

## Nilai Penetrasi Air Pada Beton Mutu 40 MPa yang Menggunakan Bahan Tambah Pengikat *Ordinary Portland Cement* dan Bahan Tambah Calcium Stearate

Agus Maryoto<sup>1</sup>, Lutfiyah Nurul Muslimah<sup>1</sup>, Gathot Heri Sudibyo<sup>1</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto<sup>1</sup>

Correspondence email: agus\_maryoto1971@yahoo.co.id; lutfiyah.muslimah@mhs.unsoed.ac.id; gathot.sudibyo@unsoed.ac.id

**Abstrak.** Beton merupakan material yang sering dipakai pada bangunan sipil karena kuat tekannya yang tinggi dan memiliki durabilitas yang baik. Material ini tidak sepenuhnya *impermeable* terhadap penetrasi air karena terbentuknya jutaan kapiler pada saat proses pembuatan beton. Senyawa korosif masuk bersama air melalui kapiler ini. Oleh karena itu diperlukan bahan tambah yang bisa memperbaiki sifat fisik beton. Penggunaan calcium stearate telah terbukti mampu menurunkan serangan korosi melalui uji korosi dipercepat. Sayangnya masih jarang penelitian yang menguji infiltrasi air ke dalam beton menggunakan permeabilitas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan calcium stearate terhadap nilai penetrasi air. Dosis calcium stearate yang digunakan yaitu 0, 1, 2 dan 3% dari berat semen. Mutu beton yang digunakan adalah 40 MPa. Benda uji berupa kubus dengan sisi 15x15x15 cm. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan nilai penetrasi air akibat penambahan calcium stearate. Nilai penetrasi pada masing-masing kadar calcium stearate 0, 1, 2 dan 3% adalah sebesar 1.27, 1.07, 0.93 dan 0.70 cm. Hal ini menunjukkan bahwa calcium stearate dapat menurunkan penetrasi air ke dalam beton.

**Kata Kunci:** Calcium Stearate; Penetrasi; permeabilitas; serangan korosi.

### PENDAHULUAN

Beton merupakan material yang sering dipakai pada bangunan sipil baik pada konstruksi bangunan jalan, bangunan gedung ataupun bangunan air. Salah satu eminensi pada beton adalah kuat tekannya yang tinggi dan memiliki durabilitas yang baik. Tetapi untuk beberapa kondisi, beton dituntut agar memiliki ketahanan terhadap air, dikarenakan beton memiliki sifat porous yang berarti memiliki pori-pori atau rongga sehingga mudah untuk dilewati air, hal ini akan memengaruhi kekuatan struktur beton sehingga diperlukan cara untuk membuat beton kedap air.

Beton yang berhubungan langsung dengan air harus didesain *hydropobic* agar dapat mengurangi absorpsi pada beton sehingga air dan juga unsur perusak lain sulit untuk dapat meresap ke dalam beton (*penetrate*).

Penggunaan *calcium stearate* pada beton dapat dipergunakan menjadi bahan tambah/ aditif demi mencegah masuknya air ke dalam beton. Reaksi antara *calcium stearate* dan semen akan secara fisik menghasilkan suatu senyawa yang akan melapisi permukaan beton dan mengakibatkan beton menjadi *hydropobic* dan menutupi rongga yang ada (*power blocker*) sehingga beton menjadi lebih kuat dan sulit ditembus oleh air.

### METODE

Metode eksperimental/ percobaan (*experimental research*) merupakan metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui hubungan yang terjadi antara variabel sebagai hasil. Mengacu pada SNI 03-6825-2002 untuk pembuatan dan pengujian mortar, lalu SK SNI S-36-1990-03 untuk pelaksanaan pengujian penetrasi air pada beton. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu variasi penambahan *Calcium stearate* sebanyak 0, 1, 2, dan 3% dari berat semen. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan *Calcium stearate* terhadap nilai penetrasi air pada beton. Pengujian meliputi uji kuat tekan yang digunakan sebagai kontrol untuk pembuatan *mix design* beton mutu 40 Mpa dan uji penetrasi. Hasil uji yang didapat kemudian akan dibandingkan dengan hasil uji dari beton normal.

Untuk menggambarkan kejelasan penelitian ini, berikut adalah kebutuhan peralatan, kebutuhan bahan, kebutuhan benda uji, ukuran benda uji dan tahapan pelaksanaan penelitian. Peralatan yang digunakan meliputi timbangan, cawan, mistar, jangka sorong, gelas ukur, sieve shaker, piknometer, oven, alat uji slump, alat uji kuat tekan dan alat uji penetrasi. Sedangkan bahan yang digunakan meliputi agregat kasar, agregat halus, semen Portland, calcium stearate. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk kubus untuk pengujian penetrasi dan silinder untuk pengujian kuat tekan dengan mutu 40 Mpa. Tabel 1 berikut menunjukkan spesifikasi ukuran serta jumlah benda uji untuk penelitian ini.

**Tabel 1.** Benda Uji

Jenis Pengujian	Benda Uji	Kode Campuran	Kandungan calcium stearate (kg/m <sup>3</sup> )	Jumlah Benda Uji
Kuat tekan	Silinder diameter 15 cm, tinggi 30 cm	CS0	0	2
		CS1	1	3
Penetrasi	Kubus dengan ukuran sisi 15 cm	CS2	2	3
		CS3	3	3

Ada beberapa tahapan yang akan dilakukan pada pengujian ini, dimulai dengan persiapan alat dan bahan meliputi perhitungan kuantitas kebutuhan alat dan bahan, juga pengecekan alat yang hendak digunakan selama pengujian. Selanjutnya pemeriksaan dan pengujian material apakah telah sesuai dengan syarat sekaligus digunakan sebagai acuan perhitungan *mix design*. Lalu dilakukan pembuatan benda uji menggunakan *mix design* yang telah disiapkan dan disesuaikan dengan SNI 7656:2012 dan dengan mutu beton rencana hasil pnegujian. Kemudian melakukan analisis hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran.

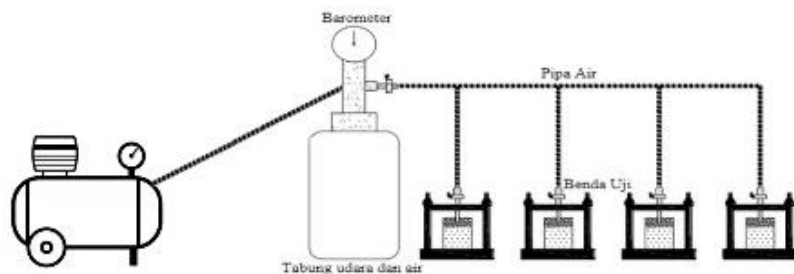
Uji kuat tekan dilakukan pada beton silinder berumur 28 hari dan telah dikeringkan ±15 menit setelah dikeluarkan dari perawatan dalam bak air. Sebelum dilakukan pengujian beton ditimbang terlebih dahulu kemudian benda uji diletakan pada mesin penekan/ Compression Testing Machine, lalu benda uji ditekan dengan penambahan besarnya gaya tetap sampai benda uji itu pecah. Saat benda uji runtuh, dilakukan pencatatan besarnya gaya tekan maksimum yang bekerja. Nilai kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$\sigma = \frac{P \text{ (Newton)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- σ : Kuat Tekan Beton (MPa)
- P : Beban (N)
- A : Luas Penampang Beton (mm<sup>2</sup>)

Sedangkan uji penetrasi dilakukan pada beton kubus berumur 28 hari dan telah dikeringkan ±15menit setelah dikeluarkan dari bak air. Sebelum dilakukan pengujian beton ditimbang dan digosok menggunakan sikat kawat. kemudian benda uji diletakan pada *Water Penetration Machine* lalu dikencangkan dengan baut. Kemudian diberi tekanan air sebesar 5 bar selama 72 jam sesuai dengan standar yang dilihat dari DIN 1048-5. Setelah selesai diberi tekanan benda uji dibelah dengan alat uji tekan dan rangka tambahan. Lalu diberi tanda pada bekas air yang meresap pada beton lalu diukur menggunakan jangka sorong lalu nilai kedalaman penetrasi dicatat. Gambar 1 berikut merupakan rangkaian alat *Water Penetration Machine* yang terdiri dari kompresor sebagai alat untuk menekan udara disambungkan dengan tabung berisi air untuk membuat air bertekanan yang kemudian akan disalurkan menggunakan selang ke bagian atas permukaan benda uji.



Gambar 1 Rangkaian Alat Pengujian Penetrasi

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Agregat kasar**

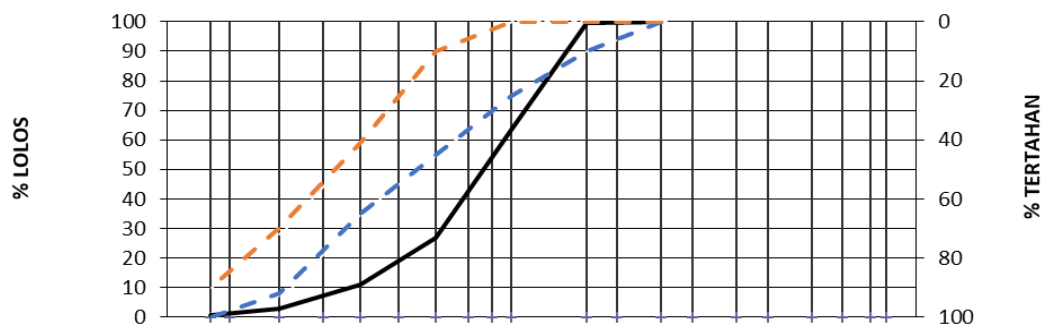
Hasil uji properties untuk agregat kasar (batu pecah) ditampilkan dalam Tabel 2, sedangkan untuk grafik gradasi ditampilkan pada Tabel 3 dan Gambar 2.

Tabel 2. Hasil Uji *Properties* Agregat Kasar

No	Pengujian	Nilai
1	Berat Jenis Jenuh Kering Muka (SSD)	2,66
2	Berat Volume Lepas	1,46 gr/cm <sup>3</sup>
3	Berat Volume Padat	1,58 gr/cm <sup>3</sup>
4	Kadar Lumpur	0,78 %
5	Penyerapan	1,21 %
6	Keausan 100 Putaran	7
7	Keausan 500 Putaran	11
8	Modulus Halus Butir	7,27

**Tabel 3.** Hasil Uji Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Saringan		Berat Tertahan (gram)	Komulatif			Spesifikasi
No	mm		Berat Tertahan	% Tertahan	% Lewat	
1.5"	38.1	0.00	0	0.00	100.00	100 – 100
3/4	19	323.80	30.2	32.7	67.30	95 – 100
3/8	9.5	636.70	960.5	96.05	3.01	30 – 60
4	4.76	28.50	989	98.90	6.92	0 – 10
8	2.38	9.70	998.7	99.87	0.13	0 – 0
10	1.19	0.00	998.7	99.87	0.13	0 – 0
30	0.6	0.00	998.7	99.87	0.13	0 – 0
50	0.3	0.00	998.7	99.87	0.13	0 – 0
100	0.15	0.60	999.3	99.93	0.07	0 – 0
Pan		0.70	1000	-	-	Maks 20 mm
Jumlah		1000		726.74		



**Gambar 2.** Grafik Gradasi Agregat Kasar

**Agregat halus**

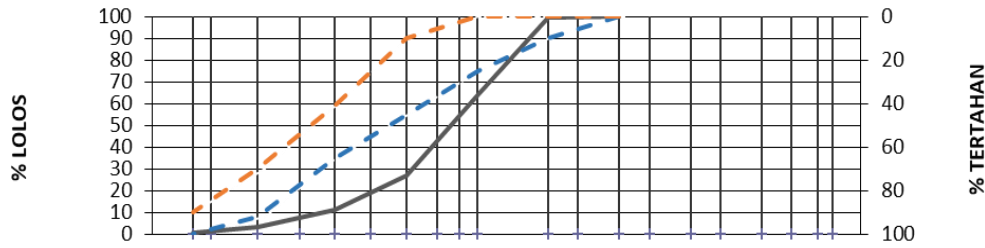
Hasil uji propertis untuk agregat halus ditampilkan dalam Tabel 4, sedangkan untuk grafik gradasi ditampilkan pada Tabel 5 dan Gambar 4.

**Tabel 4.** Hasil Uji *Properties* Agregat Halus

No	Pengujian	Nilai
1	Berat Jenis Jenuh Kering Muka (SSD)	2,51
2	Berat Volume Lepas	1,37 gr/cm <sup>3</sup>
3	Berat Volume Padat	1,51 gr/cm <sup>3</sup>
4	Kadar Lumpur	2,27 %
5	Penyerapan	10,39 %
6	Keausan 100 Putaran	7
7	Keausan 500 Putaran	11
8	Modulus Halus Butir	3,95

**Tabel 5.** Tabel Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan		Berat Tertahan (gram)	Komulatif			Spesifikasi
No	mm		Berat Tertahan	% Tertahan	% Lewat	
3/8	9.5	0.00	0	0.00	100.00	100 – 100
4	4.76	5.30	5.3	0.53	99.47	90 – 100
8	2.38	359.20	364.5	36.45	63.55	75 – 100
16	1.19	365.50	730	73.00	27.00	55 – 90
30	0.59	158.80	888.8	88.88	11.12	35 – 59
50	0.279	81.10	969.9	96.29	3.01	8 - 30
100	0.149	23.00	992.9	99.29	0.71	0 - 10
Pan		7.10	1000	-	-	Gol. II
Jumlah		1000		395.14		



Gambar 3. Grafik Gradasi Agregat Halus

### Hasil dan analisis campuran beton

#### Perhitungan Mix design

Perhitungan Perhitungan dan perancangan yang digunakan dalam perencanaan mix design telah disesuaikan dengan SNI 7656:2012 metode yang gunakan adalah metode ACI (*American Concrete Institute*).

Berikut merupakan data yang digunakan untuk perhitungan mix design:

1. Kuat tekan rencana ( $f'c$ ) = 40 MPa
2. Nilai uji Slump =  $10 \pm 2$  cm
3. Berat jenis agregat kasar = 2,66
4. Berat jenis agregat halus = 2,51
5. Berat jenis semen Portland = 3,15

Data tersebut digunakan sebagai perhitungan untuk mendapatkan kebutuhan material beton per 1 meter kubik. Penggunaan bahan tambah calcium strearate dalam berbagai variasi yaitu 0, 1, 2, dan 3% dari berat semen untuk setiap benda uji yang dibuat. Tabel 6 menampilkan rancangan campuran beton mutu 40 MPa.

Tabel 6. Rancangan Campuran Beton

Material	Berat (Kg)
Agregat kasar	870
Agregat halus	745
Semen	535
Air	210
Calcium Stearate	0, 1, 2, dan 3%

### Hasil dan analisis pengujian beton

#### Kuat tekan beton

Hasil pengujian kuat tekan ditampilkan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Nama Sampel	Berat (gr)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
CS0-1	12770	700	700	41,04
CS0-2	12920	750	750	
*FACS-0-1	12550	710	710	
*FACS-0-2	12700	760	760	

Data hasil pengujian kuat tekan yang diberi tanda bintang adalah data sekunder yang digunakan pada penelitian sebelumnya (Kumala, 2020) yang menggunakan mix design sama dengan penelitian ini. Hasil dari kedua pengujian kuat tekan pada beton silinder tersebut, dapat disimpulkan bahwa beton memiliki kuat tekan seperti yang direncanakan yaitu 40 MPa.

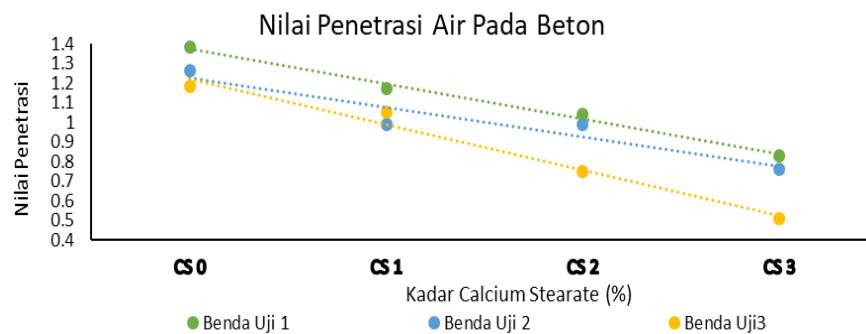
#### Pengujian penetrasi air pada beton

Pada pengujian penetrasi air digunakan alat *Water Penetration Machine* untuk mendapatkan nilai penetrasinya. Tabel 8 berikut menampilkan hasil pengujian penetrasi air pada beton.

**Tabel 8.** Hasil Pengujian Penetrasi Air pada Beton

Sampel	Nilai Penetrasi (cm)	Nilai Penetrasi Rata-Rata (cm)
CS0-1	1,38	1,27
CS0-2	1,26	
CS0-3	1,18	
CS1-1	1,17	1,07
CS1-2	0,99	
CS1-3	1,05	
CS2-1	1,04	0,93
CS2-2	0,99	
CS2-3	0,75	
CS3-1	0,83	0,70
CS3-2	0,76	
CS3-3	0,51	

Hasilnya menunjukkan bahwa setiap penambahan calcium stearate memengaruhi nilai penetrasi pada beton. Pada beton yang tidak menggunakan penambahan calcium stearate yaitu beton CS0-1, CS0-2 dan CS0-3, nilai rata-rata penetrasi yang didapat adalah sebesar 1,27 cm. Pada beton yang menggunakan penambahan calcium stearate sebesar 1% dari berat semen yaitu beton CS1-0, CS1-2 dan CS1-3 nilai rata-rata penetrasi yang didapat adalah sebesar 1,07 cm. Pada beton yang menggunakan penambahan calcium stearate sebesar 2% dari berat semen yaitu beton CS2-0, CS2-2 dan CS2-3 nilai rata-rata penetrasi yang didapat adalah sebesar 0,93 cm. Pada beton yang menggunakan penambahan calcium stearate sebesar 3% dari berat semen yaitu beton CS3-0, CS3-2 dan CS3-3 nilai rata-rata penetrasi yang didapat adalah sebesar 0,70 cm. Grafik untuk memudahkan melihat perbedaan pengaruh penambahan Calcium stearate dalam nilai penetrasi beton dapat dilihat pada Gambar 4.

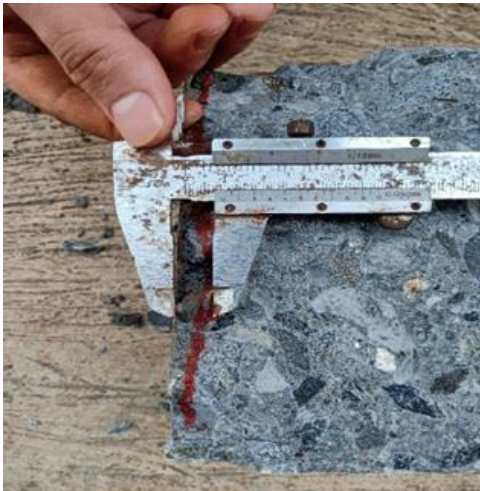


**Gambar 4.** Grafik Pengaruh Penambahan Calcium Stearate Terhadap nilai Penetrasi

Gambar 4 menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai penetrasi air ketika kadar calcium stearate pada beton ditambah. Nilai calcium stearate menyebabkan beton menjadi lebih kedap air dibandingkan dengan beton normal yang tidak diberi bahan tambah/ aditif calcium stearate. Hasil ini didukung oleh hasil penelitian yang dipublikasikan oleh Maryoto (2014) yang mengatakan bahwa penambahan calcium stearate menyebabkan turunnya nilai absorpsi dan penerasi. Reaksi antara semen dengan Calcium stearate menghasilkan suatu zat yang menyebabkan beton menjadi hidrofobik. Kemudian dengan hasil penelitian Lee, dkk (2018) menunjukkan adanya penurunan kadar penyerapan air dan daya serap seiring dengan penambahan dosis calcium sterate. Dan pada penelitian Dzaky (2021) yang berjudul “Nilai Penetrasi Air pada Beton Mutu 30 MPa dengan Bahan Pengikat OPC dan Bahan Tambah Calcium stearate” mengatakan bahwa penambahan calcium stearate dapat membuat beton menjadi lebih *impermeable* dibandingkan dengan beton normal tanpa menggunakan calcium stearate. Gambar 5-8 merupakan contoh hasil pengujian penetrasi beserta nilai penetrasi air pada beton yang sudah dibelah menggunakan alat *Compression Testing Machine*. Kedalaman air ditandai dengan spidol agar memudahkan pengukuran menggunakan Jangka Sorong.



**Gambar 5.** Hasil Pengujian Penetrasi Air pada Beton CS0-1, dengan Nilai Penetrasi Air = 1,38 cm



**Gambar 6.** Hasil Pengujian Penetrasi Air pada Beton CS1-2, dengan Nilai Penetrasi Air = 0,99 cm



**Gambar 7.** Hasil Pengujian penetrasi Air pada Beton CS2-3, dengan Nilai Penetrasi Air = 0,75cm



Gambar 8. Hasil Pengujian Penetrasi Air pada Beton CS3-1, dengan Nilai Penetrasi Air = 0,83cm

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari keseluruhan penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan calcium stearate terhadap beton sebagai bahan tambah dapat memengaruhi nilai penetrasi pada beton. Berdasarkan hasil analisis, pada penambahan calcium stearate sebanyak 1% dari berat semen membuat berkurangnya nilai penetrasi air pada beton sebanyak 15,7%, pada penambahan 2% dari berat semen membuat berkurangnya nilai penetrasi air pada beton sebanyak 26,8%, sedangkan pada penambahan 3% dari berat semen membuat nilai penetrasi air pada beton berkurang sebanyak 44,9% dibandingkan dengan beton tanpa calcium stearate. Maka hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya penambahan calcium stearate pada beton segar dapat mengurangi angka penetrasi pada beton. Ini dikarenakan saat air pada beton menguap, terdapat calcium stearate yang tertinggal di dalam rongga beton, sehingga rongga pada beton menjadi lebih kecil. Efeknya pori pada beton akan semakin sedikit dan beton akan lebih solid sehingga menyebabkan beton menjadi lebih kedap air dibandingkan dengan beton normal yang tidak diberi bahan tambah calcium stearate.

## DAFTAR PUSTAKA

### Bibliography

- ASTM C 270-07. (2007). Standard Specification for Mortar Unit Masonry. *United States: American Society for Testing and Material.*, 2-13.
- ASTM C.150. (1958). *Standard Specification for Portland Cement*. Annual Books of ASTM Standard. Philadelphia, USA.
- Aulia, M. D. (2012). *Studi Eksperimental Permeabilitas dan Kuat Tekan Beton K-450 Menggunakan Zat Adiktif Conplast WP421*. Bandung: UNIKOM.
- Badan Standarisasi Nasional. (1981). *SII 0013-1981. Mutu dan Cara Uji Semen Portland*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *SK SNI S-36-1990-03. Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *SNI 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *SNI 03-6825-2002. Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *SNI 15-2049-2004. Semen Portland*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). *SNI 7656:2012. Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *SNI 2847:2013. Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2015). *SNI 2460:2015. Semen Portland*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1989). *Pedoman Beton*. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, 1989. SKBI.1.4.53.1989. Draft Konsensus., Jakarta: DPU, 1989.
- Departemen Pekerjaan Umum, & Badan Penelitian dan Pengembangan PU. (1989). *Pedoman Beton SKBI.1.4.53.1989. Draft Consensus*. Jakarta: DPU, 1989.

- Deutsche Norm. (1991). *DIN 1048-5*. Berlin: Deutsche Norm.
- Lee, Y. L., Oh, C.H., Lim, M.H., dan Lee, F.W. (2018). *Engineering Properties of Foamed Concrete Containing Water Repellent*. Malaysia: Universiti Tunku Abdul Rahman.
- Maryoto, A. (2004). *Studi Penggunaan Calcium Stearate, Aspal Emulsi dan Superplasticiser untuk Mengontrol Absorpsi pada Beton Mutu Normal*. Tesis. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Maryoto, A. (2010). Pengaruh Penggunaan Calcium Stearate Terhadap Nilai Absorpsi dan Arus Macrocel pada Beton Bertulang. *Dinamika Rekayasa*, 6(2), 44-49.
- Maryoto, A. (2014). *Sinergi Penggunaan Calcium Stearate dan Fly ash dalam Beton untuk Menahan Tekanan Air*. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 16(2), 135-140.
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*. Andi. Yogyakarta: Andi Offset.
- Nurchasanah, Y. (2010). Koefisien Permeabilitas pada Rekayasa Beton Kedap Air dengan Bahan Baku Limbah Padat Industri Cor Logam di Kabupaten Klaten. *Seminar Nasional FTSP-ITN Malang*. Jawa Tengah: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Prasetio, A. (2011). *Porositas dan Permeabilitas Beton Menggunakan Pasir Tailing Tambang Timah dan Pasir Besi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Prasetya, R. Y. (2016). *Analisis Kuat Tekan dan Permeabilitas Beton dengan Agregat Halus Campuran Pasir Merah Purwodadi dan pasir Kaliworo Klaten*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Quraishi, M.A., Kumar, V., Singh, B.N., dan Singh, S.K. (2011). Calcium stearate: A Green Corrosion Inhibitor for Steel in Concrete. *J. Mater. Environ. Sci.* 2 (4), 371.
- Susanto, M. E. (2015). *Pengaruh Penambahan serat Tembaga Pada Beton Mutu Tinggi Metode Dreux Terhadap Kuat Tekan, Permeabilitas dan Penetrasi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.