nilai Korelasi dan Data Statistik Nilai Kuat Tekan Beton

		K-350 Wet Mix SCC		K-350 Dry Mix		K-500 Wet-Mix SCC	
		Bacaan Grafik Hammer	Uji Tekan Hancur Kubus	Bacaan Grafik Hammer	Uji Tekan Hancur Kubus	Bacaan Grafik Hammer	Uji Tekan Hancur Kubus
Jumlah Benda Uji	(bh)	30	30	30	30	10	10
Nilai Maksimum	kg/cm2	327	491	444	475	353	569
Nilai Minimum	kg/cm2	173	346	286	334	298	500
Nilai Rata-Rata	kg/cm2	260	404	350	396	318	529
Std Deviasi (s)	kg/cm2	33	37	44	40	21	23
Koefisien Variasi (COV)	%	13%	9%	13%	10%	7%	4%

Nilai Korelasi Uji Hammer dan Uji Tekan Hancur	**260 / 404 = 64%**	**350 / 396 = 88%**	**318 / 529 = 60%**

Contoh perhitungan nilai statistik dari data penelitian untuk uji tekan hancur kubus dengan kuat tekan rencana K-500 adalah sebagai berikut:

- Nilai rata-rata x :

$$x = (x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_n)/n$$

$$x = \frac{569 + 510 + 500 + 546 + 523 + 501 + 515 + 532 + 557 + 532}{10}$$

$$x = \frac{5285}{10} = 528{,}5 \approx 529$$

- Standar deviasi s :

$$s = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n}{(n-1)}}$$

$$s = \sqrt{\frac{2.789.029 - 2.793.123}{(30-1)}}$$

$$s = \sqrt{\frac{4.907}{29}}$$

$$s = \sqrt{545}$$

$$s = 23{,}35$$

- Koefisien variasi

$$Cov = \frac{s}{x} \times 100\%$$

$$Cov = \frac{23}{529} \times 100\%$$

$$Cov = 4\ \%$$

- Kuat Tekan $f'c$:

$$f'c = x - 1.64 \times s$$

$$f'c = 529 - 1.64 \times 23$$

$$f'c = 490.78\ kg/cm^2$$

Dari tabel tersebut di atas dapat diamati dan dianalisa sebagai berikut:

1. Pada beton K-350 antara Wet Mix dan Dry Mix nilai kuat tekan rata-rata yang diperoleh dari bacaan hammer test cukup mempunyai perbedaan yang signifikan yaitu 260 kg/cm^2 dan 350 kg/cm^2 masing-masing untuk beton Wet-Mix dan Dry-Mix, (berbeda 24%) demikian juga perbedaan nilai korelasi yang cukup jauh yaitu 64% dan 88%. Sedangkan nilai kuat tekan rata-rata yang diperoleh dari uji tekan hancur dapat dikatakan hampir sama yaitu 404 kg/cm^2 dan 396 kg/cm^2 (berbeda 1%).
2. Pada beton K-350 dan K-500 Wet-Mix, terjadi perbedaan yang cukup besar antar kuat tekan yang diperoleh dari bacaan hammer test dengan kuat tekan dari uji tekan hancur kubus 15x15x15 cm yaitu 260 kg/cm2 dan 404 kg/cm2 Untuk beton Wet Mix K-350, dan untuk beton K-500 adalah 318 kg/cm2 dan 529 kg/cm2. Beton wet-mix mempunyai nilai korelasi 64% dan 60% masing-masing untuk K-350 dan K-500.
3. Koefisien variasi (COV) untuk uji angka pantul yaitu 13% mutu K-350 Wet mix dan Dry mix dan 7% untuk mutu K-500 Wet mix. Sedangkan Koefisien variasi untuk uji tekan hancur mempunyai nilai yang lebih baik (lebih kecil) yaitu 9% untuk K-350 Wet Mix, 10% untuk K-350 Dry Mix dan 4% untuk K-500 Wet Mix.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai selisih prosentase perbandingan antara Uji Angka Pantul dengan Uji Tekan Hancur pada beton jenis dry-mix lebih besar daripada beton jenis wet-mix, yaitu untuk beton dry mix dengan mutu K-350 adalah 88% dan untuk beton wet mix dengan mutu K-350 adalah 64%.
2. Pada pengujian menggunakan alat hammer test, lebih baik dipergunakan pada beton jenis Dry Mix yang ada pada industri pracetak. Karena pada beton dry mix mempunyai visual beton dengan permukaan lebih kasar dan pasta semen yang menutup permukaan lebih tipis dari pada jenis beton wet-mix, dan hal ini mempengaruhi nilai pada uji angka pantul (Hammer Test).
3. Pada beton mutu tinggi yaitu K-350 dan K-500, perkiraan kuat tekan beton dari hasil uji angka pantul (Hammer Test) lebih rendah dari pada hasil uji kuat tekan hancur (Crushing Test). Untuk itu, alat uji angka pantul (hammer test) lebih baik digunakan pada mutu beton rendah < 350 kg/cm2

untuk pengecekan mutu beton pada produk pracetak maupun beton cor di lapangan. Uji kuat tekan hancur sudah menjadi pedoman dalam penerimaan mutu beton, oleh karenanya uji angka pantul tidak dapat digunakan sebagai pengganti uji untuk penerimaan atau penolakan mutu beton, hanya digunakan untuk menguji keseragaman kuat tekan beton.

SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilakukan, maka disarankan:

1. Uji Angka Pantul (*Hammer Test*) sebaiknya digunakan hanya untuk mengetahui keseragaman mutu beton atas produk atau beberapa produk pracetak. (SNI 03-4803) Jika tidak tersedia data uji tekan hancur (Uji Tekan Kubus atau Uji Tekan Silinder), maka Uji Angka Pantul dapat dijadikan alat penerimaan atau penolokan mutu beton, tetapi harus dikoreksi dengan Nilai korelasi dari hasil penelitian dengan atau hasil uji coba angka pantul dan uji tekan hancur pada benda uji kubus atau benda uji silinder. (ASTM C 805-02)
2. Nilai korelasi perkiraan kuat tekan beton Uji Angka Pantul dan Uji Tekan Hancur, untuk beton mutu tinggi dengan nilai-nilai yang lain yaitu K-400, K-450, K-600 dan K-700 perlu ditentukan melalui penelitian serupa dengan populasi data minimal 30 untuk masing-masing mutu beton, agar diperoleh data yang cukup mewakili.
3. Perlu dilakukan penelitian serupa untuk mutu beton tinggi dengan slump normal (nilai slump 8 cm s/d 18 cm) untuk mencari perbedaan nilai korelasi dengan jenis beton Wet Mix SCC (*Self Compacting Concrete*)

DAFTAR PUSTAKA

ASTM C 805-02 Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete. (n.d.). America.

BSN. *RSNI 4803 Metode Uji Angka Pantul Beton Keras.* Jakarta.

BSN. (1998). *SNI 03-4810 Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Lapangan.* Jakarta.

BSN. (2002). *SNI 03-6815 Tata Cara Mengevaluasi Hasil Uji Kuat Tekan Beton.* Jakarta.

BSN. (2002). *SNI 03-6880 Spesifikasi Beton Struktural.* Jakarta.

BSN. (2011). *SNI 1974 Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder.* Jakarta.

BSN. (2011). *SNI 2493 Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium.* Jakarta.

BSN. (2000). *SNI 03-2834 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.* Jakarta.

BSN. (2019). *SNI 2847 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.* Jakarta.

Amhudo, R. L. (2018). *Perilaku Mekanik Beton Cetak Kering Dengan Semen OPC dan PPC*, Fakultas Teknik Sipil ITS. Surabaya.

Eka, I. G., Hendrikus, R., Moseda, D.A. (2019). *Korelasi Nilai Uji Kuat Tekan Kubus Dengan Nilai Pantulan Uji Palu Pada Beton Menggunakan Agregat Desa Takari-Timor,* 11(2), Fakultas Teknik UNR. Denpasar.

Dharmawan, W.I., Oktarina, D., Safitri, M. (2016). *Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Menggunakan Hammer Test dan Compression Testing Machine Terhadap Beton Pasca Bakar*, 22(1), Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malahayati. Bandar Lampung.

Ichsan, M., Tanjung, D., Malik, M. H. (2021). *Analisa Perbandingan Hammer Test dan Compression Testing Machine Terhadap Uji Kuat Tekan Beton,* 17(1), ISSN 2598-3814, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara. Medan.

Sumajouw, A.J., Pandaleke, R., Wallah, S.E. (2018). *Perbandingan Kuat Tekan Menggunakan Hammer Test Pada Benda Uji Portal Beton Bertulang dan Menggunakan Mesin Uji Kuat Tekan Pada Benda Uji Kubus,* 6(11), Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi. Manado.

Sayfullah, M., Musrifin., Saputra, A. (2020). *Uji Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Pasir Kali Desa Rongi Kec. Sampolawa Kab. Buton Selatan*, 6(1), Universitas Muhammadiyah Buton. Buton Selatan.

Tri Mulyono (2003), "*Teknologi Beton*", ISBN 979-763-054-4.