

UJI EKSPERIMENTAL KEKUATAN TEKAN BETON MUDA (EARLY AGE CONCRETE) DENGAN METODE HAMMER TEST

EXPERIMENTAL TEST OF YOUNG CONCRETE PRESSURE (EARLY AGE CONCRETE) WITH HUMMER TEST METHOD

M. Bilal Rhobani

Mahasiswa Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Negeri Yogyakarta

Jln. Colombo No.1 Yogyakarta 55281

bilalrhobani@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengkaji tentang hubungan antara kekuatan tekan beton muda dengan metode non destructive test. Penelitian ini bertujuan untuk mencari hubungan antara kuat tekan beton dengan menggunakan compressive testing machine dan angka pantul beton dengan hammer test. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran terhadap kelayakan penggunaan hammer test dalam pengecekan kekuatan struktur dan quality control di lapangan.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium. Pada penelitian ini benda uji yang digunakan adalah silinder beton dengan dimensi 150 x 300 mm. Benda uji berjumlah 24 buah dari 4 variasi yang telah ditentukan. Notasi benda uji meliputi BN yaitu beton normal, dua digit kedua merupakan kode SNI 2000, dan dua digit ketiga merupakan kuat tekan rencana. Benda uji terdiri dari 3 varian umur beton yaitu 7, 14, 28 hari dengan satu data uji meliputi 2 sampel benda uji.. Tiap varian umur beton terdiri dari 3 varian kuat tekan rencana yaitu : 25 MPa, 30MPa, dan 35 MPa. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dengan menggunakan compressive testing machine dan pengujian angka pantul beton menggunakan hammer test didapatkan hasil hubungan trendline yang selalu naik pada setiap umur beton sehingga semakin tinggi nilai kuat tekan beton, maka nilai angka pantul beton juga semakin tinggi. Dengan begitu metode non destructive test dengan menghubungkan antara kuat tekan dengan angka pantul beton dapat digunakan sebagai indikasi awal pengecekan kekuatan struktur dan quality control di lapangan.

Kata Kunci: Kuat Tekan, Hammer Test, non destructive test

Abstract

This study examines the relationship between compressive strength of young concrete with non destructive test method. This study aims to find the relationship between compressive strength of concrete by using compressive testing machine and compressive strength of concrete by using hammer test. This study is expected to provide an overview of the feasibility of using hammer test in checking the strength of structure and quality control in the field.

This research uses laboratory experimental method. In this research, the test object used is concrete cylinder with dimension 150 X 300 mm. The test specimen is 24 pieces from 4 variations that have been determined. Notation of test object include BN that is normal concrete, second two digits is code of SNI 2000, and two third digit is compressive strength of plan. The test specimens consist of 3 variants of concrete age ie 7, 14, 28 days with one test data covering 2 sample specimens. Each variant of concrete age consists of 3 variants of compressive strength of plan: 25 MPa, 30MPa, and 35 MPa. Data analysis used in this research is quantitative descriptive.one independent variable).

Based on the results of compressive testing machine using compressive testing machine and the test of concrete reflection figures using hammer test resulted the trendline relationship that always rises at every age of concrete so that the higher the value of concrete compressive strength, the higher the value of reinforced concrete is also higher. Thus the non destructive test method by connecting the compressive strength with the concrete reflection can be used as an early indication of checking the strength of structure and quality control in the field.

Keywords : Strong Press, Hammer Test, non destructive test

PENDAHULUAN

Pada umumnya beton terdiri dari agregat, semen hidrolis, dan air. Beton dapat mengandung sejumlah rongga udara yang terperangkap atau dapat juga rongga udara yang sengaja dimasukkan melalui bahan tambah. Beton ialah campuran antara antara semen Portland atau semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah, membentuk massa yang padat, kuat, dan stabil.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah umur beton. Kekuatan tekan beton akan bertambah seiring dengan bertambahnya umur beton, kenaikan kekuatan beton naik secara cepat sampai umur 28 hari. Tetapi setelah 28 hari kenaikan kekuatan tekan beton menjadi kecil. Untuk struktur tertentu yang mengkehendaki kekuatan awal tinggi, maka campuran beton dikombinasikan dengan semen khusus atau bahan tambah kimia (Tjokrodinuljo, 2007).

Seiring perkembangannya dalam hal konstruksi bangunan diperlukan beton berumur muda yang mencapai tingkat kekuatan beton maksimal. Dengan beton muda yang memiliki kuat tekan beton maksimal, maka diharapkan pekerjaan konstruksi dapat lebih cepat diselesaikan. Dalam pembuatannya, keseragaman kualitas beton sangat dipengaruhi oleh keseragaman bahan dasar dan metode pelaksanaan. Pada prakteknya dilapangan, umumnya beton yang disuplai oleh perusahaan pembuatan beton (ready mix) telah terjamin keseragaman bahan dasarnya. Untuk mendapatkan kualitas dan keseragaman beton sesuai seperti yang disyaratkan maka melaksanakan pembuatan beton harus dilakukan dengan baik dan sesuai dengan prosedur yang dimaksud dengan kualitas beton seperti yang disyaratkan disini adalah kuat tekan beton pada umur ke-28 hari. Oleh karena sebab-sebab diatas maka diperlukan adanya kontrol kualitas yang dapat mengetahui kemungkinan terjadinya output yang tidak sesuai dengan yang disyaratkan sedini mungkin.

Ada beberapa bentuk metode pengujian kekuatan tekan yang dapat digunakan diantaranya pengujian – pengujian yang bersifat tidak merusak (*non destructive test*), dan yang merusak secara keseluruhan komponen – komponen yang diuji (*destructive test*). *Destructive test* inilah yang paling mendekati nilai kuat tekan beton sebenarnya dimana pengujian ini harus dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat *compression testing machine*.

Namun ada beberapa kasus dimana tidak mungkin untuk menguji sampel beton di laboratorium atau beberapa kasus dimana butuh pembacaan kuat tekan beton secara langsung di lapangan. Kasus – kasus seperti inilah yang menggunakan *non destructive-test*. Hal- hal yang menjadi alasan digunakannya *non destructive-test* beberapa diantaranya adalah sebagai berikut (Mindess et al, 2003) :

Hasil pengujian kubus atau silinder yang tidak memenuhi persyaratan seperti kuat tekan yang terlalu rendah, sehingga diperlukan konfirmasi terhadap kuat tekan aktual yang terpasang di lapangan.

Tidak dibuatnya benda uji kubus atau silinder, hal ini akibat faktor kelalaian ataupun tidak adanya perjanjian dalam pembuatan benda uji.

Untuk keperluan evaluasi bangunan ekisting (yang telah ada/berdiri). Evaluasi biasanya dilakukan jika ada kemungkinan adanya perubahan kualitas struktur, yang bisa terjadi karena accident (misal kebakaran, gempa).

Evaluasi juga dilakukan bila terjadi terdapat perubahan fungsi bangunan atau penambahan kapasitas beban bangunan, misal ruang kantor yang diubah menjadi ruang arsip/perpustakaan, yang nantinya akan merekomendasikan perkuatan struktur ekisting.

Adanya kerusakan akibat kesalahan pengerjaan atau ketidaksesuaian dengan spesifikasi teknis, maupun karena faktor umur bangunan. Dari hasil evaluasi akan dapat diketahui berapa perkiraan kapasitas struktur dan rekomendasi perbaikan yang diperlukan.

Untuk mengevaluasi beton hasil fabrikasi (beton pracetak) yang akan digunakan dalam suatu struktur.

Akan tetapi hasil dari metode non destructive test ini belum mewakili kekuatan suatu struktur, sehingga diperlukan hubungan/korelasi dengan pengujian kuat tekan yang lain. Kekuatan karakteristik beton saat perencanaan dan pelaksanaan umumnya adalah hasil uji kuat tekan beton uji silinder atau kubus di laboratorium, sehingga dalam penelitian ini akan mencoba menghubungkan hasil pengujian kuat tekan beton di laboratorium dengan menggunakan alat *compression testing machine* dan pengujian yang bersifat tidak merusak (*non destructive test*) dengan menggunakan alat *hammer test*. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai dan hubungan antara kuat tekan menggunakan *hammer test* dengan *compression testing machine*.

Non-Destructive Test

Sangat penting untuk melakukan pengujian struktur beton setelah beton mengeras, hal ini dilakukan untuk menentukan apakah struktur sudah sesuai dengan desain yang telah dilakukan. Ada beberapa bentuk metode pengujian kekuatan tekan beton yang dapat digunakan diantaranya pengujian-pengujian yang bersifat tidak merusak (*non destructive test*), setengah merusak (*semi destructive test*) dan yang merusak secara keseluruhan komponen-komponen yang diuji (*destructive test*). *Destructive test* inilah yang paling mendekati nilai kuat tekan beton sebenarnya dimana pengujian ini harus dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat *compression testing machine*.

Namun ada beberapa kasus dimana tidak mungkin untuk menguji sampel beton di laboratorium dengan mengharuskan pengambilan sampel uji beton atau beberapa kasus dimana butuh pembacaan kuat tekan beton secara langsung di lapangan. Kasus – kasus seperti inilah yang akan menggunakan non destructive test. Saat ini beberapa metode non destructive test (NDT) pada beton masih jarang

digunakan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton.

Metode yang umum dipakai pada non destructive test (NDT) adalah *hammer test* dan *ultrasonic pulse velocity (UPV) test*. *Hammer test* adalah salah satu metode NDT yang sering digunakan di Indonesia tetapi untuk UPV test masih jarang digunakan. UPV test adalah metode untuk memperkirakan kekuatan beton yang didasarkan pada hubungan kecepatan gelombang UPV melalui media beton (International Atomic Energy Agency, 2002). Akan tetapi hasil dari metode non destructive-test ini belum mewakili kekuatan suatu struktur, sehingga diperlukan hubungan/korelasi dengan pengujian kuat tekan yang lain (Mindess et al., 2003).

Sehingga penelitian ini dilakukan untuk memberikan nilai korelasi hasil pengujian kuat tekan beton di laboratorium dengan menggunakan alat *compression strength machine* dan pengujian yang bersifat tidak merusak (*non destructive test*) dengan menggunakan alat *hammer test*.

Penelitian ini dilakukan pada beberapa benda uji dengan beberapa mutu beton yang berbeda. Dari nilai korelasi ini bisa digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan beton jika *destructive test* tidak bisa dilakukan sehingga mampu meningkatkan penerapan metode NDT (*hammer test*) di Indonesia. Sehingga dengan mudah bisa mengetahui kualitas struktur dari suatu bangunan. (Martin Simatupang, 2016).

Pengujian Kuat Tekan Beton

P



Gambar 1. Metode Pengujian kuat tekan beton

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{A} \text{ N/mm}^2 \dots\dots\dots (3)$$

di mana ; P = beban maksimum (N)
 A = luas penampang benda uji (mm²)

Pengujian Angka pantul beton

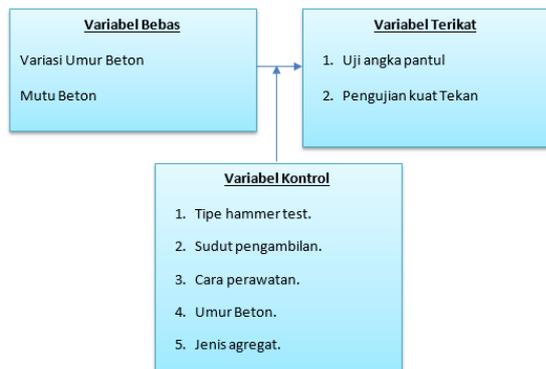


Gambar 2. Metode Pengujian Angka Pantul Beton

METODE PENELITIAN

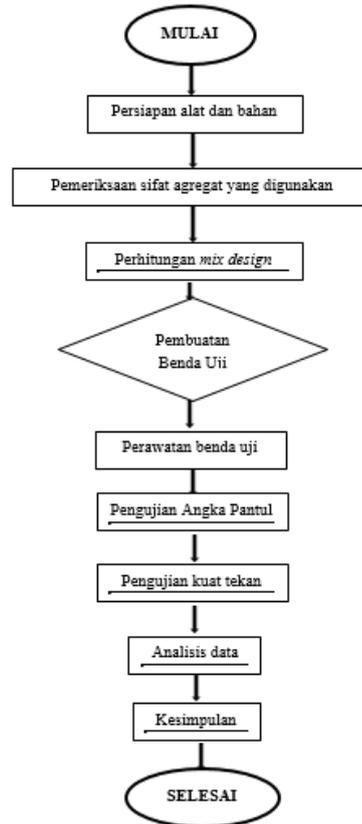
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu eksperimen yang bertujuan untuk menyelidiki hubungan antara kuat tekan beton *compression testing machine* dengan uji angka pantul *hammer test*. Benda uji yang dibuat dalam eksperimen ini berupa silinder beton yang nantinya akan diuji kuat tekan dan uji angka pantul menggunakan *hammer test*.

Penelitian yang dilakukan yaitu menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran tinggi 30 cm berdiameter 15cm dengan kekuatan rencana beton 25, 30, dan 35 MPa dengan masing masing 6 benda uji. Jadi terdapat 18 benda uji silinder untuk pengujian kuat tekan dan *hammer test*.



Gambar 3. Hubungan antar variabel

Secara garis besar, pelaksanaan dilaksanakan berdasarkan alur penelitian berikut



Gambar 4. Diagram alur penelitian

Bahan dan Alat

a. Agregat Halus

Hasil pengujian berikut disajikan hasil pengujian agregat halus meliputi kadar air SSD, Berat jenis SSD, bobot isi gembur, dan modulus kehalusan butir. Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Halus.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

No.	Jenis pengujian	Hasil pengujian
1	Kadar air SSD	1,42 %
2	Berat Jenis SSD	2,72 gr/ml
3	Bobot isi gembur	1,49 gr/cm ³

b. Agregat Kasar

Hasil pengujian berikut disajikan hasil pengujian agregat kasar meliputi kadar air SSD, Berat jenis SSD, bobot isi gembur, modulus kehalusan butir, dan bobot isi padat.

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No.	Jenis pengujian	Hasil pengujian
1	Kadar air SSD	3,10 %
2	Berat Jenis SSD	2,54 gr/ml
3	Bobot isi gembur	1,33 gr/cm ³
4	Bobot isi padat	1,58 gr/cm ³

Tabel 3. Kebutuhan Bahan tiap m³

Bahan	Kuat tekan rerata		
	25 MPa	30 MPa	35 MPa
Fas	0,57	0,51	0,46
Air (l)	204,90	204,90	204,90
Semen (kg)	359,47	401,76	448,36
Agregat halus (kg)	715,61	698,69	680,06
Agregat kasar (kg)	1073,42	1048,04	1020,08
Berat jenis (kg/m ³)	2353,40	2353,40	2353,40

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian yang didapatkan dan berdasarkan teori yang telah dituliskan maka perlu dibahas lebih lanjut tentang hasil pengujian tersebut antara lain yaitu :

1. Hubungan antara kuat tekan *hammer test* dengan kuat tekan beton umur 7 hari

Hasil pembacaan kuat tekan *hammer test* beton pada penelitian didapatkan dari penembakan beton pada saat pengujian angka pantul beton sedangkan hasil uji kuat tekan didapatkan dari luas penampang benda uji (mm²) dan beban maksimal (N) masing-masing benda uji. Hasil pengujian angka pantul pada benda uji beton pada umur 7 hari disajikan pada tabel 4 berikut :

Tabel 4. Hasil Pengujian angka pantul beton 7 hari

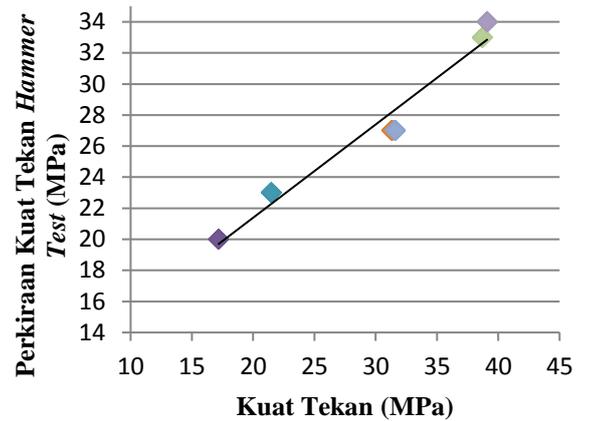
No Spesimen	Angka Pantul (R)										Perkiraan Kuat Tekan (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
BN-00-25-02	28	28	28	27	25	24	24	27	27	30	20
BN-00-25-03	29	32	28	28	30	24	24	31	30	26	23
BN-00-30-02	33	31	30	33	29	29	34	30	30	30	27
BN-00-30-03	32	35	33	31	31	30	30	33	30		27
BN-00-35-02	38	34	32	31	34	34	38	37	37	31	33
BN-00-35-03	37	37	38	37	36	38	33	33	38	35	34

Hasil pengujian kuat tekan pada benda uji beton pada umur 7 hari disajikan pada tabel 5 berikut :

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat tekan Umur 7 hari.

No.	Spesimen	Luas (mm ²)	P (N)	Kuat Tekan f _c (MPa)
1	BN-00-25-02	17756,83	305000	17,18
2	BN-00-25-03	17686,06	380000	21,49
3	BN-00-30-02	17715,53	555000	31,33
4	BN-00-30-03	18041,31	570000	31,59
5	BN-12-35-02	18041,31	620000	38,71
6	BN-12-35-03	17821,82	530000	39,09

Dari hasil pengujian laboratorium dan hasil analisa perhitungan sehingga diperoleh grafik hubungan antara kuat tekan dengan *compressive testing machine* dengan perkiraan kuat tekan beton dengan *hammer test* pada gambar 5 di bawah ini :



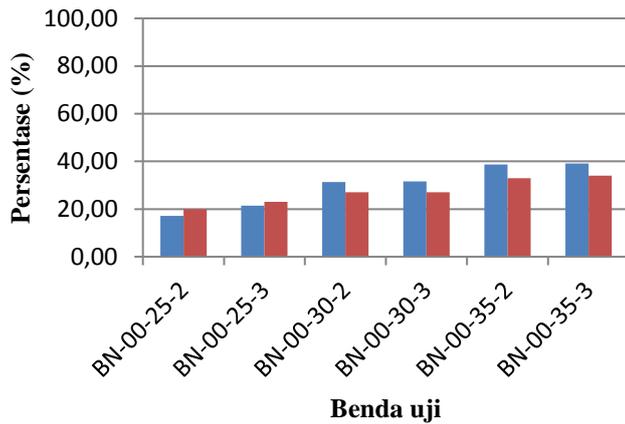
Gambar 5. Grafik hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kuat Tekan *Hammer Test* umur 7 hari.

Berdasarkan gambar 5 diatas kuat tekan *hammer test* dan kuat tekan beton memiliki hasil yang berbeda serta memiliki *uptrend line* yang berarti semakin tinggi nilai kuat tekan beton nilai kuat tekan *hammer test* juga semakin tinggi. Dengan begitu metode *non-destructive test* dengan menghubungkan antara kuat tekan dengan kuat tekan *hammer test* dapat digunakan sebagai indikasi awal pengecekan kekuatan struktur dan *quality control* di lapangan. Pada gambar 5 terlihat ada beberapa data yang jauh dari *trendline* ini disebabkan karena saat pengujian angka pantul benda uji masih dalam keadaan lembab karena pada saat pengeringan benda uji dari perendaman benda uji terkena hujan. Dari hasil diatas didapatkan persentase selisih antara kuat tekan dengan kuat tekan hammer test ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 6. Selisih kuat tekan *hammer test* dengan kuat tekan mesin

Spesimen	Kuat Tekan (MPa)	Hammer Test (MPa)	selisih	Selisih (%)
BN-00-25-2	17.18	20	2.82	14.12%
BN-00-25-3	21.49	23	1.51	6.58%
BN-00-30-2	31.33	27	4.33	13.82%
BN-00-30-3	31.59	27	4.59	14.54%
BN-00-35-2	38.71	33	5.71	14.76%
BN-00-35-3	39.09	34	5.09	13.02%

Dari tabel persentase diatas didapatkan grafik persentase antara kuat tekan dengan kuat tekan *hammer test* berikut :



Gambar 6. Diagram selisih kuat tekan *hammer test* dengan kuat tekan mesin

Dari grafik persentase diatas kekuatan tekan beton menggunakan *hammer test* pada kuat tekan rencana 25 MPa memiliki kekuatan tekan lebih besar dari kuat tekan menggunakan mesin dan pada kuat tekan rencana 30 MPa sampai 35 MPa kuat tekan menggunakan mesin lebih tinggi daripada kuat tekan menggunakan *hammer test*.

2. Hubungan antara kuat tekan *hammer test* dengan kuat tekan beton umur 14 hari.

Hasil pembacaan kuat tekan *hammer test* beton pada penelitian didapatkan dari penembakan beton pada saat pengujian angka pantul beton sedangkan hasil uji kuat tekan didapatkan dari luas penampang benda uji (mm^2) dan beban maksimal (N) masing-masing benda uji. Hasil pengujian angka pantul pada benda uji beton pada umur 14 hari disajikan pada tabel 7 berikut :

Tabel 7. Hasil Pengujian angka pantul beton umur 14 hari

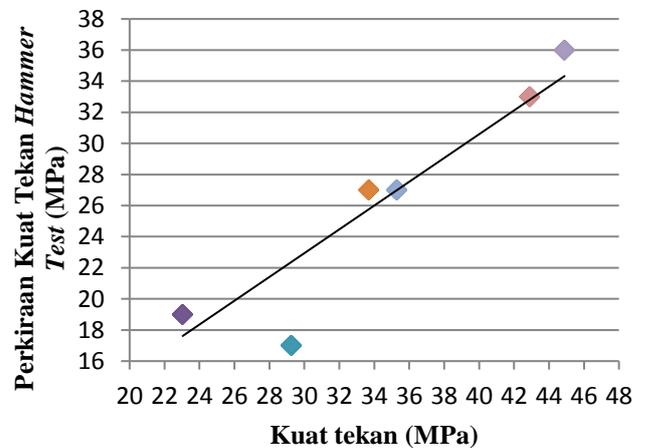
No Spesimen	Angka Pantul (R)										Perkiraan Kuat Tekan (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
BN-00-25-05	24	27	27	26	21	22	26	25	25	26	19
BN-00-25-06	23	23	26	24	23	22	20	26	26	25	17
BN-00-30-04	31	34	31	32	30	32	29	31	29	32	27
BN-00-30-05	32	32	32	31	33	32	32	31	30	32	27
BN-00-35-04	35	39	36	34	34	36	35	34	38	36	33
BN-00-35-06	36	38	37	39	39	38	36	34	36	37	36

Hasil pengujian kuat tekan pada benda uji beton pada umur 14 hari disajikan pada tabel 8 berikut :

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan beton umur 14 hari

No.	Spesimen	Luas (mm^2)	P (N)	Kuat Tekan f_c (MPa)
1	BN-00-25-05	17798,17	410000	23,04
2	BN-00-25-06	17774,54	520000	29,26
3	BN-00-30-04	17809,99	600000	33,68
4	BN-00-30-05	17709,63	625000	35,29
5	BN-12-35-04	17946,23	770000	42,91
6	BN-12-35-06	17709,63	795000	44,89

Dari hasil pengujian laboratorium dan hasil analisa perhitungan sehingga diperoleh grafik hubungan antara kuat tekan dengan *compressive testing machine* dengan perkiraan kuat tekan beton dengan *hammer test* pada gambar 7 di bawah ini :



Gambar 7. Grafik hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kuat Tekan *Hammer Test* umur 14 hari.

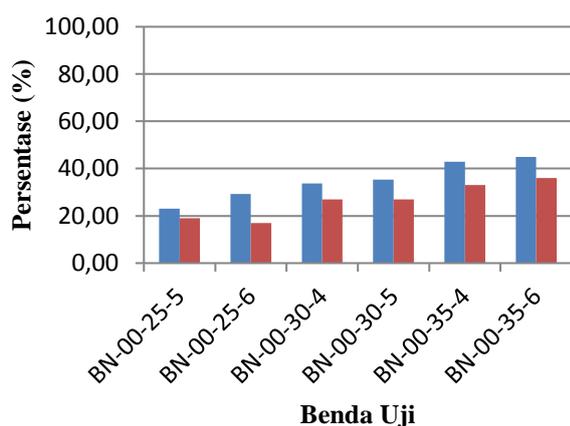
Berdasarkan gambar 7 diatas kuat tekan *hammer test* dan kuat tekan beton memiliki hasil yang berbeda serta memiliki *uptrend line* yang berarti semakin tinggi nilai kuat tekan beton nilai kuat tekan *hammer test* juga semakin tinggi. Dengan begitu metode *non-destructive test* dengan menghubungkan antara kuat tekan dengan kuat tekan *hammer test* dapat digunakan sebagai indikasi awal pengecekan kekuatan struktur dan *quality control* di lapangan. Pada gambar 7

terlihat ada beberapa data yang jauh dari *trendline* ini disebabkan karena saat pengujian angka pantul benda uji masih dalam keadaan lembab karena pada saat pengeringan benda uji dari perendaman benda uji terkena hujan. Dari hasil diatas didapatkan persentase selisih antara kuat tekan dengan kuat tekan hammer test ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 9. Selisih kuat tekan *hammer test* dengan kuat tekan mesin

Spesimen	Kuat Tekan	Hammer test	selisih	selisih %
BN-00-25-5	23.04	19	4.04	17.52%
BN-00-25-6	29.26	17	12.26	41.89%
BN-00-30-4	33.69	27	6.69	19.86%
BN-00-30-5	35.29	27	8.29	23.49%
BN-00-35-4	42.91	33	9.91	23.09%
BN-00-35-6	44.89	36	8.89	19.81%

Dari tabel persentase diatas didapatkan grafik persentase antara kuat tekan dengan kuat tekan *hammer test* berikut :



Gambar 8. Diagram selisih kuat tekan *hammer test* dengan kuat tekan mesin

Dari grafik persentase diatas kekuatan tekan beton menggunakan mesin memiliki kekuatan tekan lebih besar dari kuat tekan menggunakan *hammer test*.

3. Hubungan antara kuat tekan *hammer test* dengan kuat tekan beton umur 28 hari.

Hasil pembacaan angka pantul beton beton pada penelitian didapatkan dari penembakan beton pada saat pengujian angka pantul beton sedangkan hasil uji kuat tekan didapatkan dari luas penampang benda uji (mm²) dan beban maksimal (N) masing-masing benda uji. Hasil pengujian angka pantul pada benda uji

beton pada umur 28 hari disajikan pada tabel 10 berikut :

Tabel 10. Hasil Pengujian Angka Pantul Beton umur 28 hari

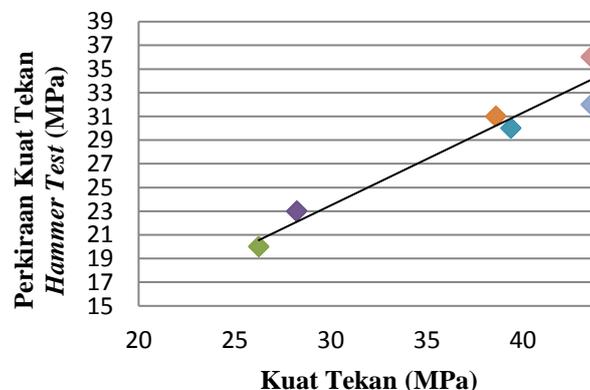
No Spesimen	Angka Pantul (R)										Perkiraan Kuat Tekan (MPa)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
BN-00-25-08	28	27	26	25	25	25	24	25	27	27	20
BN-00-25-09	30	25	28	30	32	30	29	26	28	26	23
BN-00-30-08	33	36	34	34	31	37	33	31	32	30	30
BN-00-30-09	34	33	36	32	35	32	32	35	38	35	31
BN-00-35-07	31	37	34	31	34	36	37	36	34	33	32
BN-00-35-09	34	40	38	40	37	36	35	36	37	40	36

Hasil pengujian kuat tekan pada benda uji beton pada umur 28 hari disajikan pada tabel 11 berikut :

Tabel 11. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 hari

No.	Spesimen	Luas (mm ²)	P (N)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	BN-00-25-08	17521,48	460000	26,25
2	BN-00-25-09	18071,07	510000	28,22
3	BN-00-30-08	18029,41	710000	39,38
4	BN-00-30-09	18005,63	695000	38,60
5	BN-12-35-07	17674,28	770000	43,57
6	BN-12-35-09	17445,33	760000	43,56

Dari hasil pengujian laboratorium dan hasil analisa perhitungan sehingga diperoleh grafik hubungan antara kuat tekan beton dengan angka pantul beton pada gambar 9 di bawah ini :



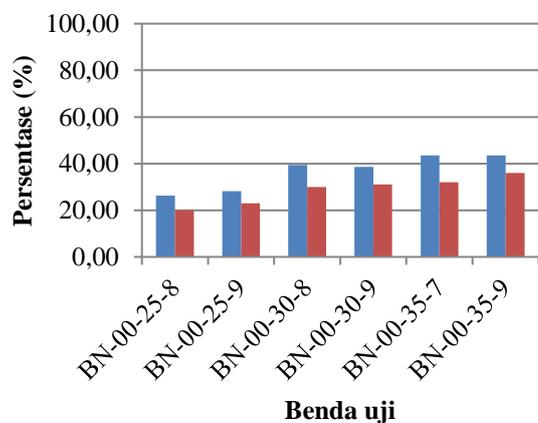
Gambar 9. Grafik hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kuat tekan *Hammer Test* umur 28 hari

Berdasarkan gambar 9 diatas kuat tekan hammer test dan kuat tekan beton memiliki hasil yang berbeda serta memiliki *uptrend line* yang berarti semakin tinggi nilai kuat tekan beton nilai kuat tekan *hammer test* juga semakin tinggi. Dengan begitu metode *non-destructive test* dengan menghubungkan antara kuat tekan dengan kuat tekan *hammer test* dapat digunakan sebagai indikasi awal pengecekan kekuatan struktur dan *quality control* di lapangan. Pada gambar 9

terlihat ada beberapa data yang jauh dari *trendline* ini disebabkan karena saat pengujian angka pantul benda uji masih dalam keadaan lembab karena pada saat pengeringan benda uji dari perendaman benda uji terkena hujan. Dari hasil diatas didapatkan persentase selisih antara kuat tekan dengan kuat tekan hammer test ditampilkan pada tabel dibawah ini :Tabel 12. Selisih kuat tekan *hammer test* dengan kuat tekan mesin

Spesimen	Kuat Tekan (MPa)	Hammer Test (MPa)	selisih	Selisih (%)
BN-00-25-8	26.25	20	6.25	23.82%
BN-00-25-9	28.22	23	5.22	18.50%
BN-00-30-8	39.38	30	9.38	23.82%
BN-00-30-9	38.60	31	7.60	19.69%
BN-00-35-7	43.57	32	11.57	26.55%
BN-00-35-9	43.56	36	7.56	17.36%

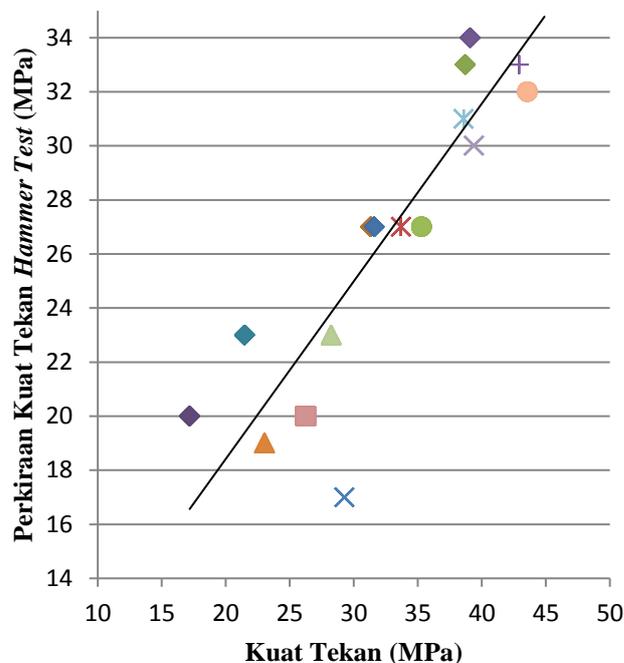
Dari tabel persentase diatas didapatkan grafik persentase antara kuat tekan dengan kuat tekan *hammer test* berikut :



Gambar 10. Diagram selisih kuat tekan *hammer test* dengan kuat tekan mesin

Dari grafik persentase diatas kekuatan tekan beton menggunakan mesin memiliki kekuatan tekan lebih besar dari kuat tekan menggunakan *hammer test*.

Dari hasil pengujian laboratorium dan hasil analisa perhitungan sehingga diperoleh grafik hubungan antara kuat tekan beton dengan angka pantul beton pada berbagai umur seperti gambar 11 di bawah ini :



Gambar 11. Grafik hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kuat Tekan *Hammer Test* umur 7, 14, dan 28 hari

Berdasarkan gambar 11 diatas kuat tekan *hammer test* dan kuat tekan beton memiliki hasil yang berbeda serta memiliki *uptrend line* yang berarti semakin tinggi nilai kuat tekan beton nilai kuat tekan *hammer test* juga semakin tinggi. Dengan begitu metode *non-destructive test* dengan menghubungkan antara kuat tekan dengan kuat tekan *hammer test* dapat digunakan sebagai indikasi awal pengecekan kekuatan struktur dan *quality control* di lapangan. Pada gambar 41 terlihat ada beberapa data yang jauh dari *trendline* ini disebabkan karena saat pengujian angka pantul benda uji masih dalam keadaan lembab karena pada saat pengeringan benda uji dari perendaman benda uji terkena hujan.

Perkembangan Kuat Tekan Beton.

Perkembangan kuat tekan diperoleh dari hasil selisih kuat tekan umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari terhadap kuat tekan umur 28 hari dan dinyatakan dalam satuan persen. Berikut disajikan data laju perkembangan kuat tekan beton sebagai berikut :

- Kuat Tekan Mesin dengan perkiraan Kuat Tekan Menggunakan *Hammer Test* varian 25 MPa

Perkembangan kuat tekan beton umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari varian 25 MPa dengan kuat tekan mesin disajikan pada tabel berikut :
Tabel 13. Perkembangan Kuat Tekan varian 25 MPa menggunakan mesin

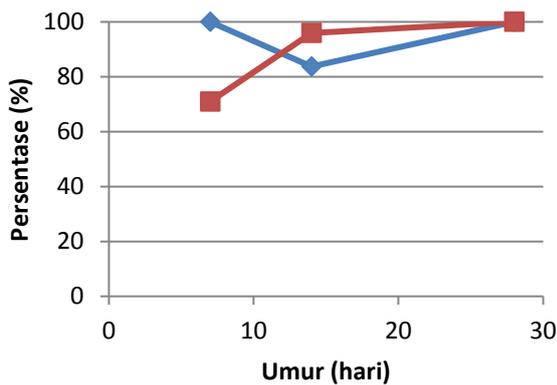
Spesimen	Kuat tekan (MPa)	Rerata (MPa)	Selisih Terhadap Umur 28 hari (MPa)	Persen (%)	Umur (hari)
BN-00-25-2	17.18	19.33	7.91	71	7
BN-00-25-3	21.49				
BN-00-25-5	23.04	26.15	1.09	96	14
BN-00-25-6	29.26				
BN-00-25-8	26.25	27.24	0.00	100	28
BN-00-25-9	28.22				

Perkembangan kuat tekan beton umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari varian 25 MPa dengan perkiraan kuat tekan *hammer test* disajikan pada tabel berikut :

Tabel 14. Perkembangan Kuat Tekan varian 25 MPa menggunakan *hammer test*

Spesimen	Kuat tekan (MPa)	Rerata (MPa)	Selisih Terhadap Umur 28 hari (MPa)	Persen (%)	Umur (hari)
BN-00-25-2	20	21.5	0.00	100	7
BN-00-25-3	23				
BN-00-25-5	19	18	3.50	84	14
BN-00-25-6	17				
BN-00-25-8	20	21.5	0.00	100	28
BN-00-25-9	23				

Dari hasil pengujian dan hasil analisa perhitungan sehingga diperoleh grafik perkembangan kuat tekan seperti Gambar sebagai berikut :



Gambar 12. Perkembangan antara Kuat tekan beton menggunakan mesin dengan Perkiraan Kuat Tekan Beton dengan *Hammer test*

Perkembangan kuat tekan varian 25 MPa menggunakan mesin lebih tinggi dibanding perkiraan kuat tekan beton dengan *hammer test* ini menunjukkan bahwa pada umur 7 hari deviasi perbedaan antara kuat tekan menggunakan mesin

dengan perkiraan kuat tekan dengan *hammer test* cukup berbeda.

b. Kuat Tekan Mesin dengan perkiraan Kuat Tekan Menggunakan *Hammer Test* varian 30 MPa

Perkembangan kuat tekan beton umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari varian 30 MPa dengan kuat tekan mesin disajikan pada tabel berikut :

Tabel 15. Perkembangan Kuat Tekan varian 30 MPa menggunakan mesin

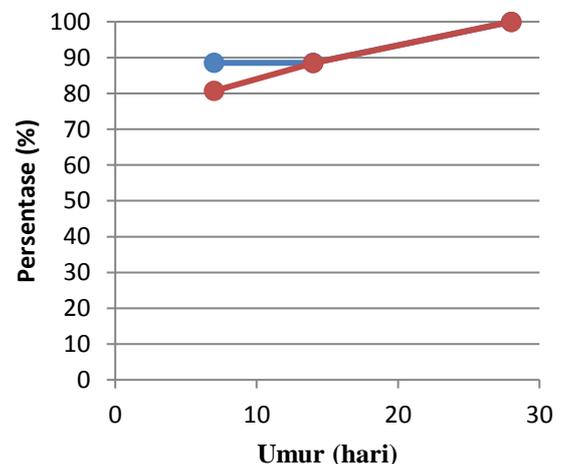
Spesimen	Kuat tekan (MPa)	Rerata (MPa)	Selisih Terhadap Umur 28 hari (MPa)	Persen (%)	Umur (hari)
BN-00-30-2	31.33	31.46	7.53	81	7
BN-00-30-3	31.59				
BN-00-30-4	33.69	34.49	4.50	88	14
BN-00-30-5	35.29				
BN-00-30-8	39.38	38.99	0.00	100	28
BN-00-30-9	38.60				

Perkembangan kuat tekan beton umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari varian 30 MPa dengan perkiraan kuat tekan *hammer test* disajikan pada tabel berikut :

Tabel 16. Perkembangan Kuat Tekan varian 30 MPa menggunakan *hammer test*

Spesimen	Kuat tekan (MPa)	Rerata (MPa)	Selisih Terhadap Umur 28 hari (MPa)	Persen (%)	Umur (hari)
BN-00-30-2	27	27	3.50	89	7
BN-00-30-3	27				
BN-00-30-4	27	27	3.50	89	14
BN-00-30-5	27				
BN-00-30-8	30	30.5	0.00	100	28
BN-00-30-9	31				

Dari hasil pengujian dan hasil analisa perhitungan sehingga diperoleh grafik perkembangan kuat tekan seperti Gambar sebagai berikut :



Gambar 13. Perkembangan antara Kuat tekan beton menggunakan mesin dengan Perkiraan Kuat Tekan Beton dengan *Hammer test*

Perkembangan kuat tekan varian 30 MPa menggunakan mesin lebih tinggi dibanding perkiraan kuat tekan beton dengan *hammer test* ini menunjukkan bahwa pada umur 7 hari deviasi perbedaan antara kuat tekan menggunakan mesin dengan perkiraan kuat tekan dengan *hammer test* cukup berbeda.

c. Kuat Tekan Mesin dengan perkiraan Kuat Tekan Menggunakan Hammer Test varian 35 MPa

Perkembangan kuat tekan beton umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari varian 35 MPa dengan kuat tekan mesin disajikan pada tabel berikut :

Tabel 51. Perkembangan Kuat Tekan varian 35 MPa menggunakan mesin

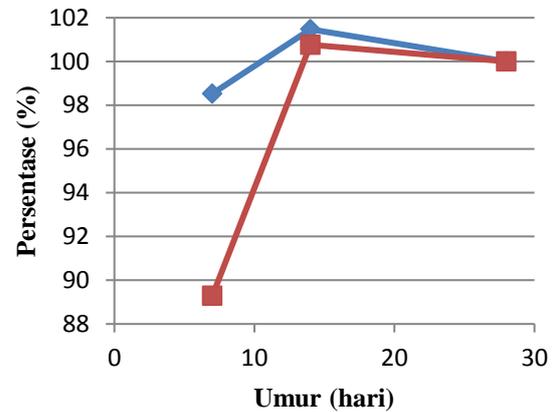
Spesimen	Kuat tekan (MPa)	Rerata (MPa)	Selisih Terhadap Umur 28 hari (MPa)	Persen (%)	Umur (hari)
BN-00-35-2	38.71	38.90	4.66	89	7
BN-00-35-3	39.09				
BN-00-35-4	42.91	43.90	-0.33	101	14
BN-00-35-6	44.89				
BN-00-35-7	43.57	43.57	0.00	100	28
BN-00-35-9	43.56				

Perkembangan kuat tekan beton umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari varian 35 MPa dengan perkiraan kuat tekan *hammer test* disajikan pada tabel berikut :

Tabel 52. Perkembangan Kuat Tekan varian 35 MPa menggunakan *hammer test*

Spesimen	Kuat tekan (MPa)	Rerata (MPa)	Selisih Terhadap Umur 28 hari (MPa)	Persen (%)	Umur (hari)
BN-00-35-2	33	33.5	0.50	99	7
BN-00-35-3	34				
BN-00-35-4	33	34.5	-0.50	101	14
BN-00-35-6	36				
BN-00-35-7	32	34	0.00	100	28
BN-00-35-9	36				

Dari hasil pengujian dan hasil analisa perhitungan sehingga diperoleh grafik perkembangan kuat tekan seperti Gambar sebagai berikut :



Gambar 48. Perkembangan antara Kuat tekan beton menggunakan mesin dengan Perkiraan Kuat Tekan Beton dengan *Hammer test*

Perkembangan kuat tekan varian 30 MPa menggunakan mesin lebih tinggi dibanding perkiraan kuat tekan beton dengan *hammer test* ini menunjukkan bahwa pada umur 7 hari deviasi perbedaan antara kuat tekan menggunakan mesin dengan perkiraan kuat tekan dengan *hammer test* cukup berbeda.

Keterbatasan Penelitian

Pengadukan masih menggunakan *mixer* konvensional, volume mesin kecil tidak memungkinkan pengadukan dilakukan secara keseluruhan sempel. Pengecoran yang dilakukan ditempat terbuka (langsung terkena sinar matahari) sehingga membuat air lebih cepat menguap.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Setelah dilakukan pengujian angka pantul beton menggunakan *hammer test* dan kuat tekan beton menggunakan *compression testing machine* terhadap beton dengan berbagai variasi umur beton, maka untuk selajutnya dilakukan analisa terhadap data-data hasil pengujian tersebut. Berdasarkan hasil analisa data yang telah dilakukan sehingga diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Besar perkiraan kuat tekan berdasarkan uji pantul menggunakan *hammer test* pada umur beton 7 hari dari 6 benda uji berturut-turut 20, 23, 27, 27, 33, dan 34 MPa. Besar perkiraan kuat tekan berdasarkan uji pantul menggunakan *hammer test* pada umur beton 14 hari dari 6 benda uji berturut-turut 19, 17, 27, 27, 33, dan 36 MPa. Besar perkiraan kuat

tekan berdasarkan uji pantul menggunakan *hammer test* pada umur beton 28 hari dari 6 benda uji berturut-turut 20, 23, 30, 31, 32, dan 36 MPa.

2. Besar kuat tekan dengan *compressive testing machine* variasi umur beton 7 hari dari 6 benda uji berturut-turut 17,18 MPa, 21,49 MPa, 31,33 MPa, 31,59 MPa, 38,71 MPa, 39,09 MPa. Besar kuat tekan dengan *compressive testing machine* variasi umur beton 14 hari dari 6 benda uji berturut-turut 23,04 MPa, 29,26 MPa, 33,68 MPa, 35,29 MPa, 42,91 MPa, dan 44,89 MPa. Besar kuat tekan dengan *compressive testing machine* variasi umur beton 28 hari dari 6 benda uji berturut-turut 26,25 MPa, 28,22 MPa, 39,38 MPa, 38,60 MPa, 43,57 MPa, 43,56 MPa.
3. Hubungan angka pantul dan kuat tekan beton memiliki *uptrend line* yang berarti semakin tinggi nilai kuat tekan beton nilai angka pantul beton juga semakin tinggi. Dengan begitu metode *non-destructive test* dengan menghubungkan antara kuat tekan dengan angka pantul beton dapat digunakan sebagai indikasi awal pengecekan kekuatan struktur dan *quality control* di lapangan. Metode ini bukan satu-satunya alat mengindikasikan kekuatan struktur karena metode *hammer test* digunakan untuk pengecekan homogenitas beton.

Saran

Penelitian ini tentunya masih perlu adanya pengembangan dan kajian lebih lanjut tentang pengujian kuat tekan beton menggunakan *compressive testing machine* dan angka pantul beton menggunakan *hammer test*, Oleh karena itu, penulis ingin memberikan beberapa saran berdasarkan penelitian yaitu :

1. Pada saat mengkonversi angka pantul ke kuat tekan lebih baik membuat tabel konversi baru dari data material beton yang sesuai karena jika memakai tabel konversi pada buku panduan hasil kuat tekan dimungkinkan berbeda dengan kenyataan yang ada di lapangan karena ada perbedaan agregat dan fas dari benda uji yang dipakai untuk membuat tabel konversi dari

buku panduan dengan benda uji yang akan diteliti.

2. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang cukup signifikan antara hasil uji kuat tekan *compressive testing machine* dengan perkiraan kuat tekan dari *hammer test*. Oleh karena itu dalam control kualitas beton di lapangan perlu dilakukan pengecekan ulang dengan metode *non destructive test* yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute. (1991). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. ACI 211.1-91. United States: ACI Comitte.
- American Standard Testing and Materials. (1982). *Standard Specification for Concrete Aggregates*. ASTM C33. United States: ASTM.
- American Standard Testing and Materials. (1982). *Standard Specification for Concrete Made by Volumetric Batching and Continues Mixing*. ASTM C685. United States: ASTM.
- American Standard Testing and Materials. (1982). *Standard Specification for Ready Mix Concrete*. ASTM 94. United States: ASTM.
- American Standard Testing and Materials. (1982). *Standard Test Method for Index of Aggregates Particle Shape and Texture*. ASTM D3398. United States: ASTM.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). *Besar Butir Agregat untuk Aduk dan Beton*. SNI 03-1749-1990. Jakarta: Departamen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. SNI 03-1968-1990. Jakarta: Departamen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). *Pengujian Slump*. SNI 1972-1990. Jakarta: Departamen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk*

- Bangunan Gedung*. SK SNI T-15-1991-03. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*. SK SNI T-15-1990-03. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (1993). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton*. SNI 03-2834-1993. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (1995). *Tata Cara Pengadukan dan Pengecoran Beton*. SNI 03-3976-1995. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. SNI 03-2834-2000. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *Spesifikasi Agregat Halus untuk Pekerjaan Pengadukan dan Plesteran dengan Bahan Dasar Semen*. SNI 03-6820-2002. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *Spesifikasi Agregat Halus*. SNI 03-6920-2002. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Semen Portland Pozolan*. SNI 15-0302-2004. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Semen Portland*. SNI 15-2049-2004. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran dan Kadar Udara Beton*. SNI 1973-2008. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Pengujian Berat Jenis Pasir dan Kerikil*. SNI 1970-2008. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Tata Cara Pembuatan Capping untuk Silinder Beton*. SNI 03-6369-2008. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji*. SNI 1974:2011. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*. SNI 2493-2011. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massal*. SNI 7656:2012. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan*. SNI 2847:2013. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Spesimen uji Beton di Lapangan*. SNI 4810:2013. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- British Standard Institution. (1990). *Testing Aggregates*. BS 812. England: BSI.
- Departemen Perkerjaan Umum. (1989). *Pedoman Beton 1989*. SKBI.1.4.53.1989. Draft Konsensus. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Departemen Perkerjaan Umum. (1990). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. SK SNI T-15-1990-03. Cetakan Pertama.. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- Departemen Perkerjaan Umum. (1990). *Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*. SK SNI S-04-1899-F. Cetakan Pertama.. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- Development of the Environment. (1975). *Design of Normal Concrete Mixes*. Britain: Building Research Establishment.
- Ilsley Hewes, Laurance. (1942). *American Highway Practice*. Volume II, Fourth Printing. New York: Jhon Wiley & Son Incorporation.
- Mulyono, Tri. (2005). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.

Neville, A.M & Brooks, J.,J. (2010). *Concrete Technology*. 2nd Edition. London: Pitman Books Ltd.

Neville, A.M. (2011). *Properties of Concrete*. 5th Edition. London: Pitman Books Ltd.

Slamet Widodo. (2008). *Struktur Beton I (Modul Kuliah berdasarkan SNI 03-2847-2002)*. Yogyakarta.

Sugiyono. (2006). *Statistika untuk Penelitian Pendidikan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Tjokrodinuljo, Kardiyono. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafiri.Wuryati, Samekto & Chandra. (2001). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Kanisius.

International Atomic Energy Agency,Vienna. (2002). *Guidebook on non-destructive testing of concrete structures*, Training Course Series No. 17.

Mindess, S., Young, J. F., Darwin, D, 2003, *Concrete; Second Edition*. Upper Saddle River, Pearson Education Inc, New Jearsey.

R. Martin Simatupang, Devi Nuralinah, Christin Remayanti. (2016). *Korelasi Nilai Kuat Tekan Beton Antara Hammer Test, Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) dan Compression Test*. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

American Standard Testing and Material. *Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete*. ASTM C 805-02.