



Perbandingan Berat Bangunan Terhadap Pelat Konvensional dan Pelat *Bubbledeck*

Demmy Adhi Mulya Darma^{*1}, Naufal Arrasyid²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Rekayasa, Universitas Selamat Sri, Kendal, 51372, Indonesia.

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Sleman, 55584, Indonesia.

*Email korespondensi: demmy.amd@gmail.com¹

Diterima April 2024; Disetujui Juli 2024; Dipublikasi Juli 2024

Abstract: *Bubble deck slab is a method of removing concrete from the centre of a hollow spherical reinforced slab which is not useful for the structure. Therefore, this study will find out the significant reduction in the dead load of the slab compared to the conventional slab. High-density polyethylene (HDPE) hollow spheres that result in increased efficiency and reduced dead load. This study uses a 4-storey building model by comparing the concrete usage requirements as well as the building weight of the slab section based on the same plan quality, F'c 25 Mpa. The concrete density is 2400 kg/m³ (conventional slab) and 370 kg/m³ (hollow concrete slab). The thickness of the slab is same i.e. 230 mm with. The results of the comparison of conventional plate weight are plate weight = volume x volume specific gravity, plate weight = 339.48 m³ x 2400 kg/m³ = 815030.153 kg/m³ while, the weight of the bubble deck plate is plate weight = volume x volume specific gravity, plate weight = 339.48 m³ x 370 kg/m³ = 125650.482 kg/m³. The results prove that the use of hollow balls on the plate produces a lighter weight of 689379.671 kg/m³ compared to conventional plates.*

Keywords: *concrete, slab, bubbledeck, building weight.*

Abstrak: *bubbledeck slab* adalah metode dengan menghilangkan beton dari bagian tengah pelat bertulang berongga bulat yang tidak berguna untuk struktur. oleh karena itu, penelitian ini akan mengetahui penurunan beban mati pelat secara signifikan dibandingkan dengan pelat konvensional. Bola berongga polietilen densitas tinggi (*HDPE*) yang menghasilkan peningkatan efisiensi dan pengurangan beban mati. Penelitian ini menggunakan model bangunan 4 lantai dengan membandingkan kebutuhan penggunaan beton serta berat bangunan pada bagian pelat berdasarkan mutu rencana yang sama yaitu, F'c 25 Mpa. Masa jenis beton betulang 2400 kg/m³ (pelat konvensional) dan 370 kg/m³ (pelat beton berongga). Ketebalan pelat sama yaitu 230 mm dengan. Hasil perbandingan berat pelat konvensional yaitu berat pelat = volume x berat jenis volume, berat pelat = 339.48 m³ x 2400 kg/m³ = 815030.153 kg/m³ sedangkan, berat pelat *bubbledeck* yaitu berat pelat = volume x berat jenis volume, berat pelat = 339.48 m³ x 370 kg/m³ = 125650.482 kg/m³. Hasil penelitian membuktikan bahwa penggunaan bola berongga pada pelat menghasilkan berat yang lebih ringan sebesar 689379.671 kg/m³ dibandingkan dengan pelat konvensional.

Kata kunci : *beton, pelat, bubbledeck, berat bangunan*

Dalam dunia konstruksi, ada banyak metode alternatif yang digunakan, seperti pelat inti berongga, pelat pracetak, dan pelat setengah pracetak, antara lain. Metodologi alternatif lain adalah pelat dek gelembung, yang dibuat dari beton bertulang berongga bulat yang dipatenkan. Metode ini menghilangkan beton di bagian tengah pelat lantai dan tidak melakukan fungsi struktural apa pun, sehingga mengurangi beban mati secara signifikan. Bola berongga polietilen densitas tinggi (HDPE), juga dikenal sebagai polietilen densitas tinggi, digunakan untuk menggantikan beton yang tidak efektif di bagian tengah pelat. Ini menghasilkan pengurangan beban mati dan peningkatan efisiensi pelat (Fatma & Chandrakar, 2018).

Salah satu komponen beton yang paling banyak dikonsumsi yaitu pelat lantai yang merupakan komponen structural penting untuk bangunan. Penggunaan Pelat beton konvensional telah berlangsung selama bertahun-tahun dan memiliki beberapa kekurangan yang dapat diperbaiki dengan menggunakan teknik alternatif (Jigme & Adenan, 2017).

Pada percobaan ini gaya diterapkan dari bawah ke atas pelat hingga terjadi retak pada pelat dan dicatat modulus keruntuhan. Hasilnya menunjukkan bahwa dengan menggunakan bola elips berongga, kapasitas dukung beban dek gelembung dapat ditingkatkan dan biaya keseluruhan dapat dikurangi. Mengurangi waktu konstruksi dengan mengurangi penggunaan material.

Hasil dari penelitian juga menunjukkan bahwa bobot mati dapat dikurangi hingga 50%, sehingga memungkinkan terciptanya ukuran

pondasi yang lebih kecil. Penelitian eksperimental ini dilakukan pada sistem pelat bubble deck dengan bola elips. Perilaku pelat bubble deck dipengaruhi oleh perbandingan diameter gelembung sebesar terhadap ketebalan pelat. Diameter gelembung bervariasi antara 180 mm dan 450 mm, dan kedalaman pelat bervariasi antara 230 mm dan 600 mm (Shetkar & Hanche, 2015).

Pada penelitian ini peneliti menggunakan permodelan bangunan 4 lantai dengan luas bangunan panjang = 10 meter, lebar = 34 meter, tinggi bangunan dari elevasi 0 yaitu 14 meter. Mutu beton $F'c$ 25 mpa, dengan penulangan yang sama pada pelat konvensional dan pelat *bubble deck* yaitu menggunakan penulangan atas dan bawah, dengan tebal pelat 0,23 m. Menghasilkan penggunaan bola berongga pada pelat dengan berat yang lebih ringan sebesar 689379.671 kg/m³.

Bangunan yang ditinjau dari segi perbandingan perbedaan penggunaan material yaitu pelat konvensional dan pelat bubble deck yang mendapatkan penurunan berat pelat yang signifikan.

KAJIAN PUSTAKA

Pelat berongga biaksial

Pelat berongga biaksial terbuat dari beton bertulang dengan rongga yang dapat digunakan untuk mengurangi volume beton. Lempeng berongga pertama ditemukan, yaitu pada tahun-tahun 1950an. Jenis sistem pelat berongga yang sudah ada di seluruh dunia beragam, seperti berikut (Churakov, 2014):

1. Dek Udara: Ide awal untuk dek udara adalah pada tahun 2003. Ini terdiri dari elemen injeksi plastik yang bergetar pada pelat bawah dalam. Proses

produksi menggunakan tangan robot. Sistem ini memiliki keuntungan bahwa pada saat penuangan lapisan kedua di lokasi lapangan, tidak dibutuhkan jaring penahan untuk menahan elemen rongga. Perhitungan statis dilakukan sesuai dengan standar Eurocode 2.

2. Sistem Cobiax menggunakan prinsip pelat berongga, yang memungkinkan struktur bangunan menjadi lebih ringan dengan mengebor lubang pada pelat beton. Bagian plastik berongga yang digunakan berbentuk elips dan torus dan diikat dengan jaring logam ringan untuk memudahkan pemasangan tulangan atas dan bawah pada pelat beton.

3. U-Boot: Seorang insinyur Italia bernama Roberto II Grande membuat sistem pelat berongga baru pada tahun 2001 untuk mengurangi biaya transportasi (dan menghasilkan karbon dioksida). U-Boot modular dibuat dari plastik daur ulang dan digunakan untuk membangun struktur beton ringan yang dicor di tempat. Digunakan untuk proyek pertama pada tahun 2002, dan sejak saat itu telah digunakan di seluruh dunia. Teknologi lain, seperti besi pratekan atau pelat prafabrikasi, dapat digabungkan dengan sistem U-Boot.

4. Tabung Gelembung Sebuah sistem baru ditemukan di Denmark pada pertengahan tahun 1990-an. Jorgen Breuning menemukan teknologi yang disebut Bubble Deck, yang menahan bola di antara penguat jaring di bagian atas dan bawah, menciptakan struktur sel alami yang berfungsi sebagai pelat padat. Untuk pertama kalinya, pelat berongga biaksial dibuat dengan kemampuan yang sama dengan pelat padat tetapi dengan bobot yang lebih ringan karena berkurangnya material beton.

Kode Euro dan Inggris adalah model untuk pelat ini.

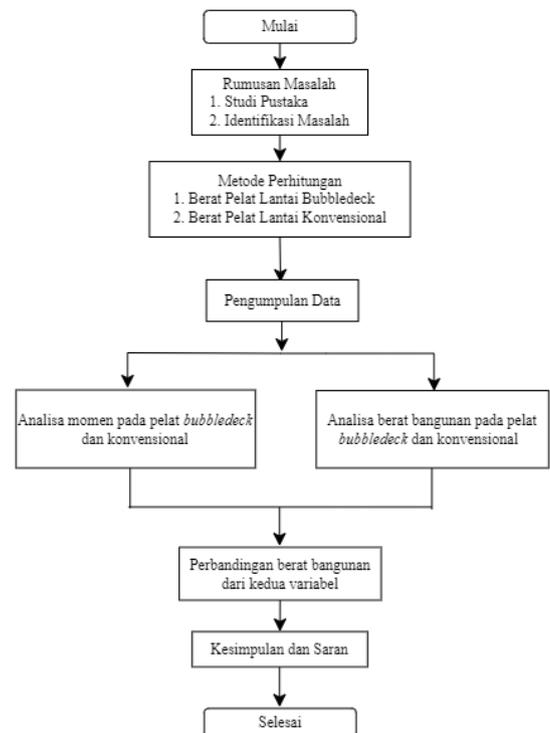
Pelat konvensional

Metode pelat lantai beton konvensional dilakukan di lokasi proyek (cor insitu), dimulai dengan pemasangan tulangan dan berakhir dengan penuangan cor beton. Metode ini memerlukan perancah (balok kayu atau scaffolding) dan papan sebagai cetakan untuk pengecoran pelat lantai, atau bekisting. Setelah beton mengeras, perancah dan papan dilepas. Persyaratan untuk lantai beton (Utomo, 2019).

METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian

Metode penelitian pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

Proses awal penelitian ini dimulai dengan menentukan masalah yang akan dibahas. Rumusan masalah diperoleh dari hasil beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan di internet. Setelah

masalah yang akan diteliti dipilih, penelitian kepustakaan dilakukan untuk mencari dasar teori yang dapat mendukung masalah tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kodefikasi pelat

Hasil dari *Primery Desain* dengan spesifikasi bangunan sebagai gedung sekolah yang berada di Bantul serta memiliki 5 lantai, dimana dalam komponen strukturnya terdapat 3 tipe pelat dengan jumlah 20 bidang untuk lantai 1 sampai lantai 4, sedangkan untuk pelat atap terdapat 4 tipe dengan 24 bidang untuk lantai atap pada lantai 5. Dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Detail pelat konvensional dan *bubbledeck*

Pelat Lantai						
Kode Pelat	Ly (m)	Lx (m)	Ly/Lx	Tipe Plat	Tebal (m)	Jumlah
PL1	4.5	4	1.13	Dua Arah	0.23	12
PL2	3.5	2	1.75	Dua Arah	0.23	2
PL3	4.5	2	2.25	Satu Arah	0.23	6
Total Bidang Pelat (Buah)						20
Pelat Atap						
PA1	4.5	4	1.13	Dua Arah	0.23	12
PA2	4	3.5	1.14	Dua Arah	0.23	4
PA3	3.5	2	1.75	Dua Arah	0.23	2
PA4	4.5	2	2.25	Satu Arah	0.23	6
Total Bidang Pelat (Buah)						24

Tabel 2. Spesifikasi Pelat

No	Kodefikasi	Tebal Pelat (mm)	Diameter Bola (mm)	Selimit Pelat (mm)	BJ.Beton (Kg/m ³)
1	Pelat Bubbledeck (BD 230)	230	180	20	370
2	Pelat Konvensional	230	-	20	2400

Spesifikasi pada Tabel 2 pelat pada *bubbledeck* didapatkan dari perusahaan (*bubbledeck*). Sedangkan untuk pelat konvensional didapatkan dari *Primery Desain*.

Analisis pelat konvensional dan *bubbledeck*

Dalam analisis pelat terdapat data - data pembebanan, momen, dan penulangan pelat yang akan disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3. Pembebanan pelat

Pembebanan Pelat Lantai	
Pembebanan	Nilai
Beban Mati (kN/m^2)	1.918
Beban Hidup (kN/m^2)	3.83
Pembebanan Pelat Atap	
Pembebanan	Nilai
Beban Mati (kN/m^2)	1.506
Beban Hidup (kN/m^2)	0.96

Berdasarkan Tabel 3 peneliti, mendapatkan beban mati tambahan seperti material pasir, spesi, keramik, plafon, penggantung plafon (kecuali beban beton bertulang) sebesar $1.918 kN/m^2$ pada pelat lantai, sedangkan untuk pelat atap $1.506 kN/m^2$. Beban hidup didapatkan dari (SNI 1727 - 2020) sebagai fungsi bangunan sekolah ruang kelas sebesar $3.83 kN/m^2$ dan $0.96 kN/m^2$ dengan fungsi atap datar. Pembebanan di atas merupakan pembebanan dari pelat konvensional dan pelat *bubbledeck*

Tabel 4. Momen tumpuan dan lapangan

Kodefikasi		Pelat Konvensional		Pelat <i>Bubbledeck</i>	
		Mu (-) kN/m	Mu (+) kN/m	Mu (-) kN/m	Mu (+) kN/m
PL1	Ly	53.442	28.776	33.765	18.181
	Lx	73.632	39.648	46.521	25.05
PL2	Ly	27.485	15.863	17.365	10.022
	Lx	27.485	14.800	17.365	9.3505
PL3	Ly	18.854	14.800	11.912	9.3505
	Lx	11.690	6.295	7.386	3.9771
PA1	Ly	43.149	23.234	19.05	10.258
	Lx	39.636	21.343	17.499	9.4226
PA2	Ly	20.709	11.713	9.1427	5.1711
	Lx	20.709	11.151	9.1427	4.923
PA3	Ly	12.430	11.151	5.4877	4.923
	Lx	7.707	4.150	3.4026	1.8322
PA4	Ly	4.374	2.812	1.931	1.2414
	Lx				

Pada Tabel 4 mendapatkan perbedaan momen yang menunjukkan bahwa momen pada pelat *bubbledeck* lebih kecil dibanding dengan momen pada pelat konvensional, momen tumpuan Mu (-)

dan Mu (+) lapangan dengan menggunakan metode desain langsung yang mengacu pada (SNI 2847 - 2019).

Perbedaan momen pada pelat konvensional dipengaruhi oleh beban ultimate dengan kombinasi $Q_u = 1.2q_d + 1.6q_l$ yang dimana beban mati lantai (q_d) 7.333 kN/m^2 . Sedangkan untuk beban mati atap (q_d) 6.921 kN/m^2 , serta beban hidup lantai (q_l) 3.83 kN/m^2 , untuk beban hidup atap (q_l) 0.96 kN/m^2 . Kemudian untuk pelat *bubbledeck* dipengaruhi oleh beban ultimate dengan kombinasi $Q_u = 1.2q_d + 1.6q_l$ yang dimana beban mati lantai (q_d) 2.753 kN/m^2 . Sedangkan untuk beban mati atap (q_d) 2.341 kN/m^2 , serta beban hidup lantai (q_l) 3.83 kN/m^2 , untuk beban hidup atap (q_l) 0.96 kN/m^2 , dengan demikian hasil kombinasi diatas berbeda karena dipengaruhi berat jenis beton yang mengacu pada tabel 2

Tabel 5. Penulangan pelat

Penulangan Pelat Lantai Konvensional dan <i>Bubbledeck</i>				
Kode Pelat	Ly (mm)	Lx (mm)	Mutu Beton f_c (Mpa)	Mutu Baja f_y (Mpa)
PL1	D13-250	D13-250	25	420
PL2	D13-250	D13-250		
PL3	D13-250	D13-250		
Penulangan Pelat Atap Konvensional dan <i>Bubbledeck</i>				
PA1	D13-250	D13-250	25	420
PA2	D13-250	D13-250		
PA3	D13-250	D13-250		
PA4	D13-250	D13-250		

Pada Tabel 5 penulangan pelat konvensional dan *bubbledeck* menggunakan penulangan atas dan bawah, hasil penulangan pada tabel diatas sudah memenuhi S pakai $<3h$ atau S pakai $<450\text{mm}$. Mengacu pada pasal 7.7.2.3, (SNI 2847 - 2019).

Analisis volume pelat konvensional dan *bubbledeck*

Akan disajikan beberapa data dalam analisis volume pelat konvensional dan *bubbledeck* terdapat tabel dibawah ini :

Tabel 6. Volume pelat

Pelat Konvensional					
No	Kodefikasi	Volume			Total Volume m^3
		Ly (m)	Lx (m)	Tebal (m)	
1	PL1	4.5	4	0.23	4.140
2	PL2	3.5	2	0.23	1.610
3	PL3	4.5	2	0.23	2.070
4	PA1	4.5	4	0.23	4.140
5	PA2	4	3.5	0.23	3.220
6	PA3	3.5	2	0.23	1.610
7	PA4	4.5	2	0.23	2.070
Pelat <i>Bubbledeck</i>					
No	Kodefikasi	Volume			Total Volume m^3
		Ly (m)	Lx (m)	Tebal (m)	
1	PL1	4.5	4	0.23	4.140
2	PL2	3.5	2	0.23	1.610
3	PL3	4.5	2	0.23	2.070
4	PA1	4.5	4	0.23	4.140
5	PA2	4	3.5	0.23	3.220
6	PA3	3.5	2	0.23	1.610
7	PA4	4.5	2	0.23	2.070

Pada Tabel 6 merupakan hasil volume pelat konvensional dengan rumus volume = $Ly \times Lx \times H$. Namun untuk pelat *bubbledeck* volumenya tersisi dengan komponen bola rongga udara dengan diameter 180 mm yang ada di dalamnya. Sehingga tetap menghitung volume total dari pelat karena untuk mendapatkan berat komponen pelat yang dipengaruhi, pengisi volume pada masa jenis dari betonnya.

Tabel 7. Berat pelat konvensional dan pelat *bubbledeck*

Rekapitulasi Berat Pelat Konvensional					
Lantai	Kodefikasi	Volume m^3	Jumlah Pelat Buah	BJ.Beton kN/m^3	Berat Volume kN/m^3
1	PL1	4.14	12	23.544	1169.666
	PL2	1.61	2	23.544	75.812
	PL3	2.07	6	23.544	292.416
	Berat Pelat Lantai 1				1537.894
2	PL1	4.14	12	23.544	1169.666
	PL2	1.61	2	23.544	75.812
	PL3	2.07	6	23.544	292.416
	Berat Pelat Lantai 2				1537.894
3	PL1	4.14	12	23.544	1169.666
	PL2	1.61	2	23.544	75.812
	PL3	2.07	6	23.544	292.416
	Berat Pelat Lantai 3				1537.894
4	PL1	4.14	12	23.544	1169.666
	PL2	1.61	2	23.544	75.812
	PL3	2.07	6	23.544	292.416
	Berat Pelat Lantai 4				1537.894
5	PA1	4.14	12	23.544	1169.666
	PA2	3.22	4	23.544	303.247
	PA3	1.61	2	23.544	75.812
	PA4	2.07	6	23.544	292.416
	Berat Pelat Atap				1841.141
Berat Total Pelat					7992.717
Rekapitulasi Berat Pelat Bubbledeck					
Lantai	Kodefikasi	Volume m^3	Jumlah Pelat Buah	BJ.Beton kN/m^3	Berat Volume kN/m^3
1	PL1	4.14	12	3.630	180.323
	PL2	1.61	2	3.630	11.688
	PL3	2.07	6	3.630	45.081
	Berat Pelat Lantai 1				237.092
2	PL1	4.14	12	3.630	180.323
	PL2	1.61	2	3.630	11.688
	PL3	2.07	6	3.630	45.081
	Berat Pelat Lantai 2				237.092
3	PL1	4.14	12	3.630	180.323
	PL2	1.61	2	3.630	11.688
	PL3	2.07	6	3.630	45.081
	Berat Pelat Lantai 3				237.092
4	PL1	4.14	12	3.630	180.323
	PL2	1.61	2	3.630	11.688
	PL3	2.07	6	3.630	45.081
	Berat Pelat Lantai 4				237.092
5	PA1	4.14	12	3.630	180.323
	PA2	3.22	4	3.630	46.751
	PA3	1.61	2	3.630	11.688
	PA4	2.07	6	3.630	45.081
	Berat Pelat Atap				283.843
Berat Total Pelat					1232.211

Pada Tabel 7 merupakan hasil berat total pelat dengan masa jenis beton bertulang pelat konvensional 2400 kg/m^3 , dengan dikonversi menjadi $2400 \times (9.81/1000)$ maka didapatkan 23.544 kN/m^3 (PBI 1983). Masa jenis beton bertulang dengan rongga udara sebesar 370 kg/m^3 , dengan dikonversi menjadi $370 \times (9.81/1000)$ maka didapatkan 3.63 kN/m^3 . Didapatkan bahwa pelat konvensional lebih berat sebesar 7992.717 kN/m^3 dibandingkan dengan pelat *bubbledeck*

sebesar 1232.211 kN/m^3 .



Gambar 2. Diagram perbandingan berat volume pelat

Berdasarkan diagram analisis perbandingan berat volume pelat menunjukkan bahwa tipe pelat konvensional lebih berat dibandingkan dengan pelat *bubbledeck* dengan kombinasi beban yang memiliki selisih berat 7992.717 kN/m^3 (berat volume pelat konvensional) - 1232.211 kN/m^3 (berat volume pelat *bubbledeck*) menapatkan nilai 6760.507 kN/m^3

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diatas dapat disimpulkan yang diantaranya :

- 1) Hasil penelitian penggunaan pelat dengan bola berongga udara (*bubbledeck*) mengasilkan berat volume 1232.211 kN/m^3 . Sedangkan berat volume untuk pelat konvensional sebesar 7992.717 kN/m^3 .
- 2) Nilai momen pada pelat *bubbledeck* lebih kecil dibandingkan dengan pelat konvensional karena dipengaruhi oleh beban ultimate Q_u dengan kombinasi beban ($Q_u = 1.2q_d + 1.6q_l$).
- 3) Penggunaan pelat *bubbledeck* bisa mengurangi penggunaan semen karena penyusun volume pelat terisi dengan bola berongga udara.

Saran

Penulis mengarapkan penelitian ini dapat dikembangkan dengan memperhatikan beberapa saran yang akan dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Berkurangnya volume beton karena terisi dengan bola berongga pelat lantai bisa dibangkan dari segi efisiensi biaya dan waktu pengerjaan.
- 2) Dalam permodelan *bubbledeck* disarankan menggunakan aplikasi permodelan yang bisa menghitung kekuatan asli dari material yang direncanakan karena, penulis menggunakan analisa berdasarkan referensi jurnal dan informasi produk dari perusahaan *bubbledeck*.

DAFTAR PUSTAKA

- Advantages, E., Design, S., & Deck, T. H. E. G. (n.d.). *Introduction to BubbleDeck*. <http://www.bbdna.com/Product-Comparison/Product-Comparison.pdf>
- Badan Standardisasi Indonesia. (2020). SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. *Jakarta*, 8, 1–336.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Sni 2847-2019*, 8, 720.
- Churakov, A. (2014). Biaxial hollow slab with innovative types of voids. *Construction of Unique Buildings and Structures*, 6(21), 70–88.
- Fatma, N., & Chandrakar, V. (2018). To study Comparison between Conventional Slab and Bubble Deck Slab. *IARJSET International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 5(1), 70–76. <https://doi.org/10.17148/iarjset.2018.5111>
- Jigme, W., & Adenan, Q. (2017). Cost Comparison Between Conventional Concrete Slab and Bubble Deck Slab. *Infrastructure University Kuala Lumpur, Kuala Lumpur*.
- Shetkar, A., & Hanche, N. (2015). An Experimental Study on Bubbledeck Slab System with Elliptical Balls. *Proceeding of NCRIET-2015 & Indian J.Sci.Res.*, 12(1), 21–027.
- Suryono, N. (1983). Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung. In *Diektorat penyelidikan masalah bangunan, bandung* (pp. 1–9). BSN.
- Utomo, C. (2019). Perbandingan Anggaran Biaya Pekerjaan Pelat Beton Konvensional Dengan Pelat Steeldeck. *Konferensi Nasional Inovasi Lingkungan Terbangun – FTSP UII 2019*, 1–12. https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/15983/08_naskah publikasi.pdf?sequence=17&isAllowed=y