

## Perkuatan Bangunan Eksisting Akibat Terjadinya Differential Settlement Pada Pondasi

### *Strengthening Existing Buildings Due to Differential Settlement Occurring in Foundations*

Valentana Ardian Tarigan<sup>1)</sup>, Immanuel Panusunan Tua  
Panggabean<sup>2)</sup>, Fiber Laia<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Saintek Universitas Quality, Sumatera Utara

\* Email: [valentanatarigan@gmail.com](mailto:valentanatarigan@gmail.com) ; [nuelgabe@gmail.com](mailto:nuelgabe@gmail.com)

#### Abstrak

Penurunan pondasi yang tidak serentak pada bangunan kerap kali mengakibatkan kerusakan bangunan. Kerusakan pertama kelihatan pada bagian arsitektural dan kemudian seiring dengan bertambahnya perbedaan penurunan, maka akan mulai menyerang bagian structural. Peningkatan ini tentunya berakibat membahayakan pengguna bangunan. Bangunan yang menggunakan pondasi dangkal, umumnya dapat dibagi atas penyebab dari parameter tanah, beban tanah di atas pondasi maupun bentuk penampang dari pondasi. Pondasi dangkal menurut Terzaghi, dari bagian parameter tanah yang mempengaruhinya adalah koefisien kohesi dan sudut geser ditambah dengan berat jenis tanah yang menjadi pendukung beban yang berasal dari bangunan. Faktor penampang pondasi dipengaruhi oleh kedalaman dan juga lebar penampang baik berbentuk persegi, bulat maupun menerus. Pola retak miring yang terjadi pada dinding bangunan menjadi indikasi terjadinya perbedaan penurunan pada pondasi. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pola retak yang menunjukkan penurunan pondasi, menganalisis penyebab penurunan pondasi, dan melakukan analisis perhitungan untuk menentukan metode perkuatan. Metode yang dilakukan dengan mengumpulkan data dimensi struktur bangunan dan menyusun parameter yang digunakan sesuai peraturan pembebanan. Penurunan disebabkan oleh Timbunan baru yang langsung dibebani dan konsolidasi primer belum selesai, daya Dukung Tanah yang rendah pada lapisan permukaan, penambahan beban dari beban rencana.

**Kata kunci :** Terzaghi; Differential\_settlements; perkuatan

#### Abstract

*Differential settlements of foundations in buildings often results in building damage. The first damage appears on the architectural part and then as the difference in settlement increases, it will start to attack the structural part. This increase certainly results in harm to building users. Buildings that use shallow foundations can generally be divided into causes based on soil parameters, soil load on the foundation and the cross-sectional shape of the foundation. Shallow foundations according to Terzaghi, the soil parameters that influence them are the coefficient of cohesion and friction angle plus the specific gravity of the soil which supports the load coming from the building. The foundation cross-section factor is influenced by the depth and width of the cross-section whether it is square, round or continuous. The oblique crack pattern that occurs in the building walls is an indication of differences in settlement in the foundation. This research was carried out by carrying out crack patterns that indicate foundation settlement, analyzing the causes of foundation settlement, and carrying out calculation analysis to determine the strengthening method. The method is carried out by collecting data on the dimensions of the building structure and compiling the parameters used according to loading regulations. The decline was caused by new embankments which were directly loaded and primary consolidation had not been completed, low soil bearing capacity in the surface layer, additional load from the design load.*

**Keywords :** Terzaghi; Differential\_settlements; strengthening

#### PENDAHULUAN

Struktur Bangunan dan berbagai jenis pembebanannya dipikul oleh pondasi bangunan tersebut. Selanjutnya pondasi bangunan meneruskan ke tanah sebagai tempat tumpuan terakhirnya. Penelitian terdahulu terhadap Pondasi oleh Terzaghi.

mendefinisikan pondasi dangkal sebagai perbandingan antara kedalaman pondasi dan lebar pondasi. Syarat yang dimaksud apabila kedalaman pondasi dan lebar pondasi lebih kecil atau sama ( $D_f \leq B$ ), maka struktur pondasi yang diletakkan pada dasar tanah tersebut dapat dinamakan pondasi dangkal.

## TINJAUAN PUSTAKA

Berbagai penelitian tentang perkuatan akibat dari kegagalan dari sistem struktur atau kekurangan dari sistem struktur. Seperti pada lantai bangunan yang mengalami getaran berlebih, dapat diperkuat dengan menggunakan baja WF [1] Panggabean, I.P.T, (2018), Redaman Getaran Lantai Gedung Bertingkat Menggunakan Baja WF Jurnal Juitech Vol 2 No 1, Hal 48-55, penelitian terhadap perlu atau tidaknya penguatan beton dalam pelaksanaan uji kuat tekan beton, dipengaruhi oleh bahan dan bentuk benda Uji [2] Panggabean, I.P.T, dkk,

Kajian Eksperimental Keruntuhan Tekan Benda Uji Beton Self Compacting Concrete. Juga dipengaruhi oleh arah pengambilan sampel benda uji [3] Tarigan, V. dkk, (2020) Kajian Kuat Tekan Beton Self Compacting Concrete Hasil Pengeboran Inti Variasi Pengambilan Arah vertikal dan Horizontal. Dalam analisis ini mutu beton yang direncanakan sama dengan beton *self compacting concrete*. [4] Tarigan, V. dkk, (2022) Eksperimental Tarik Baja Tulangan pada Beton Variasi Diameter dan Panjang penyaluran menurut peraturan SNI 2847:2019.

Peraturan yang disusun menurut Standar Nasional Indonesia seperti yang disusun [5] Badan Standardisasi Nasional, (2019) SNI -2847-2019 *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*, dan [6] Badan Standardisasi Nasional, (2019) SNI -1726-2019 *Persyaratan Baja Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*, sebagai bahan peraturan perundangan dalam pelaksanaan penggunaan struktur.

Sondir adalah suatu jenis pengujian lapangan yang digunakan untuk memperoleh data tanah sesuai dengan kedalamannya. Dengan uji sondir secara teknis profil tanah dapat diperoleh secara kontinyu, mudah dan ekonomis.

Data Sondir digunakan untuk menganalisis data tanah yang mendukung pondasi untuk memikul bangunan di atasnya.

Sedangkan denah bangunan atau gedung adalah gambar yang menunjukkan tata letak atau organisasi struktur dan fungsi ruangan pada suatu bangunan. Dari denah bangunan yang mengandung dimensi struktur, maka dapat dibentuk model bangunan.

Sejak tahun 1989 sebuah program komputer untuk melakukan analisa struktur telah dikembangkan dan program yang kemudian diberi nama SANSPRO ini merupakan hasil karya anak bangsa sendiri. Program ini telah bertahan sejak lama dan terus dikembangkan hingga saat ini oleh Ir. Nathan Madutujuh, M.Sc dibawah naungan Engineering Software Research Center dan PT Anugrah Multi Cipta Karya yang berpusat di Bandung.

Hasil analisis menggunakan SANSPRO berupa data gaya dalam akibat pembebanan yang diberikan pada bangunan, kemudian dilakukan pemeriksaan terhadap penurunan yang mungkin terjadi pada pondasi,

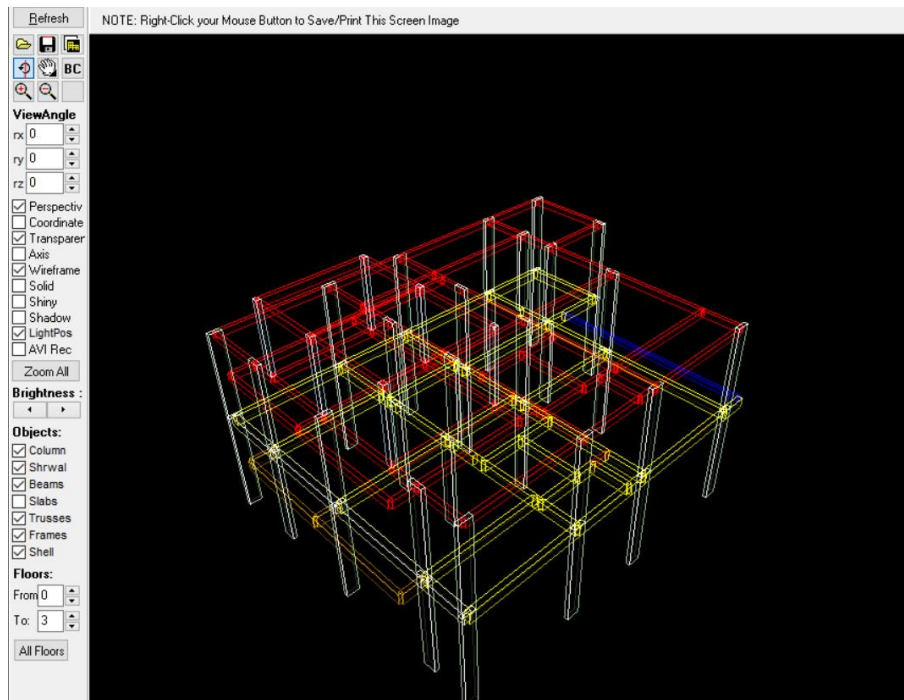
Evaluasi gaya dalam terhadap data tanah hasil sondir kemudian dianalisis untuk menyimpulkan jenis perkuatan yang terbaik untuk dilakukan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

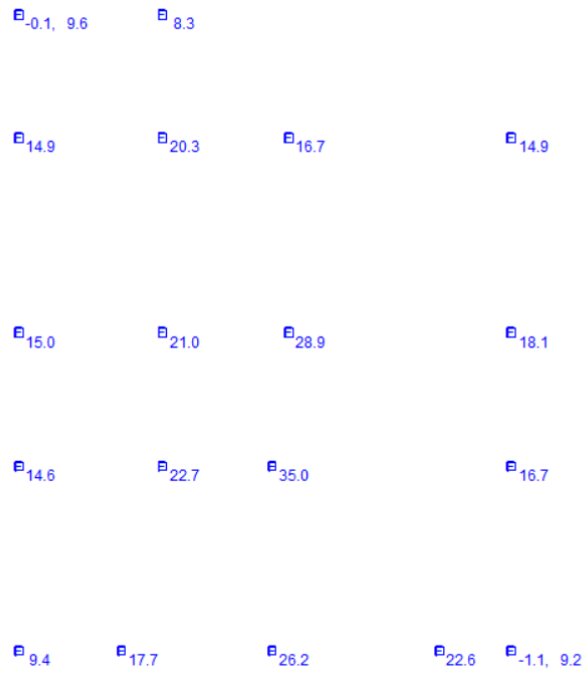
Pemeriksaan bangunan eksisting terhadap dimensi struktur terpasang seperti pada Gambar 1. Dan dimodelkan untuk dihitung dengan alat bantu perangkat lunak Sanspro ver. 5.22, untuk mendapatkan besaran dari reaksi tumpuan seperti pada Gambar 3.



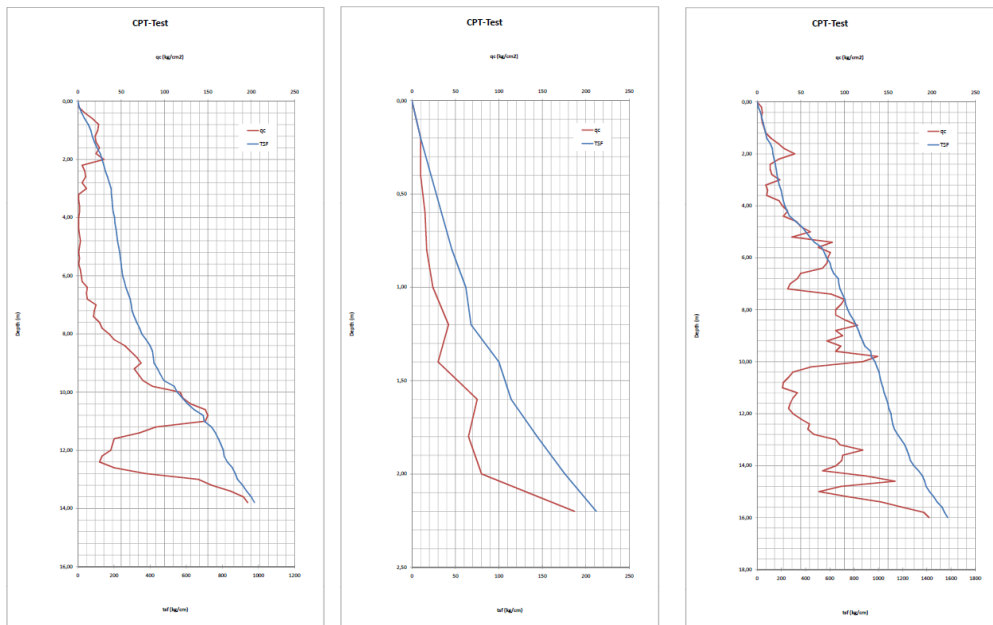
Gambar 1. Pemeriksaan Struktur dan Pondasi pada Lokasi Bangunan



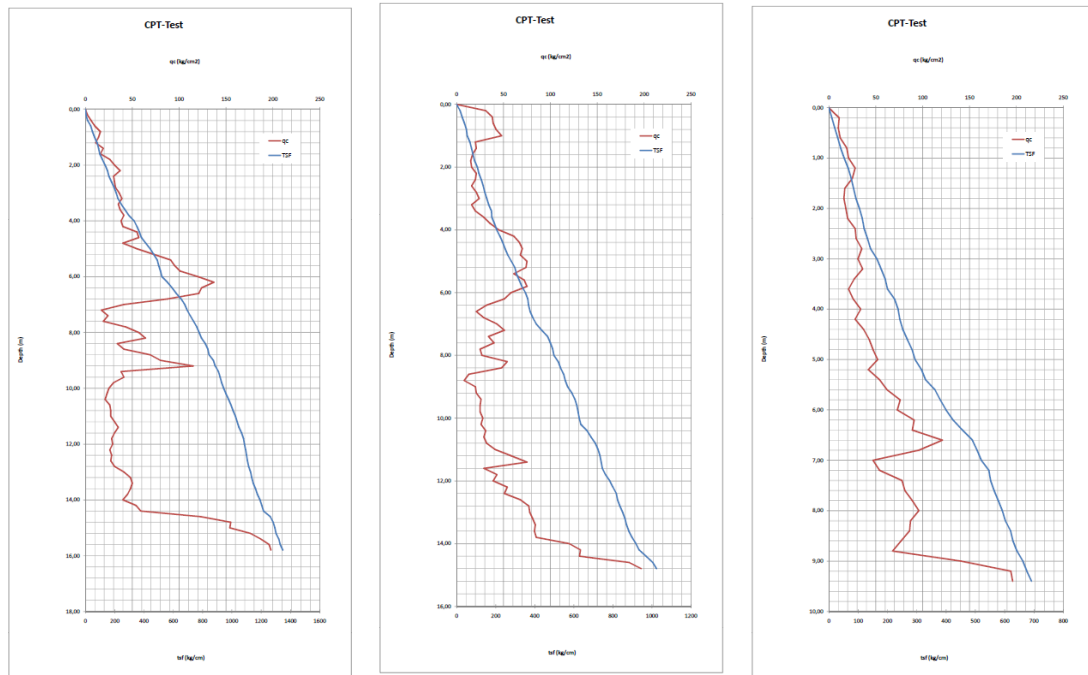
Gambar 2. Pemodelan Struktur pada program Sanspro



Gambar 3. Reaksi Tumpuan (ton)



Gambar 4. Hasil Sondir S1, S2 dan S3 dari hasil Penyelidikan Tanah



Gambar 5, Hasil Sondir S4, S5 dan S6 dari hasil Penyelidikan Tanah

Tabel 1 Perhitungan Pondasi Dangkal Data S1

SONDIR S-01						
Depth (m)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Metode Herminier		Rekomendasi Beban Aksial Pondasi Persegi		
		Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	Qi (SF=2) kg/cm <sup>2</sup>	1mx1m (ton)	1.5 mx1.5m (ton)	2mx2m (ton)
0.2	1	0.07	0.03	0.33	0.75	1.33
0.4	8	0.53	0.27	2.67	6.00	10.67
0.6	17	1.13	0.57	5.67	12.75	22.67
0.8	24	1.60	0.80	8.00	18.00	32.00
1	23	1.53	0.77	7.67	17.25	30.67
1.2	20	1.33	0.67	6.67	15.00	26.67
1.4	21	1.40	0.70	7.00	15.75	28.00
1.6	25	1.67	0.83	8.33	18.75	33.33
1.8	21	1.40	0.70	7.00	15.75	28.00
2	30	2.00	1.00	10.00	22.50	40.00
2.2	5	0.33	0.17	1.67	3.75	6.67
2.4	8	0.53	0.27	2.67	6.00	10.67

SONDIR S-02						
Depth (m)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Metode Herminier		Rekomendasi Beban Aksial Pondasi Persegi		
		Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	Qi (SF=2) kg/cm <sup>2</sup>	1mx1m (ton)	1.5 mx1.5m (ton)	2mx2m (ton)
0.2	10	0.67	0.33	3.33	7.50	13.33
0.4	10	0.67	0.33	3.33	7.50	13.33
0.6	15	1.00	0.50	5.00	11.25	20.00
0.8	17	1.13	0.57	5.67	12.75	22.67
1	24	1.60	0.80	8.00	18.00	32.00
1.2	42	2.80	1.40	14.00	31.50	56.00
1.4	30	2.00	1.00	10.00	22.50	40.00
1.6	75	5.00	2.50	25.00	56.25	100.00
1.8	65	4.33	2.17	21.67	48.75	86.67
2	80	5.33	2.67	26.67	60.00	106.67
2.2	187	12.47	6.23	62.33	140.25	249.33
DENSE						

SONDIR S-03						
Depth (m)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Metode Herminier		Rekomendasi Beban Aksial Pondasi Persegi		
		Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	Qi (SF=2) kg/cm <sup>2</sup>	1mx1m (ton)	1.5 mx1.5m (ton)	2mx2m (ton)
0.2	5	0.33	0.17	1.67	3.75	6.67
0.4	6	0.40	0.20	2.00	4.50	8.00
0.6	5	0.33	0.17	1.67	3.75	6.67
0.8	6	0.40	0.20	2.00	4.50	8.00
1	8	0.53	0.27	2.67	6.00	10.67
1.2	10	0.67	0.33	3.33	7.50	13.33
1.4	16	1.07	0.53	5.33	12.00	21.33
1.6	24	1.60	0.80	8.00	18.00	32.00
1.8	31	2.07	1.03	10.33	23.25	41.33
2	43	2.87	1.43	14.33	32.25	57.33
2.2	25	1.67	0.83	8.33	18.75	33.33
2.4	15	1.00	0.50	5.00	11.25	20.00

SONDIR S-04						
Depth (m)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Metode Herminier		Rekomendasi Beban Aksial Pondasi Persegi		
		Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	Qi (SF=2) kg/cm <sup>2</sup>	1mx1m (ton)	1.5 mx1.5m (ton)	2mx2m (ton)
0.2	2	0.13	0.07	0.67	1.50	2.67
0.4	6	0.40	0.20	2.00	4.50	8.00
0.6	10	0.67	0.33	3.33	7.50	13.33
0.8	16	1.07	0.53	5.33	12.00	21.33
1	14	0.93	0.47	4.67	10.50	18.67
1.2	11	0.73	0.37	3.67	8.25	14.67
1.4	19	1.27	0.63	6.33	14.25	25.33
1.6	16	1.07	0.53	5.33	12.00	21.33
1.8	26	1.73	0.87	8.67	19.50	34.67
2	31	2.07	1.03	10.33	23.25	41.33
2.2	37	2.47	1.23	12.33	27.75	49.33
2.4	30	2.00	1.00	10.00	22.50	40.00

SONDIR S-05						
Depth (m)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Metode Herminier		Rekomendasi Beban Aksial Pondasi Persegi		
		Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	Qi (SF=2) kg/cm <sup>2</sup>	1mx1m (ton)	1.5 mx1.5m (ton)	2mx2m (ton)
0.2	31	2.07	1.03	10.33	23.25	41.33
0.4	38	2.53	1.27	12.67	28.50	50.67
0.6	39	2.60	1.30	13.00	29.25	52.00
0.8	42	2.80	1.40	14.00	31.50	56.00
1	48	3.20	1.60	16.00	36.00	64.00
1.2	20	1.33	0.67	6.67	15.00	26.67
1.4	21	1.40	0.70	7.00	15.75	28.00
1.6	17	1.13	0.57	5.67	12.75	22.67
1.8	15	1.00	0.50	5.00	11.25	20.00
2	16	1.07	0.53	5.33	12.00	21.33
2.2	21	1.40	0.70	7.00	15.75	28.00
2.4	20	1.33	0.67	6.67	15.00	26.67

SONDIR S-06						
Depth (m)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Metode Herminier		Rekomendasi Beban Aksial Pondasi Persegi		
		Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	Qi (SF=2) kg/cm <sup>2</sup>	1mx1m (ton)	1.5 mx1.5m (ton)	2mx2m (ton)
0.2	11	0.73	0.37	3.67	8.25	14.67
0.4	10	0.67	0.33	3.33	7.50	13.33
0.6	12	0.80	0.40	4.00	9.00	16.00
0.8	19	1.27	0.63	6.33	14.25	25.33
1	21	1.40	0.70	7.00	15.75	28.00
1.2	28	1.87	0.93	9.33	21.00	37.33
1.4	25	1.67	0.83	8.33	18.75	33.33
1.6	17	1.13	0.57	5.67	12.75	22.67
1.8	16	1.07	0.53	5.33	12.00	21.33
2	18	1.20	0.60	6.00	13.50	24.00
2.2	20	1.33	0.67	6.67	15.00	26.67
2.4	28	1.87	0.93	9.33	21.00	37.33

Penyelidikan Tanah dengan menggunakan Sondir diperoleh daya dukung tanah seperti yang terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Dari 6 (enam) data sondir. Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6, menunjukkan perhitungan penggunaan jenis pondasi dan kedalaman yang dapat digunakan untuk menentukan dimensi pondasi.

Hasil perhitungan dengan besar reaksi tumpuan menunjukkan bahwa tanah masih dapat memikul beban rencana dengan dimensi dipilih.

## SIMPULAN

Pemeriksaan dari pola retak dan dimensi pondasi terpasang dapat disimpulkan bahwa terjadinya *differential settlement* akibat dari penambahan struktur dinding pada lahan ekstra dan sloof berada di atas tanah timbunan yang belum terkonsolidasi maksimal.

Perkuatan dapat dilakukan dengan menambah lebar pondasi atau menambah kolom sendiri pada

bangunan tambahan dan tidak menempel pada bangunan utama

## DAFTAR PUSTAKA

Panggabean, I.P.T, (2018), Redaman Getaran Lantai Gedung Bertingkat Menggunakan Baja WF. Jurnal Juitech Vol 2 No 1, Hal 48-55.

Panggabean, I.P.T, Siregar, C.H., (2019) KAJIAN EKSPERIMENTAL KERUNTUHAN TEKAN BENDA UJI BETON SELF COMPACTING CONCRETE, Jurnal Juitech Vol 3 No 1, Hal 31-38.



Tarigan, V.A, Panggabean, I.P.T, (2020), *KAJIAN KUAT TEKAN BETON SELF COMPACTING CONCRETE HASIL PENGEBORAN INTI VARIASI PENGAMBILAN ARAH VERTIKAL DAN HORIZONTAL*, Jurnal Juitech Vol 4 No 2, Hal 11-19.

Tarigan, V.A, Sirait. A.H, Sihombing, M.A, Sembiring, F.N, *EKSPERIMENTAL TARIK BAJA TULANGAN PADA BETON VARIASI DIAMETER DAN PANJANG PENYALURAN*

MENURUT PERATURAN SNI 2847:2019, (2022), Jurnal Juitech Vol 6 No 2, Hal 70-78.

Badan Standardisasi Nasional, (2019) SNI - 2847-2019 *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional, (2019) SNI - 1726-2019 *Persyaratan Baja Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Jakarta.