



Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) 5D dalam perencanaan struktur Gedung Rumah Sakit Kasih Ibu Surakarta

Dhanisa Alifia Rachma^{a*}, Amelia Vista Br Purba^a, Asri Nurdiana^a, Bambang Setiabudi^a

^{a*}^a*Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Indonesia*

ARTICLE INFO

Corresponding author:

Email:

dhanisarachma@gmail.com

Article history:

Received : 28 July 2025

Revised : 20 December 2025

Accepted : 21 December 2025

Publish : 25 December 2025

Keywords:

BIM 5D, dual system, etabs, redesign

ABSTRAK

The rapid growth of the construction industry necessitates the adoption of Building Information Modeling (BIM) 5D to enhance efficiency, cost accuracy, and scheduling precision. This study focuses on the redesign of the structural system for Kasih Ibu Hospital in Surakarta, located in a seismic-prone zone, using a dual system that combines Special Moment Resisting Frames (SMRF) with shear walls, based on Seismic Risk Category IV and Site Class SD. The planning process utilized Revit 2024 for 3D modeling, ETABS and SP Column for structural analysis, and Microsoft Project for scheduling. The cost estimation was derived from a Quantity Take Off (QTO) integrated with Surakarta's AHSP unit price database, resulting in a total project value of IDR 83.6 billion including VAT. The structural analysis confirmed compliance with national building codes (SNI 2847:2019, SNI 1726:2019, and SNI 1727:2020), ensuring seismic safety and design efficiency. The BIM 5D integration through Autodesk Navisworks successfully visualized the project's 3D model, construction timeline, and overall costs over a 43-week implementation period. This study demonstrates that BIM 5D is an effective tool for digitalizing large-scale construction projects in earthquake-prone areas.

Copyright © 2025 PILARS-UNDIP

1. Pendahuluan

Semakin pesatnya perkembangan industri konstruksi modern, dibutuhkan tingkat efisiensi dan akurasi dalam perencanaan proyek, terutama pada proyek berskala besar seperti proyek gedung rumah sakit. Penerapan BIM menjadi solusi inovatif untuk mengatasi tantangan tersebut. BIM yang dikenal luas sebagai *Building Information Modeling*, mencakup teknologi komprehensif yang menggabungkan detail-detail dalam bidang *Design*, *Construction*, dan *Maintenance*. Integrasi ini didapatkan melalui pemanfaatan representasi 3D (Nugraha, A.K., 2020). BIM 5D yang meliputi integrasi antara model desain 3D, estimasi biaya dan penjadwalan proyek secara *realtime* (Fadhilah et al., 2022).

Pembangunan Rumah Sakit Kasih Ibu Surakarta, direncanakan sebagai gedung bertingkat tinggi yang terdiri dari 14 lantai dengan pembagian 6 lantai parkir dan 8 lantai rumah sakit. Daerah Surakarta termasuk dalam wilayah rawan gempa, sehingga diperlukan penerapan sistem struktur yang dapat menjamin keamanan dan kenyamanan. Dual system (sistem ganda) menjadi solusi untuk perencanaan struktur gedung bertingkat, dikarenakan mampu meningkatkan ketahanan bangunan terhadap beban lateral akibat gempa. Sistem ganda merupakan kombinasi antara dinding geser (*shear wall*) dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Pada perencanaan ulang ini, kami mengintegrasikan BIM 5D pada struktur gedung Rumah Sakit Kasih Ibu Surakarta menggunakan rangka beton bertulang dengan bantuan software Autodesk Revit, Naviswork, *Microsoft Project* dan *software* perencanaan struktur menggunakan ETABS. Tugas akhir ini bertujuan untuk memberikan output analisa gaya dalam struktur, hasil kebutuhan tulangan, desain 3D, Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek, penjadwalan proyek, dan integrasi BIM 5D. Sehingga diharapkan proyek konstruksi dapat berjalan lebih efisien, hemat biaya, akurat dan terkontrol karena

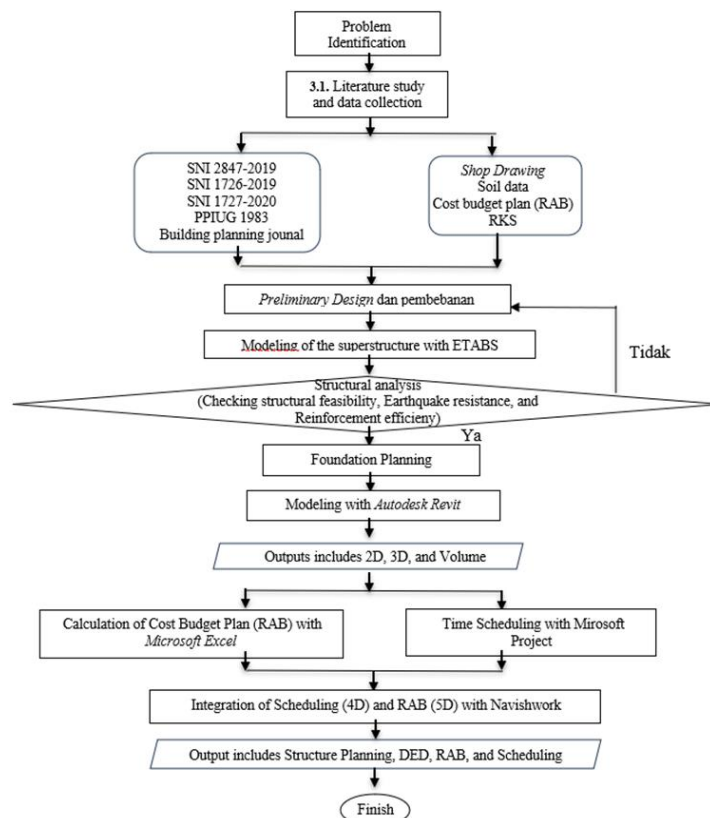
semua aspek saling terhubung satu dengan lainnya sehingga pelaksanaan proyek tepat mutu, waktu dan biaya dapat tercapai. selain itu agar pembaca dapat mengetahui manfaat serta kelebihan penggunaan BIM pada proyek yang sebelumnya belum menerapkan BIM.

2. Data dan Metode

Perencanaan ulang Gedung Rumah Sakit Kasih Ibu Surakarta yang memiliki 14 lantai menggunakan Dual System yang merujuk pada ketentuan Tata Cara Perencanaan Struktural Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI1726:2019). Menurut ketentuan tersebut gedung ini masuk dalam kategori risiko IV. Berdasarkan informasi hasil penelitian, tanah gedung ini tergolong dalam klasifikasi situs SD (Tanah sedang) dan kategori desain seismic (KDS) D, yang menunjukkan tingkat risiko tinggi terhadap gempa. Sehingga, sistem struktur harus dirancang dengan penahan beban lateral untuk memberikan kekakuan, daktilitas, dan redundansi pada struktur, sehingga memungkinkan distribusi beban yang lebih efisien.

Perencanaan Gedung dengan menggunakan material beton bertulang berpedoman pada Persyaratan Beton struktural untuk Bangunan Gedung (SNI2847:2019) yang juga berfungsi menentukan tulangan struktur. Pembebanan pada Gedung ini direncanakan dengan beban mati, beban mati tambahan, beban hidup, beban air hujan, beban angin dan beban gempa sesuai dengan Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain (SNI1727:2020) serta Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung, 1983.

Perencanaan ulang Gedung Rumah Sakit Kasih Ibu Surakarta diawali Analisis struktur menggunakan *software* ETABS, visualisasi 3D dan *quantity take off* (QTO) dengan *software* Autodesk Revit, Perencanaan biaya dengan *Microsoft excel*, *time schedule* dengan *Microsoft Project* serta Naviswork untuk simulasi 5D. **Gambar 1** menunjukkan diagram alir.



Gambar 1. Diagram alir perencanaan ulang

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Preliminary design struktur atas

A) Preliminary design balok

Preliminary desain balok untuk perencanaan ulang ini disesuaikan dengan tabel 9.3.1.1. SNI2847:2019 yang mengatur persyaratan dimensi struktur balok sehingga mampu menahan beban tertinggi dan memenuhi syarat kekuatan dan kekakuan. Adapun perencanaan dimensi balok disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Perencanaan dimensi balok

Kondisi perletakan	h Min
Perletakan sederhana	L/16
Menerus satu sisi	L/18,5
Menerus dua sisi	L/21
Kantilever	L/8

Perhitungan dimensi tinggi balok (h) untuk balok induk h/12, balok anak h/16 dengan lebar balok (b) sesuai SNI2847:2019 pada pasal 18.6.2.1 bahwa lebar minimal penampang balok minimal 0,3h namun pada perhitungan rencana penulis menggunakan menggunakan 0,5h. Dan berdasarkan SNI 2847:2019 pasal 18.6.2.1 perlu dilakukan pengecekan terhadap dimensi balok yang sudah diperhitungkan untuk memperoleh kekuatan struktur dengan beberapa ketentuan bentang bersih (l_n) ≥ 4 d efektif. Untuk lebar balok (bw) harus \geq minimum 0,3h balok dan 250 mm dan harus < nilai minimum b kolom dan 0,75h kolom. Adapun pada **Tabel 2** dan **Tabel 3** menunjukkan hasil daftar cek syarat dimensi balok.

Tabel 2. Rekapitulasi *preliminary design* balok induk

Tipe	Bentang (mm)	Ln (mm)	b Min (mm)	h Min (mm)	Dimensi (mm)	Bk kolom (mm)	Syarat 1 ($Ln \geq 4d$)	Syarat 2 ($bw \geq 0,3h$)	Syarat 3 ($bw < bk$)
B ₁	10000	9000	372	750	500 x 900	1000	True	True	True
B ₂	8000	7000	291.7	583.33	450 x 750	1000	True	True	True
B ₃	4000	3000	125	250	400 x 700	1000	True	True	True
TB ₁	10000	8800	366.7	733.33	500 x 1000	1200	True	True	True
TB ₂	8000	6800	238.3	566.67	450 x 900	1200	True	True	True
RB	10000	9200	383.3	766.67	400 x 800	800	True	True	True

Tabel 3. Rekapitulasi *preliminary design* balok anak

Tipe	Bentang (mm)	Ln (mm)	b Min (mm)	h Min (mm)	Dimensi (mm)	Bw induk (mm)	Syarat 1 ($Ln \geq 4d$)	Syarat 2 ($bw \geq 0,3h$)	Syarat 3 ($bw < bw i$)
BA ₁	5000	4500	84.38	281.3	400 x 650	500	True	True	True
BA ₂	4000	3550	66.56	221.9	350 x 600	450	True	True	True
BA ₃	200	1600	30	100	300 x 450	400	True	True	True
TBA ₁	5000	4500	84.38	281.3	450 x 800	500	True	True	True
TBA ₂	4000	3550	66.56	221.9	400 x 700	450	True	True	True
RBA	5000	4600	86.56	287.5	300 x 600	400	True	True	True

B) Preliminary design plat

Menurut pasal 8.3.1.1 SNI2847:2019, pelat pada perencanaan ulang ini menggunakan pelat dua arah jika $l_y/l_x < 2$. Berdasarkan SNI2847:2019 Pasal 8.3.1.1 untuk menentukan tebal minimum pelat dua arah. Pada laporan Tugas akhir ini, $f_y = 420$ Mpa dan pelat yang digunakan yaitu panel interior jadi tebal minimum pelat ditentukan dengan tebal minimum = $L/33$. Adapun rekapitulasi *preliminary design* plat disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Rekapitulasi *preliminary design* plat

Tipe	Ln y (mm)	Ln x (mm)	Ln y / Ln x (mm)	Tipe Pelat	H min (mm)	H pakai (mm)	Syarat (hmin < hpakai)	Keterangan
SP	3650	2850	1.281	Pelat 2 arah	86.364	150	True	Lantai Parkir
SL	3575	2550	1.401	Pelat 2 arah	77.273	130	True	Lantai RS
SA	3600	3600	1	Pelat 2 arah	109.1	110	True	Lantai atap

C) *Preliminary design* kolom

Berdasarkan pasal 18 SNI2847:2019 untuk merencanakan dimensi kolom dengan desain SRPMK maka harus didesain mampu menahan gaya lentur, geser, dan aksial terfaktor minimal sebesar $\frac{Ag \times f_c}{10}$. Berikut ini persamaan yang digunakan dalam menentukan dimensi kolom seperti pada **Persamaan 1**. Adapun hasil *preliminary design* kolom disajikan pada **Tabel 5**.

$$\frac{h_{kolom}}{h_{balok}} > \frac{l_{kolom}}{l_{balok}}$$

Pers 1)

Tabel 5. Rekapitulasi *preliminary design* kolom

Tipe	Bentang (mm)	Tinggi Kolom (mm)	Tinggi Balok (mm)	Lebar balok (mm)	H min (mm)	H pakai (mm)	Syarat (hmin < hpakai)	Dimensi Kolom (mm)
K1	10000	4000	900	500	617.93	1200	True	1200 x 1200
K2	8000	4000	750	450	55.062	1000	True	1000 x 1000
K3	6000	4000	700	400	549.941	900	True	900 x 900
K4	6000	4200	900	500	710.721	800	True	800 x 800
K5	6000	4000	800	400	607.869	700	True	700 x 700

D) *Preliminary design* dinding geser

Tabel 6 merupakan rekapitulasi perhitungan tebal dinding geser yang di pakai dalam perencanaan gedung ini yang dihitung berdasarkan SNI2847:2013 dan SNI2847:2019.

Tabel 6. Rekapitulasi design dinding geser

Tipe	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	Diameter Tul (mm)	Tebal min 1 (mm)	Tebal min 2 (mm)	Tebal min 3 (mm)	Tebal min 4 (mm)	Tebal pakai (mm)	Tebal min < tebal pakai
CW1	5580	5000	25	223.2	200	200	289.86	400	True
CW2	5500	5000	25	220	200	200	289.86	400	True
SW	6500	5000	25	260	200	200	289.86	500	True

3.2. Analisis struktur dengan ETABS

Analisis struktur merupakan tahapan desain material, komponen, dan pemodelan pembebanan struktur. Analisis struktur pada perencanaan ulang ini menggunakan *software* ETABS versi 20. Adapun perbandingan masa volume pada beton uji coba tipe A, B, C, D, dan E disajikan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Berat masa beton pada benda uji

Sampel	Berat (Kg)	Rata-rata berat (Kg)	Volume (m ³)	Volume (m ³)	Berat masa volume beton (kg/m ³)	Rata-rata berat masa volume (kg/m ³)
A ₁	12,320	12,327	5298	0,005298	2325,405	2326,821
A ₂	12,335				2328,237	
B ₁	12,445	12,378			2348,999	2336,353
B ₂	12,311				2323,707	
C ₁	12,520	12,493			2363,155	2358,059
C ₂	12,466				2352,963	
D ₁	12,440	12,407			2348,055	2341,921

Sampel	Berat (Kg)	Rata-rata berat (Kg)	Volume (m ³)	Volume (m ³)	Berat masa volume beton (kg/m ³)	Rata-rata berat masa volume (kg/m ³)
D ₂	12,374				2335,787	
E ₁	12,143	12,147			2291,996	2292,845
E ₂	12,152				2293,695	

Berdasarkan tabel grafik di atas rata – rata berat massa untuk beton tipe A adalah 2326,821 kg/m³, tipe B 2336,353 kg/m³, tipe C 2358,059 kg/m³, tipe D 2341,921 kg/m³ dan tipe E 2292,845 kg/m³. Menurut SNI 03-2847-2002 berat massa volume untuk benda uji yang termasuk kategori beton normal adalah tipe A, B, C, dan D sedangkan benda uji tipe E tidak masuk karena berat massanya masih di bawah beton normal menurut SNI 03-2847-20.

3.3. Hasil kutat tekan dan kuat tekan karakteristik

Pengujian kuat tekan beton menggunakan *compression machine* menunjukkan bahwa beban maksimal yang dapat ditahan benda uji sampai terjadi retakan. Adapun hasil kuat tekan beton pada umur 14 hari dan 28 hari disajikan pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Hasil kuat tekan beton umur 14 hari dan 28 hari

Sampel	P (N)	A (mm ²)	Kuat tekan beton (N/mm ²)	
			14 hari	28 hari
A	A ₁	189	17662,5	10,70
	A ₂	174	17662,5	12,15
B	B ₁	203	17662,5	9,85
	B ₂	162	17662,5	11,49
C	C ₁	286	17662,5	10,30
	C ₂	253	17662,5	11,70
D	D ₁	194	17662,5	16,19
	D ₂	177	17662,5	18,40
E	E ₁	152	17662,5	14,32
	E ₂	141	17662,5	16,27

Tabel 9. Hasil kuat tekan karakteristik beton

Sampel	P (N)	A (mm ²)	Standar deviasi	Kuat tekan karakteristik (N/mm ²)
A	A ₁	189	17662,5	0,6823
	A ₂	174	17662,5	
B	B ₁	203	17662,5	0,9540
	B ₂	162	17662,5	
C	C ₁	286	17662,5	1,500
	C ₂	253	17662,5	
D	D ₁	194	17662,5	0,772
	D ₂	177	17662,5	
E	E ₁	152	17662,5	0,124
	E ₂	141	17662,5	

Tabel 9 dapat disimpulkan beton dengan jenis B (substitusi limbah beton 5% + abu daun pisang 2,5%) memiliki kuat tekan karakteristik sebesar 10,820 N/mm² memenuhi kuat tekan minimum berdasarkan acuan beton A (Normal) yaitu sebesar 10,557 N/mm². Untuk beton tipe C (substitusi limbah beton 10% + abu daun pisang 5%) dengan kuat tekan karakteristik 14,879 N/mm², kemudian beton tipe D (substitusi limbah beton 15% + abu daun pisang 7,5%) dengan kuat tekan karakteristik 10,668 N/mm², sedangkan beton tipe E (substitusi limbah beton 20% + abu daun pisang 10%) dengan kuat tekan karakteristik sebesar 9,220 N/mm² tidak memenuhi kuat tekan minimum yang dibandingkan dengan beton tipe A (Normal).

3.4. Biaya material

Analisis perhitungan biaya dibuat berdasarkan kebutuhan job mix dan disesuaikan dengan analisa harga satuan (AHSP) Kota Semarang tahun 2024. Perhitungan biaya modifikasi *paving block* disajikan

pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Biaya produksi beton A

No	Material	Harga Satuan/kg	Kebutuhan Material (kg/m ³)	Harga
1	Semen	Rp1.160,00	276	Rp320.160,00
2	Pasir Batu	Rp273,00	828	Rp226.044,00
3	Kerikil	Rp254,00	1012	Rp257.048,00
Total Harga				Rp803.252,00

Tabel 11. Biaya produksi beton B (2,5% abu daun pisang + 5% limbah beton)

No	Material	Harga Satuan/kg	Kebutuhan Material (kg/m ³)	Harga
1	Semen	Rp1.160,00	276	Rp320.160,00
2	Pasir batu	Rp273,00	828	Rp226.044,00
3	Kerikil	Rp254,00	961,4	Rp244.195,60
4	Limbah beton	-	50,6	-
5	Abu daun pisang	-	6,9	-
Total Harga				Rp790.399,60

Tabel 12. Biaya produksi beton C (5% abu daun pisang + 15% limbah beton)

No	Material	Harga Satuan/kg	Kebutuhan Material (kg/m ³)	Harga
1	Semen	Rp1.160,00	276	Rp320.160,00
2	Pasir batu	Rp273,00	828	Rp226.044,00
3	Kerikil	Rp254,00	961,4	Rp231.343,20
4	Limbah beton	-	101,2	-
5	Abu daun pisang	-	13,8	-
Total Harga				Rp777.547,20

Tabel 13. Biaya produksi beton D (7,5% abu daun pisang + 15% limbah beton)

No	Material	Harga Satuan/kg	Kebutuhan Material (kg/m ³)	Harga
1	Semen	Rp1.160,00	276	Rp320.160,00
2	Pasir batu	Rp273,00	828	Rp226.044,00
3	Kerikil	Rp254,00	860,2	Rp218.490,80
4	Limbah beton	-	151,8	-
5	Abu daun pisang	-	20,7	-
Total Harga				Rp764.694,80

Tabel 14. Biaya produksi beton E (10% abu daun pisang + 20% limbah beton)

No	Material	Harga Satuan/kg	Kebutuhan Material (kg/m ³)	Harga
1	Semen	Rp1.160,00	276	Rp320.160,00
2	Pasir batu	Rp273,00	828	Rp226.044,00
3	Kerikil	Rp254,00	809,6	Rp205.638,50
4	Limbah beton	-	202,4	-
5	Abu daun pisang	-	27,6	-
Total Harga				Rp751.842,50

Berdasarkan hasil analisis didapatkan perbedaan biaya produksi pada kelima jenis beton. Beton A (Normal) menjadi acuan perbandingan dari analisis ini. pada beton B, C, D, dan E secara berturut-turut

terdapat selisih biaya produksi sebesar Rp.12.852,40; Rp. 25.704,80; Rp. 38.557,20, dan Rp. 51.409,50 terhadap beton A (Normal) yang merupakan beton A adalah beton dengan biaya tertinggi.

4. Kesimpulan

Nilai kuat tekan beton dipengaruhi oleh penggunaan limbah beton sebagai pengganti Sebagian agregat kasar dan penambahan abu daun pisang sebagai pengganti semen secara parsial. Dalam penelitian ini, beton B menunjukkan kuat tekan karakteristik yang lebih tinggi (10,820 N/mm²), dan beton C menunjukkan peningkatan yang signifikan (14,8879 N/mm²). Namun, beton D dan E menunjukkan kuat tekan karakteristik yang lebih rendah (10,668 N/mm²) dan 9,220 N/mm², masing-masing, sehingga beton E tidak memenuhi kuat tekan minimum yang diperlukan untuk dibandingkan dengan beton A. Hasilnya menunjukkan bahwa beton campuran pada beton B, C, dan D dapat digunakan sebagai beton lantai kerja. Namun, dibandingkan dengan biaya produksi variasi yang lain beton C yang mana kuat tekannya lebih tinggi memiliki biaya produksi lebih murah dibandingkan beton normal. Yakni selisih biaya produksi pada kelima jenis beton. Beton A (Normal) menjadi acuan perbandingan dari analisa ini. pada beton B, C, D, dan E secara berturut-turut terdapat selisih biaya produksi sebesar Rp.12.852,40; Rp. 25.704,80; Rp. 38.557,20, dan Rp. 51.409,50 terhadap beton A (Normal) yang merupakan beton A adalah beton dengan biaya tertinggi.

Referensi

- Badan Standar Nasional. (1971). *SNI 03-1971-1990 Metode Pengujian Kadar Air Agregat*.
- Badan Standar Nasional. (1972). *SNI 03-1972-1990 Metode Pengujian Slump Beton*.
- Badan Standar Nasional. (1974). *SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*.
- Badan Standar Nasional. (1990). *SNI T-15-1990-03 Pembuatan Benda Uji*.
- Badan Standar Nasional. (1991). *SNI 03-2417-1991 Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*.
- Badan Standar Nasional. (2002). *SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*.
- Badan Standar Nasional. (2008). *SNI 7394:2008 Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan*.
- Department of Defense. (2003a). *ASTM C 29M-97 Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate*.
- Department of Defense. (2003b). *ASTM C 127-01 Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate*.
- Department of Defense. (2003c). *ASTM C 128-01 Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*.
- Department of Defense. (2003d). *ASTM C 136-01 Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*.
- Department of Defense. (2003e). *ASTM C 138M-01a Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete*