

Tinjauan Mengenai Aplikasi Hubungan Kuat Tekan Dan Faktor Air-Semen Dengan Cara SNI Pada Semen PCC

EFRI AMAR PRASETYA¹, PRIYANTO SAELAN²

1. Efri Amar Prasetya (Institut Teknologi Nasional)
2. Priyanto Saelan (Institut Teknologi Nasional)
Email: efri.amar@gmail.com

ABSTRAK

Perancangan campuran beton cara SNI menggunakan kurva kuat tekan beton vs faktor air-semen yang direkomendasikan SNI adalah kurva yang menghasilkan kuat tekan beton sebesar 37 MPa untuk faktor air-semen sebesar 0,50. Jika kurva ini diaplikasikan pada semen produk Indonesia maka diduga kuat tekan tersebut tidak akan tercapai, karena kurva yang direkomendasikan SNI lebih sesuai untuk semen produk Inggris. Penelitian ini menyajikan kurva modifikasi agar sesuai dengan semen Indonesia. Kurva yang diajukan adalah kurva yang bergaris penuh untuk umur 28 hari pada dokumen SNI. Penelitian ini dilakukan menggunakan data sekunder dari Wesli dan Lasino yang hasilnya membuktikan bahwa kurva yang diajukan dapat digunakan untuk semen produk Indonesia karena kuat tekan beton yang berdekatan.

Kata kunci: faktor air-semen, SNI 03-2834-2000, kuat tekan beton, perancangan campuran

1. PENDAHULUAN

Perancangan campuran beton cara SNI untuk semen tipe 1 yang merupakan semen OPC. Berdasarkan pada kurva kuat tekan beton vs FAS sebesar 0,5 dengan benda uji beton berbentuk silinder yang menghasilkan 37 MPa. Jika dilakukan dengan cara SNI 03-2834-2000 maka diperkirakan kuat tekan beton yang direncanakan tidak dapat dicapai yang disebabkan oleh kurva kuat tekan beton vs FAS pada cara SNI mengadopsi berdasarkan kekuatan semen OPC untuk negara Inggris yang memiliki nilai kuat tekan jauh lebih tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk merekomendasikan kurva modifikasi yang lebih sesuai sehingga dapat digunakan untuk semen produksi negara Indonesia agar mencapai kuat tekan beton rencana.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perancangan Campuran Beton dengan cara SNI 03 – 2834 - 2000

Kriteria dasar dalam perancangannya adalah kekuatan tekan dan hubungannya dengan faktor air-semen yang digunakan, serta jumlah air yang diperlukan untuk mencapai kelecakan campuran beton segar yang diinginkan. Menurut aturan SNI, kuat tekan rata-rata yang ditargetkan dapat dihitung dengan **Persamaan 2.1** yaitu:

$$f_{cr} = f'_c + 1,64 S_r \quad (2.1)$$

dimana;

f_{cr} = kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan pada umur 28 hari [MPa],

f'_c = kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari [MPa],

S_r = deviasi standar rencana [MPa],

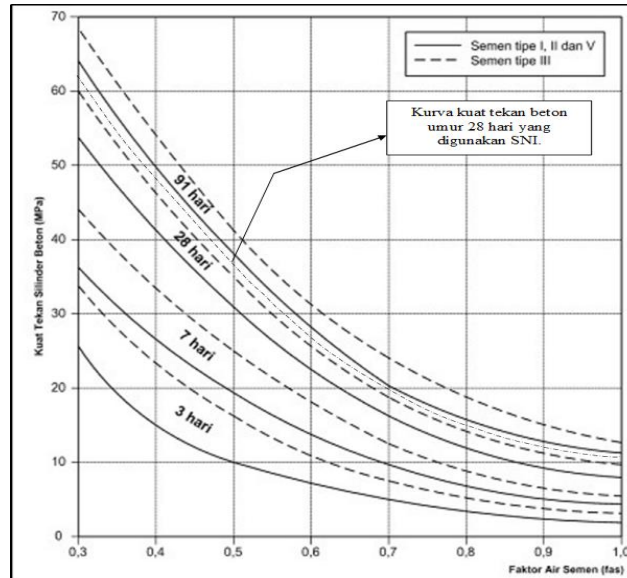
$$S_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}},$$

n = jumlah data/nilai hasil uji,

x_i = kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji,

$\bar{x}$ = kuat tekan beton rata-rata menurut rumus $= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$.

Kurva yang digunakan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000) adalah yang sesuai dengan **Gambar 2.1**, yaitu $\frac{W}{C}$ dengan nilai 0,5 yang menghasilkan $f'_c = 37$ MPa.



Gambar 2.1 Grafik hubungan antara Kuat tekan dan Faktor air-semen SNI (Dokumen SNI, 2000)

Dengan berdasarkan nilai *slump* yang diinginkan pada perancangan campuran beton, maka jumlah air yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai kelecakan yang direncanakan dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Perkiraan kebutuhan air [Kg/m³] yang diperlukan untuk tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

Ukuran besar butir agregat maksimum [mm]	Jenis Agregat	Kebutuhan air [kg/m ³]			
		Slump [mm]			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Catatan: Koreksi suhu udara Untuk suhu diatas 25°C, setiap kenaikan 5° C harus ditambah air 5 liter per m³ adukan beton`

Sumber: Dokumen SNI 03-2834-2000 (2000)

Air yang dibutuhkan untuk nilai *slump* yang direncanakan dihitung dengan **Persamaan 2.2**:

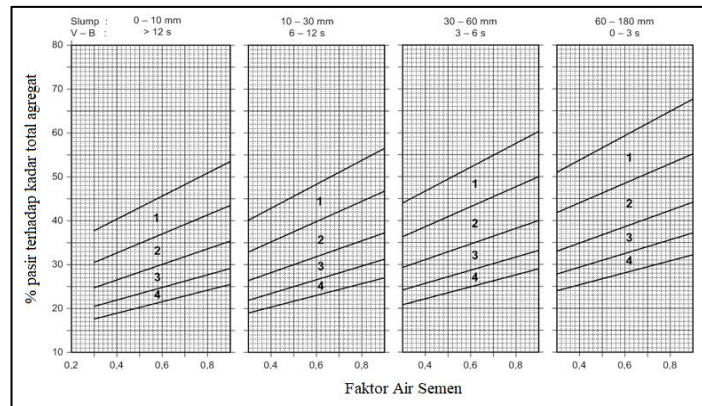
$$W = \frac{2}{3} W_{halus} + \frac{1}{3} W_{kasar} \quad (2.2)$$

dengan:

W_{halus} = perkiraan jumlah air yang dibutuhkan untuk agregat halus.

W_{kasar} = perkiraan jumlah air yang dibutuhkan untuk agregat kasar.

Perancangan campuran beton cara SNI 03-2834-2000, dengan kadar persentase pasir di dalam total agregat gabungan mempengaruhi ukuran butir agregat, faktor air-semen dan nilai *slump* dihitung dengan **Gambar 2.3**



Gambar 2.2 Persen pasir terhadap total agregat untuk ukuran Maksimum 20 mm (Dokumen SNI, 2000)

2.2 Hubungan Nilai *Slump* dengan Faktor Air-Semen

Perancangan campuran beton cara SNI sepenuhnya mengacu cara *British Standard* (1975). Yang perlu ditinjau dalam mengaplikasikan cara SNI, mengenai hubungan kuat tekan beton dan Faktor Air-Semen (FAS). Kurva kuat tekan beton vs FAS merupakan hasil serangkaian pengujian yang dilakukan di Inggris menggunakan semen produksi negara Inggris. Oleh karena itu perancangan campuran beton di Indonesia, aplikasi kurva kuat tekan vs FAS cara SNI harus didasarkan pada anggapan bahwa semen produksi Indonesia memiliki karakteristik mutu yang sama dengan semen produksi Inggris. *L. J. Murdock dan K. M. Brook (1979)*, menjelaskan kualitas sifat fisika semen yang kekuatan mortar semen jenis OPC dan tahan sulfat produksi Inggris dan Belgia di **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Kekuatan Semen Produksi Inggris dan Belgia

Negara Produksi	Tipe/Jenis Semen	Kekuatan Mortar Semen [MPa]	
		7 hari	28 hari
Inggris	OPC	33,5	47,5
	Tahan Sulfat	39,5	45,0
Belgia	OPC	30,5	45,5
	Tahan Sulfat	39,5	54,0

Sumber: *L.J Murdock and Brook (1979)*

Saat ini semen PCC yang diklasifikasikan sebagai semen Tipe I, banyak dan meluas pemakaiannya mengiringi semen OPC dalam konstruksi teknik sipil di Indonesia. Data produsen semen jenis PCC dan OPC di Indonesia pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Kekuatan semen produksi Indonesia

Nama Semen	Jenis Semen	Kekuatan Mortar Semen [MPa]	
		7 hari	28 hari
Tiga Roda	OPC	28 - 32	38 - 42
	PCC	25 - 32	35 - 41
Semen Padang	OPC	$\geq 24,2$	≥ 35
	PCC	≥ 26	$\geq 34,5$
Semen Gresik	OPC	32	41
	PPC	29	38,5
Tonasa	OPC	30,5	39
	PCC	26,3	41
Garuda	OPC	≥ 26	≥ 40
	PCC	≥ 25	≥ 35
Serang	OPC	≥ 26	≥ 40
	PCC	≥ 26	≥ 40
Hasil Penelitian Semen oleh Pusjatan	PCC	30,2	42

Sumber: Priyanto Saelan (2020)

Untuk perancangan campuran beton, SNI mengacu pada **Gambar 2.1**. Kurva yang digunakan untuk semen Tipe I adalah kurva yang menghasilkan kuat tekan silinder beton sebesar 37 MPa pada nilai FAS sebesar 0,50. Jika kurva ini digunakan pada semen OPC dan PCC di Indonesia, maka dapat disimpulkan kuat tekan yang dihasilkan pada FAS sebesar 0,50 akan lebih kecil dari 37 MPa. Hal ini akan terjadi karena kekuatan semen OPC dan PCC di Indonesia berkisar ± 40 MPa pada umur 28 hari, lebih kecil dari kekuatan semen OPC Inggris mencapai 47,5 MPa. Membandingkan data kekuatan semen produksi Inggris dan Indonesia pada **Tabel 2.3** dan **Tabel 2.4**, maka dapat disimpulkan bahwa kurva kuat tekan beton vs FAS cara SNI pada **Gambar 2.1**, perlu dimodifikasi dan disesuaikan berdasarkan kekuatan semen di Indonesia.

Penyesuaian kurva kuat tekan beton vs FAS untuk semen OPC dan PCC Indonesia dilakukan dengan formulasi kuat tekan beton oleh Dreux Gorisse (1979) dari Perancis adalah:

$$f_c = G f_{pc} (C/W - 0,50) \quad (2.3)$$

- f_c = kuat tekan silinder beton umur 28 hari,
 f_{pc} = kekuatan semen umur 28 hari,
 C/W = rasio berat semen terhadap berat air,
 G = faktor granulair dengan batasan 0,35 – 0,65.

Formulasi Dreux pada **Persamaan 2.2** ini menjelaskan bahwa kekuatan beton berbanding lurus secara linier dengan kekuatan semen. Dengan perbandingan lurus ini maka modifikasi kurva kuat tekan beton vs FAS dapat dibuat dengan mudah untuk masing-masing semen OPC dan PCC. Dari **Tabel 2.3** dapat diketahui bahwa semen OPC dan PCC di Indonesia mempunyai kekuatan yang sangat berdekatan.

Hal ini akan memudahkan dalam membuat kurva modifikasi yang dapat diaplikasikan untuk semen OPC dan PCC secara bersamaan. Berdasarkan data kekuatan semen pada **Tabel 2.3** maka kekuatan semen sebesar 40 MPa dapat dipandang sebagai kekuatan semen yang mewakili semen OPC dan PCC. Dengan menggunakan kekuatan semen 40 MPa maka untuk semen OPC dan PCC, kuat tekan yang dihasilkan untuk berbagai nilai $\frac{W}{C}$ adalah seperti:

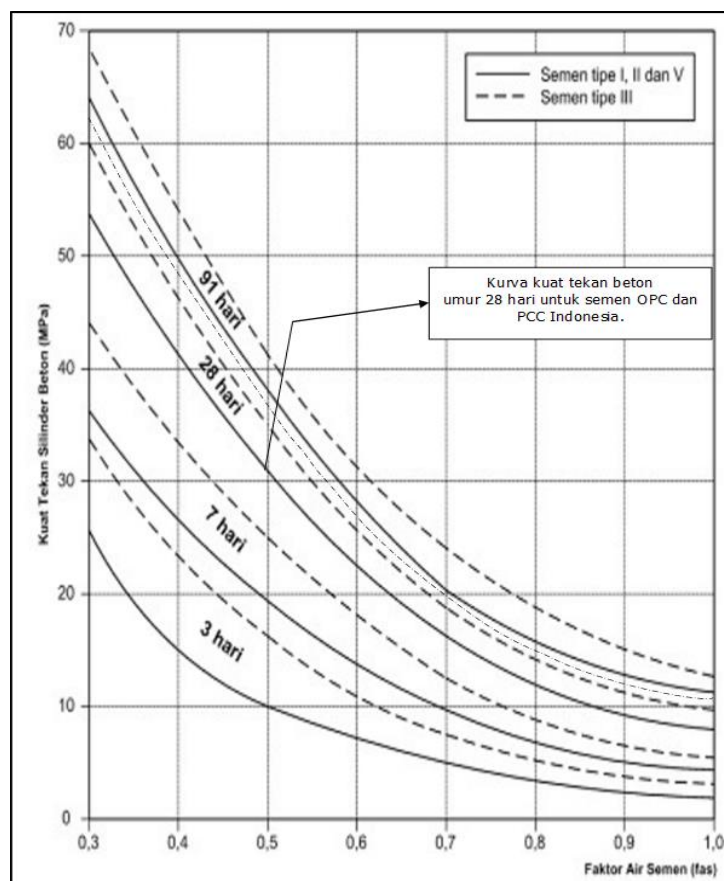
$$\frac{W}{C} = 0,5 \rightarrow f_c = \frac{40}{47,5} \times 37 \text{ MPa} = 31,16 \text{ MPa} \quad (2.4)$$

Nilai f_c yang dihasilkan sangat berdekatan dan bertepatan dengan nilai f_c yang terdapat pada kurva yang bergaris penuh untuk umur 28 hari pada grafik kuat tekan silinder beton vs faktor air-semen, kurva ini diperlihatkan pada **Gambar 2.6** yang merupakan duplikasi **Gambar 2.1**. Untuk nilai $\frac{W}{C}$ yang digunakan, kuat tekan beton silinder yang dihasilkan pada **Tabel 2.4**.

Tabel 2.4 Nilai f_c vs FAS Kekuatan Semen PCC dan OPC Produksi Indonesia

No	W/C	f_c [MPa] Semen Indonesia PCC dan OPC	f_c [MPa] dengan Grafik pada Gambar 2.6
1	0.3	52,21	53
2	0.4	40,42	41.50
3	0.5	31,16	31.25
4	0.6	23,15	22,50
5	0.7	16,84	16

Dari hasil kuat tekan beton pada **Tabel 2.4**, maka kurva pada **Gambar 2.3** dapat digunakan untuk merancang campuran beton cara SNI untuk semen OPC dan PCC produksi Indonesia.

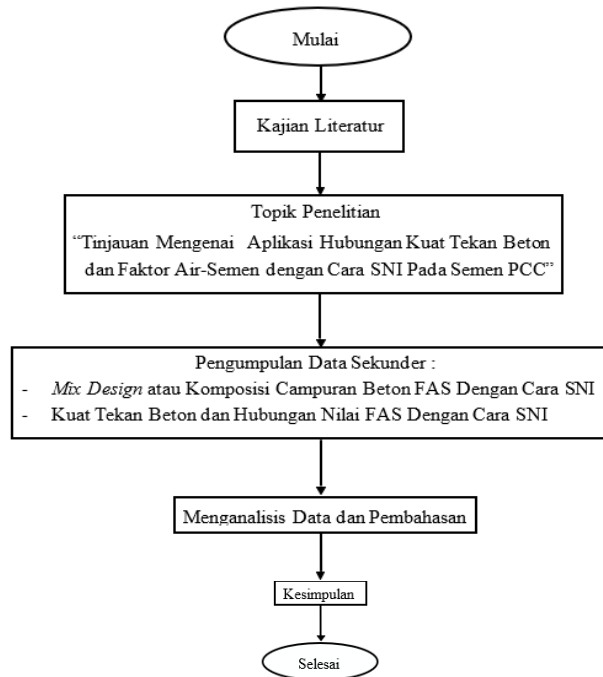


Gambar 2.3 Kurva f_c Vs FAS Modifikasi SNI Dengan Kurva SNI (Dokumen SNI, 2000)

3. METODOLOGI

3.1 Prosedur Penelitian

Penelitian ini akan dijelaskan prosedur dan langkah dalam melakukan penelitian ini yang diperlihatkan diagram alir pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang telah dianalisa tersaji pada **Tabel 4.1** sampai dengan **Tabel 4.3**.

Tabel 4.1 Hasil Uji dan Prediksi Kuat Tekan Beton Berbentuk Silinder Umur 28 Hari Dengan Menggunakan Agregat Kasar 20 mm Per 1 m³ Beton

W/C		0,45	0,475	0,50	0,525	0,55
Air	Kg	183,33	183,33	183,33	183,33	183,33
Semen	Kg	407,4	385,958	366,66	349,2	333,33
Pasir	Kg	284,6	297,22	308,76	319,11	328,52
Batu Pecah	Kg	1323,84	1323,84	1323,84	1323,84	1323,84
Slump Aktual	cm	10,33	8,83	8,33	7,66	8,5
Air Aktual	Kg	205	205	205	205	205
W/C Aktual		0,503	0,531	0,559	0,587	0,615
Hasil Uji Kuat Tekan 28 Hari	MPa	29,910	25,497	23,045	22,065	20,594
Kuat Tekan beton Silinder Berdasarkan Kurva Beton 28 hari	MPa	31,20	27,50	25,00	23,00	21,00

Sumber: Wesli (2011)

Tabel 4.2 Tabel Lanjutan Hasil Uji dan Prediksi Kuat Tekan Beton Berbentuk Silinder Dengan Menggunakan Agregat Kasar 20 mm Per 1 m³ Beton

W/C		0,575	0,60	0,625	0,65
Air	Kg	183,33	183,33	183,33	183,33
Semen	Kg	318,835	305,55	293,328	282,05
Pasir	Kg	337,118	342,15	352,243	363,22
Batu Pecah	Kg	1323,84	1323,84	1323,84	1323,84
Slump Aktual	cm	8,66	8,66	7	10,66
Air Aktual	Kg	205	205	205	205
W/C Aktual		0,643	0,671	0,699	0,726
Hasil Uji Kuat Tekan 28 Hari	MPa	19,123	18,142	17,652	15,690
Kuat Tekan beton Silinder Berdasarkan Kurva Beton 28 hari	MPa	20,00	18,75	17,45	15,00

Sumber: Wesli (2011)

Tabel 4.3 Hasil Uji dan prediksi Kuat Tekan Beton Berbentuk Silinder dan Nilai Faktor Air-Semen Menggunakan Semen Portland OPC Per 1 m³ Beton

W/C		0,48	0,53	0,58
Air	Kg	205	205	205
Semen OPC	Kg	427	387	353
Pasir	Kg	699	751	819
Batu Pecah	Kg	1048	1035	1002
Slump Aktual	mm	109,46	115,00	122,22
Air Aktual	Kg	205	205	205
W/C Aktual		0,48	0,53	0,58
Hasil Uji Kuat Tekan 28 Hari	MPa	35,273	32,035	29,425
Kuat Tekan beton Silinder Berdasarkan Kurva Beton 28 hari	MPa	33,00	31,20	24,85

Sumber: Lasino (2012)

4.2 Pembahasan

1. Analisis air aktual berdasarkan *slump* aktual sebagai contoh adalah komposisi campuran beton pada **Tabel 4.1** dengan faktor air semen sekitar 0,45 dengan nilai *slump* aktual yang terjadi adalah 10,33 mm, berdasarkan **Tabel 2.1** maka air aktual pada komposisi campuran beton pada **Tabel 4.1** dihitung menggunakan **Persamaan 2.2** berikut

$$\frac{2}{3} \times 195 + \frac{1}{3} \times 225 = 205 \text{ kg/m}^3.$$

2. Berdasarkan air aktual sekitar 205 kg/m³, maka melalui perhitungan didapatkan nilai $\frac{W}{C}$ aktual adalah 0,503 sesuai terdapat pada **Tabel 4.1**.

3. Dengan menggunakan nilai air aktual yang menghasilkan faktor air- semen 0,503, maka kuat tekan beton prediksi didapat sekitar 31,20 MPa dengan menggunakan kurva yang diajukan pada **Gambar 2.6**
4. Setelah mendapatkan nilai kuat tekan beton prediksi sesuai pada **Tabel 4.1** maka dapat terlihat perbandingan antara nilai kuat tekan beton prediksi dengan kuat tekan beton hasil pengujian 28 hari pada **Tabel 4.1** yang hasilnya berdekatan dengan menggunakan kurva yang diajukan seperti pada **Gambar 2.6**.
5. Dengan penelitian Lasino (2012), pengujian kuat tekan beton didapatkan pada **Tabel 4.3** menggunakan nilai faktor air-semen 0,58 dengan hasil uji kuat tekan beton 28 hari yang terpaut jauh sekitar 29,425 MPa jika dibandingkan dengan hasil kuat tekan beton lainnya yang diperkirakan karena kesalahan dalam pengujian ataupun kualitas bahan yang tidak maksimum.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian data sekunder dan analisis data hasil pengujian, dapat diambil kesimpulan. Berdasarkan kurva yang direkomendasikan SNI 03-2834-2000, yaitu yang menunjukkan faktor air-semen 0,5 yang menghasilkan kuat tekan beton 37 MPa dengan garis putus – putus pada **Gambar 2.1** bahwa tidak sesuai untuk digunakan pada semen Indonesia yang nilai kuat tekan beton lebih rendah.

Berdasarkan kurva kuat tekan beton vs FAS yang diajukan pada **Gambar 2.6**, semen produksi Indonesia dapat menggunakan garis penuh 28 hari agar mendapatkan nilai kuat tekan beton yang mendekati pada kurva diajukan.

DAFTAR RUJUKAN

- Murdock, Murdock, J., L., and Brook, M., K., (1979). *Concrete Materials and Practice*, Edward Arnold Ltd.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000 Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Wesli, Wesli, Said Jalalul Akbar dan Burhanuddin. (2011). *Studi Korelasi Faktor Air-Semen Dengan Kuat Tekan Beton Struktural*. Aceh Utara: Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2834-2002 Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Lasino, Lasino, Deddy Rachman dan Bambang Sugiharto. (2012). *Kajian Penggunaan Semen Portland Komposit Untuk Beton*. Bandung: Pusat Litbang Permukiman, Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T).
- Gunawan, Gugum, dan Priyanto Saelan. (2018). *Studi Mengenai Batasan Maksimum Kadar Volume Pasir Dalam Campuran Beton Cara SNI*. Bandung: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional.
- Saelan, Priyanto. (2020). *Perancangan Campuran Beton Cara SNI Termodifikasi (Modified SNI Method)*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*.

