

ANALISA PERBANDINGAN HAMMER TEST DAN COMPRESSION TESTING MACHINE TERHADAP UJI KUAT TEKAN BETON

Muhammad Ichsan, Darlina Tanjung, M.Husni Malik Hasibuan

Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara

Jl. Sisingamangaraja Medan

Ichsanmuhammad2@gmail.com; darlinatanjung@yahoo.com; husnihasibuan@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jalan, maupun jembatan, dan terbuat dari hasil kombinasi antara agregat dan pengikat semen. Seringnya pemeriksaan uji kuat tekan beton di lapangan menggunakan metode *non destructive test* yang bersifat tidak merusak dengan menggunakan alat hammer karena relatif lebih efisien dari pada harus mengambil sampel beton dan dibawa untuk uji lab. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perbandingan antara hammer test dan *compression testing machine* terhadap uji kuat tekan beton agar dapat menghasilkan kekuatan beton sesuai dengan yang direncanakan. Pada penelitian ini benda uji yang digunakan berupa beton berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, dengan total benda uji sebanyak 15 benda uji. Pengecoran dilakukan 3 gelombang per 5 benda uji untuk uji tekan dan modulus elastisitas hari 28. Dari hasil penelitian didapatkan nilai $R^2 = 0.0415$ yang menunjukkan arti bahwa determinasi atau faktor hubungan dari hammer test dan *compression test* adalah sebesar 4,15%.

Kata-Kata Kunci : Kuat Tekan, Hammer Test, Compression Testing Mechine (CTM)

I. Pendahuluan

Beton terbentuk dari campuran agregat halus, agregat kasar, semen dan air dengan perbandingan tertentu. Kualitas beton harus sesuai dengan spesifikasi struktur untuk memastikan kekuatan stabilitas struktur dan struktur desain, oleh karena itu diharuskan memverifikasi hal tersebut dengan cara melakukan pengujian kuat tekan beton.

Ada beberapa bentuk metode pengujian kuat tekan beton yang digunakan diantara pengujian – pengujian yang bersifat tidak merusak (*non destructive test*), setengah merusak (*semidestructive test*) dan merusak secara keseluruhan komponen – komponen yang diuji (*destructive test*).

Hammer Test suatu alat pemeriksaan mutu beton tanpa merusak beton (*non destructive test*), dimana metode pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban *impact* (tumbukan) pada permukaan beton dengan menggunakan suatu massa yang diaktifkan dengan menggunakan energi yang besarnya tertentu, adapun jarak pantulan yang timbul dari massa tersebut pada saat terjadi tumbukan dengan permukaan beton benda uji dapat memberikan indikasi kekerasan. Secara umum alat ini biasa digunakan untuk memeriksa keseragaman kualitas beton pada struktur dan mendapatkan perkiraan kuat tekan beton.

Core Drill Test digunakan pada pengujian mutu beton yang bersifat setengah merusak (*semidestructive test*), dilakukan dengan cara pengambilan sampel beton pada suatu struktur bangunan untuk dibawa ke laboratorium dan dilakukan pengujian seperti Kuat tekan, Karbonasi dan *Pullout test*. Pengujian kuat tekan ini biasanya lebih dikenal dengan pengujian “Beton Inti”.

Compression testing machine (CTM) digunakan untuk pengujian mutu beton yang bersifat merusak (*destructive test*) dan inilah paling mendekati nilai kuat beton sebenarnya dimana pengujian ini harus dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat *compression testing machine*.

Untuk mengetahui perbandingan uji beton antara metode hammer test dan press test.

II. Tinjauan Pustaka

1. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton.

Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3 kelas, yaitu:

- Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan Bo.
- Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara

- kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.
- c. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

Adapun pembagian kelas dan mutu beton ini, dapat dilihat dalam Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Kelas dan mutu beton

Kelas	Mutu	α'_{bk} kg/cm ²	$\alpha'_{bk}(S=4)$ kg/cm ²	Tujuan	Pengawasan mutu agregat	Terhadap kuat tekan
I	Bo	-	-	Non	Ringan	Tanpa
II	B1	-	-	Struktural	Sedang	Tanpa
-	K125	125	200	Struktural	Ketat	Kontinyu
-	K175	175	250	Struktural	Ketat	Kontinyu
-	K225	225	300	Struktural	Ketat	Kontinyu
III	>K225	>225	>300	Struktural	Ketat	Kontinyu
	5			Struktural		Struktural

Sumber : (Paul Nugraha & Antoni, 2007)

2. Beton berdasarkan jenis

Berdasarkan jenisnya beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu:

a. Beton ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran shale, lempung, slates, residu slag, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 800-1800 kg/m³ atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar 1400 kg/m³, dengan kekuatan tekan umur 28 hari antara 6,89 Mpa sampai 17,24 Mpa menurut SNI 08-1991-03.

b. Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m³ – 2400 kg/m³ dengan kuat tekan sekitar 15 – 40 Mpa.

c. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m³. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

d. Beton massa (*mass concrete*)

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

e. Ferro-Cement

Ferro-Cement adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.

f. Beton serat (*fibre concrete*)

Beton serat (*fibre concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.

Disamping beton memiliki pengelompokan, beton pun memiliki kelebihan dan kekurangan, yaitu (Mulyono, T, 2004) :

1. Kelebihan:

- Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
- Mampu memikul beban yang berat
- Tahan terhadap temperatur tinggi
- Biaya pemeliharaan yang kecil
- Tahan terhadap air asin.

2. Kekurangan:

- Bentuk yang dibuat sulit untuk diubah
- Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
- Berat
- Daya pantul suara yang besar.

2.2 Material Penyusun Beton

Berikut ini adalah material- material yang merupakan komposisi campuran beton :

2.2.1 Semen

Semen merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling klinker yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina, dan oksid besi), dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis. (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1989).

Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun sebagai bahan pengikat maka peranan semen sangat penting. Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan.

Sifat-sifat kimia dari bahan pembentuk ini mempengaruhi kualitas semen yang dihasilkan, sebagaimana hasil susunan kimia yang terjadi diperoleh senyawa dari semen Portland. Sedangkan untuk susunan oksida semen Portland (Paul Nugraha & Antoni, 2007), sebagai berikut:

Tabel 2. Empat Senyawa Utama dari Semen Portland

Nama Senyawa	Rumus Empiris	Rumus Oksida	Notasi
Trikalsium Silikat	Ca ₃ SiO ₅	3CaO.SiO ₂	C ₃ S
Dicalcium Silikat	Ca ₂ SiO ₄	2CaO.SiO ₂	C ₂ S
Trikalsium Alumnat	Ca ₃ Al ₂ O ₃	3CaO.A12O ₃	C ₃ A
Tetracalsium Aluminoforit	2Ca ₂ AlFeO ₅	4CaO.A12O ₃ FeO ₃	C ₄ AF
Calcium sulfat dyhydrat		CaSO ₄ .2H ₂ O	CSH ₂

Sumber : (Paul Nugraha & Antoni, 2007)

Tabel 3. Susunan Oksida Semen Portland secara umum

Oksida	Notasi Pendek	Nama Umum	% Berat
(CaO)	C	Kapur	63
(SiO ₂)	S	Silika	22
(Al ₂ O ₃)	A	Alumunia	6
(Fe ₂ O ₃)	F	Besi	2,5
(MgO)	M	Magnesia	2,6
(SO ₂)	S	Sulfur dioksida	2
(K ₂ O)	K	Alkalis	0,6
(Na ₂ O)	N	Disodium oksida	0,3
(CO ₂)	C	Karbon dioksida	-
(H ₂ O)	H	Water	-

Sumber : (Paul Nugraha & Antoni, 2007)

Tabel 4. Sifat masing – masing komposisi utama semen

Bahan	Kecepatan Hidrasi	Panas Hidrasi (J/g)	Andil terhadap kekuatan	susut
C ₃ S	cepat	503 - tinggi	> setelah 28 hari	sedang
C ₂ S	lambat	260 - rendah	> setelah 28 hari	sedang
C ₃ A	Sangat cepat	867 - sangat tinggi	> dalam 1 hari	besar
C ₄ AF	cepat	419 - sedang	Sedikit	kecil

Sumber : (Paul Nugraha & Antoni, 2007)

Senyawa-senyawa kimia dari semen Portland adalah tidak stabil secara termodinamis, sehingga sangat cenderung untuk bereaksi dengan air. Untuk membentuk produk hidrasi dan kecepatan bereaksi dengan air dari setiap komponen adalah berbeda-beda, maka sifat-sifat hidrasi masing-masing komponen perlu dipelajari.

1. *Tricalcium Silikat* (C₃S) = 3CaO. SiO₂

Senyawa ini mengalami hidrasi yang sangat cepat yang menyebabkan pengerasan awal, menunjukkan desintegrasi (perpecahan) oleh sulfat air tanah, oleh perubahan volume kemungkinan mengalami retak-retak.

2. *Dicalcium Silikat* (C₂S) = 2CaO.SiO₂

Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam dan dapat mengeluarkan panas, kualitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruh

terhadap kekuatan beton awal umurnya, terutama pada 14 hari pertama.

3. *Tricalcium Alumnat* (C₃A) = 3CaO.A12O₃

Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat, dan memiliki ketahanan kimia agresi yang relatif tinggi, penyusutan yang relatif rendah.

III. Hasil Penelitian

3.1. Pengujian Slump

Hasil pengujian *slump test* diperoleh dari nilai rata-rata 7 cm seperti yang terlihat pada Gambar 1 dimana nilai *slump* tersebut memenuhi nilai *slump* rencana. Dari observasi visual terlihat bahwa beton segar memiliki sifat adhesif antara pasta atau mortar dengan agregat yang baik sehingga tidak terjadi *segregasi* dan *bleeding*.



Gambar 1. Pengujian Slump

Sumber : (Hasil Penelitian)

3.2 Berat Volume Beton

Berat volume masing- masing benda uji pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Berat volume benda uji

Ukuran Benda Uji (mm)	No. Sampel	Berat Benda Uji (kg)	Volume Silinder (m ³)	Berat Volume (Kg/m ³)
Silinder 150x300	1	16,378	0,0053	3090,2
	2	17,211	0,0053	3247,4
	3	18,877	0,0053	3561,7
	4	20,542	0,0053	3875,9
	5	21,653	0,0053	4085,5
	6	11,659	0,0053	2199,9
	7	11,936	0,0053	2252,1
	8	12,214	0,0053	2304,6
	9	12,492	0,0053	2356,9
	10	12,769	0,0053	2409,2
	11	12,658	0,0053	2388,3
	12	13,047	0,0053	2461,7
	13	13,047	0,0053	2461,7
	14	13,213	0,0053	2493,0
	15	16,933	0,0053	3194,9

Sumber : (Hasil penelitian)

3.3 Hasil Hammer Test

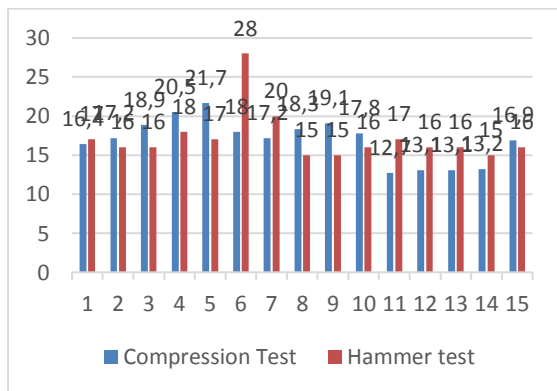
Dari hasil pengujian yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil, Universitas Islam Sumatera Utara , diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Pengujian Hammer

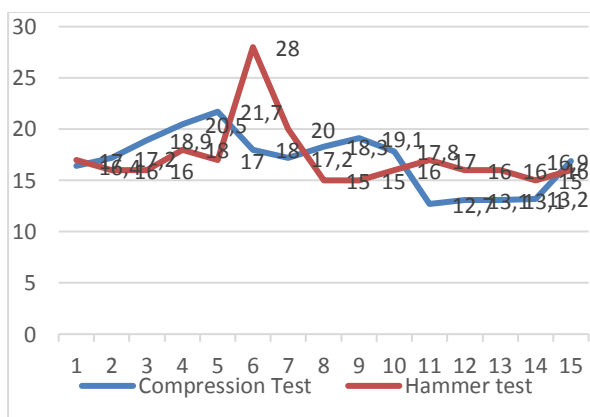
Ukuran Benda Uji (mm)	No. Sampel	Nilai R rata-rata	kuat tekan (Mpa)	kuat tekan (kg/cm ²)
Silinder 150x300	1	22	17	204.819
	2	20,4	16	192.771
	3	20,8	16	192.771
	4	23,4	18	216.867
	5	21,8	17	204.819
	6	30	28	337.349
	7	24	20	240.963
	8	20,4	15	180.722
	9	20,4	15	180.722
	10	21	16	192.771
	11	22,2	17	204.819
	12	21,2	16	192.771
	13	21,2	16	192.771
	14	20,4	15	180.722
	15	21	16	192.771

Sumber : (Hasil penelitian)

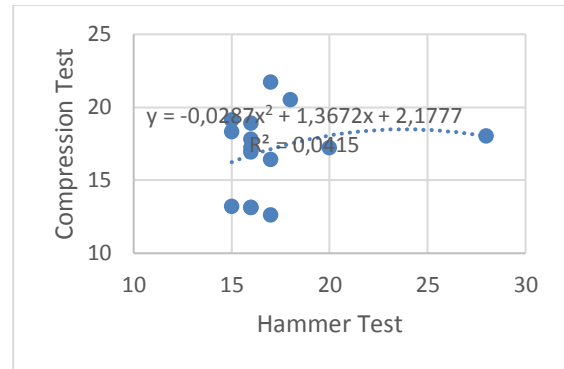
3.4 Analisa Perbandingan



Gambar 2. Grafik Perbandingan Hammer Test dan Compression Test 15 sampel



Gambar 3. Kurva Perbandingan Hammer Test dan Compression Test 15 sampel



Gambar 4. Hasil Model Regresi Nilai Uji Hammer dan Compression test menggunakan microsoft excel

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari analisa perbandingan *hammer test* dan *compression test* , dapat disimpulkan bahwa:

1. Faktor utama yang mempengaruhi pembacaan rebound pada *hammer test* adalah kekerasan permukaan benda uji, padahal kekerasan permukaan tidak identik dengan kuat tekan benda uji secara keseluruhan.
2. Didapatkan hasil $R^2 = 0.0415$ yang menunjukkan arti bahwa determinasi dari *hammer test* dan *compression test* adalah sebesar 4,15%.
3. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pernyataan bahwa *hammer test* bukan merupakan alternatif metode pengujian kuat tekan beton, tapi sebagai indikator untuk menilai mutu beton (SNI 03-4430-1997) adalah benar. Pada kenyataan dilapangan, *hammer test* digunakan untuk menentukan apakah benda uji memiliki mutu yang seragam atau presisi. Apabila ditemukan ketidakseragaman nilai pembacaan *rebound number* pada hammer test maka diambil sampel core dari benda uji untuk diuji laboratorium mengenai kelayakannya serta diuji mutu atau kuat tekannya.

4.2 Saran

Dalam penelitian ini didapati beberapa kendala yang mengakibatkan hasil yang diperoleh belum sepenuhnya akurat. Sehingga ada baiknya memperhatikan hal – hal berikut :

1. Proses pencampuran bahan penyusun beton dilakukan 1(satu) kali untuk semua semua benda uji, untuk menjaga keseragaman campuran dan perlakuan yang sama.
2. Lebih teliti pada saat penembakan *hammer* ke sampel beton karena posisi penembakan mungkin akan mempengaruhi nilai *rebound*.
3. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai pengujian kuat tekan dengan metode *non destructive test* (NDT) lainnya dengan varian komposisi beton, jumlah sampel dan temperatur yang berbeda.

Daftar Pustaka

- [1]. ASTM Standard C 150-07. 1990, *Standard Specification for Portland Cement* (ASTM C 150-07). USA: ASTM International.
- [2]. ASTM C 805 (*North American Standard*). *Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete*. USA: ASTM International.
- [3]. Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2847-2002. Tata Cara Perhitungan Standar Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta : Dewan Standarisasi Nasional.
- [4]. Del Viso. J.R, Carmona. J.R, G. Ruiz. 2007. *Shape and size effects on the compressive strength of high-strength concrete*. *Journal of Cement And Concrete Research* 38, 386-3.
- [5]. Kardiyono Tjokrodimulyo 1992, *Teknologi Beton, Buku Ajar Pada Jurusan Teknik Sipil*, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [6]. Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi. Yogyakarta
- [7]. Paul Nugraha dan Antoni, 2007. *Teknologi Beton*, Penerbit C.V Andi Offset, Yogyakarta.