

PERHITUNGAN KEBUTUHAN, SISA, DAN BIAYA TULANGAN PEKERJAAN STRUKTUR ASRAMA SISWA TERPADU MTsN 2 MEDAN

Eqi Larasaty

Email : eqilarasaty@students.polmed.ac.id

ABSTRAK Material merupakan komponen penting yang memiliki pengaruh terhadap biaya pada suatu proyek konstruksi. Tetapi di lapangan, penggunaan material oleh pekerja di lapangan menimbulkan sisa material yang cukup tinggi. Komponen potongan sisa material (*waste*) yang dominan terjadi meliputi sisa-sisa potongan besi tulangan pada besi beton bertulang. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan dengan teliti dan tepat dalam menentukan jumlah kebutuhan material tulangan disertai dengan evaluasi terhadap penggunaan material tersebut. Untuk mengurangi sisa-sisa tulangan yang berlebih dilakukan dengan membuat *Bar Bending Schedule* menggunakan *Microsoft Excel* untuk mempermudah perhitungan. Tujuan laporan ini yaitu menghitung kebutuhan dan sisa (*waste*) tulangan balok, kolom, pelat lantai, dan tangga berdasarkan *shop drawing* proyek Gedung Asrama Siswa Terpadu MTsN 2 Medan dengan menggunakan metode *Bar Bending Schedule* yang berpedoman pada SNI 03-2847:2013 dan untuk menghitung berat besi berpedoman pada SNI 2052:2017. Sedangkan untuk perhitungan biaya kebutuhan tulangan berdasarkan daftar Analisa Harga Satuan dan Daftar Harga dan Bahan Dinas Perumahan Kawasan Permukiman dan Penataan Ruang Kota Medan 2019. Adapun kesimpulan dari pembahasan ini yaitu kebutuhan tulangan sebanyak 14.350,378 kg, sisa (*waste*) tulangan sebanyak 1.012,1782 kg atau berkisar 6,59 % dari jumlah total kebutuhan tulangan, dan total biaya tulangan yang dibutuhkan sebesar Rp. 198.887.119,20.

KATA KUNCI Tulangan, Kebutuhan, Waste, Biaya.

Penulis adalah Mahasiswa Prodi MRKG Politeknik Negeri Medan

PENDAHULUAN Latar Belakang

Material merupakan komponen penting yang memiliki pengaruh terhadap biaya pada suatu proyek konstruksi. Tetapi di lapangan, penggunaan material oleh pekerja-pekerja di lapangan dapat menimbulkan sisa material yang cukup tinggi. Komponen potongan sisa material (*waste*) yang dominan terjadi dalam suatu proyek meliputi sisa-sisa potongan besi tulangan pada besi beton bertulang. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan dengan teliti dan tepat dalam menentukan jumlah kebutuhan material tulangan yang akan digunakan dalam proyek disertai dengan evaluasi terhadap penggunaan material tersebut. Untuk mengurangi sisa-sisa tulangan yang berlebih dapat dilakukan dengan membuat *Bar Bending Schedule* menggunakan program *Microsoft Excel* untuk mempermudah perhitungan. Pada laporan ini, menghitung kebutuhan dan sisa (*waste*) tulangan balok, kolom, pelat lantai, dan tangga berdasarkan *shop drawing* proyek Gedung Asrama Siswa Terpadu MT'sN 2 Medan dengan menggunakan metode *Bar Bending Schedule* yang berpedoman pada SNI 03-2847:2013 dan untuk menghitung berat besi berpedoman pada SNI 2052:2017. Sedangkan untuk perhitungan biaya kebutuhan tulangan berdasarkan daftar Analisa Harga Satuan dan Daftar Harga Bahan Dinas Perumahan Kawasan Permukiman dan Penataan Ruang Kota Medan 2019.

Masalah

Ada pun masalah pada laporan ini yaitu berapa kebutuhan tulangan (kg) yang diperlukan, berapa banyak *waste* tulangan (kg), berapa persen *waste* tulangan (%), dan berapa biaya tulangan yang dibutuhkan.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada laporan ini yaitu untuk mengetahui kebutuhan tulangan (kg) yang diperlukan, untuk mengetahui *waste* tulangan (kg)

yang tidak dapat digunakan lagi, mengetahui persen *waste* tulangan (%), dan untuk mengetahui total biaya tulangan yang dibutuhkan.

TINJAUAN Elemen Struktur Bangunan

PUSTAKA Elemen struktur bangunan merupakan bagian bangunan yang menyalurkan beban hingga ke bagian bawah tanah bangunan. Fungsi struktur dapat disimpulkan untuk memberi kekuatan dan kekakuan yang diperlukan untuk mencegah sebuah bangunan mengalami keruntuhan. Struktur bangunan terbuat dari bahan kaku yang letaknya datar (balok), tegak (kolom), atau miring (tangga) di atas bahan yang kaku juga (pondasi).

Beton Bertulang

Beton bertulang merupakan gabungan logis dari dua jenis bahan yaitu beton polos yang memiliki kekuatan tekan yang tinggi akan tetapi kekuatan tarik yang rendah dan batang-batang baja yang ditanamkan di dalam beton dapat memberikan kekuatan tarik yang diperlukan (Wang, 1993). Dalam perencanaan struktur beton bertulang, beton diasumsikan tidak memiliki kekuatan tarik sehingga dibutuhkan material lain untuk menanggung gaya tariknya. Material yang digunakan pada umumnya berupa batang-batang baja yang disebut tulangan.

Pembesian/Penulangan

Sebelum pekerjaan pembesian dimulai, perlu dilakukan marking. *Marking* adalah pengukuran as atau posisi kolom dimana pekerjaan pembesian tidak boleh melenceng dari gambar rencana. Untuk pemotongan tulangan digunakan mesin *Bar Cutter*, sedangkan untuk pembengkokan tulangan digunakan mesin *Bar Bender*. Penentuan pola penulangan pada suatu pekerjaan proyek selalu bergantung pada pekerjaan struktur apa yang direncanakan. Dalam menentukan pola

penulangan tergantung peraturan yang digunakan. Peraturan yang digunakan penulis adalah SNI 2847:2013.

Tabel 1 Ukuran Baja Tulangan Beton Polos

No.	Penamaan	Diameter Nominal (d) (mm)	Luas Penampang Nominal (L) (cm ²)	Berat Nominal per meter (kg/m)
1.	P.6	6	0,2827	0,222
2.	P.8	8	0,5027	0,395
3.	P.10	10	0,7854	0,617
4.	P.12	12	1,131	0,888
5.	P.14	14	1,539	1,12
6.	P.16	16	2,011	1,58
7.	P.19	19	2,835	2,23
8.	P.22	22	3,801	2,98
9.	P.25	25	4,909	3,85
10.	P.28	28	6,158	4,83
11.	P.32	32	8,042	6,31

Tabel 2 Ukuran Baja Tulangan Beton Sirip/Ulir

No.	Penamaan	Diameter Nominal (d)	Luas Penampang Nominal (A)	Berat Nominal Per Meter
		(mm)	mm ²	kg/m
1	S 6	6	28	0,222
2	S 8	8	50	0,395
3	S 10	10	79	0,617
4	S 13	13	133	1,042
5	S 16	16	201	1,578
6	S 19	19	284	2,226
7	S 22	22	380	2,984
8	S 25	25	491	3,853
9	S 29	29	661	5,185
10	S 32	32	804	6,313
11	S 36	36	1018	7,990
12	S 40	40	1257	9,865
13	S 50	50	1964	15,413
14	S 54	54	2290	17,978
15	S 57	57	2552	20,031

Perhitungan Kebutuhan Tulangan

Material tulangan yang dibutuhkan pada pekerjaan beton didasarkan pada perhitungan volume pekerjaan dan perhitungan akhir yaitu total tulangan dalam satuan berat, dan juga jumlahnya dalam batang.

Perhitungan Sisa (*Waste*) Tulangan

Perhitungan sisa (*waste*) tulangan bertujuan untuk meningkatkan rencana yang baik dalam manajemen sumber daya dan lingkungan dan untuk mengurangi *waste* yang dihasilkan selama proyek konstruksi sedang berlangsung. Langkah-langkah atau cara penghitungan *waste* yang dilakukan yaitu mengkonversi nilai *waste* dan kebutuhan tulangan yang awalnya dalam satuan panjang (m) kedalam bentuk satuan berat (kg). Hal ini dilakukan karena hasil *waste* (%) yang dihasilkan dari satuan panjang (m) berbeda dengan hasil dari satuan berat (kg).

$$\text{Waste (\%)} = \frac{\sum \text{Waste Material (kg)}}{\sum \text{Batang dibutuhkan (kg)}} \times 100\% \quad (1)$$

Perhitungan Biaya Tulangan

Rumus yang digunakan dalam menghitung biaya yaitu sebagai berikut:

$$\text{Biaya (Rp.)} = \text{Volume Tulangan (kg)} \times \text{Harga Satuan (Rp.)} \quad (2)$$

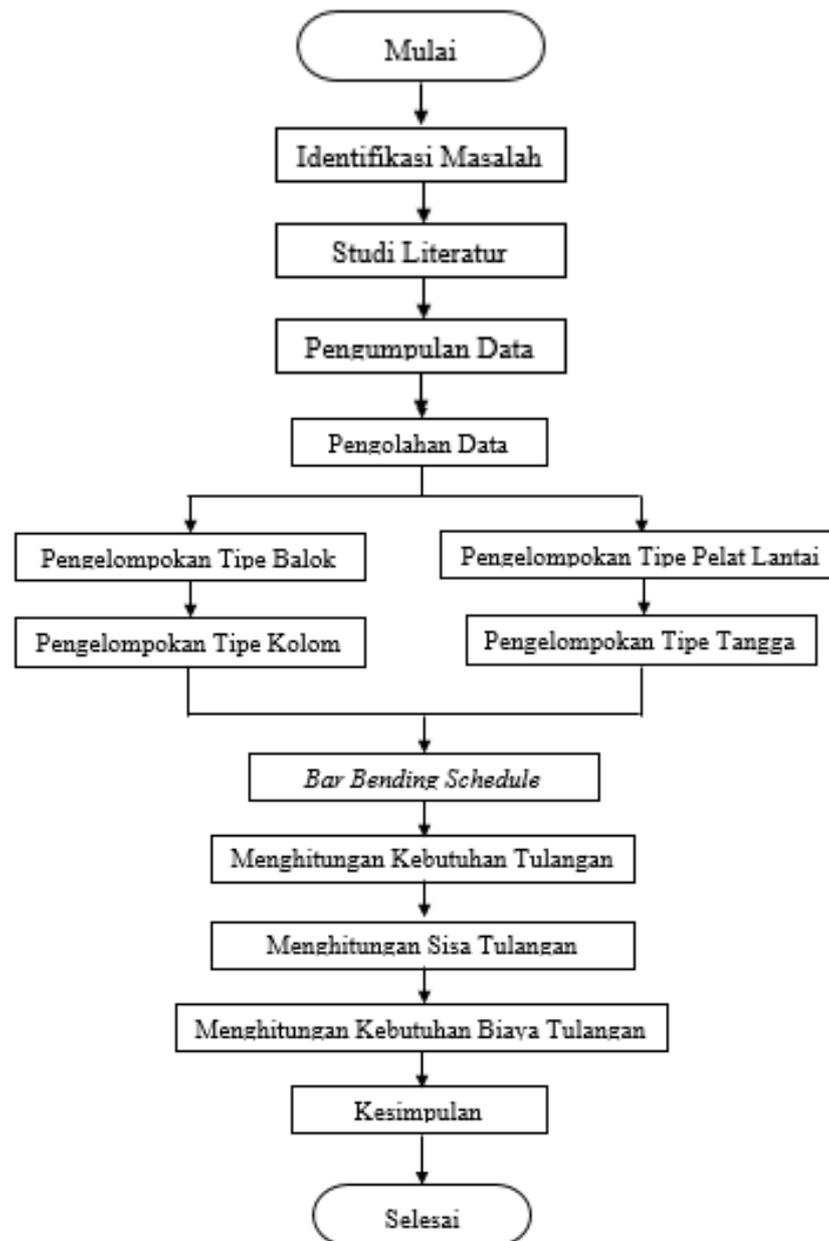
Umum

Penelitian ini untuk mengetahui kebutuhan tulangan, sisa (*waste*) tulangan, serta total biaya tulangan yang dibutuhkan dari pekerjaan struktur balok, kolom, pelat lantai, dan tangga. Peraturan yang digunakan pada penelitian ini didasarkan pada Tata Cara Perhitungan Kebutuhan Tulangan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung menurut SNI 2847:2013, Tata Cara Perhitungan Berat Besi

berpedoman pada SNI 2052:2017 dan Daftar Analisa Harga Satuan dan Daftar Harga dan Bahan Dinas Perumahan Kawasan Permukiman dan Penataan Ruang Kota Medan 2019.

METODE PENELITIAN

Pengolahan Data



Gambar 1 Bagan Alir Pembahasan (*Flowchart*)

Analisis Data

Langkah-langkah yang dilakukan dalam perhitungan tulangan adalah dengan mempelajari gambar kerja berdasarkan *shop drawing*, mengidentifikasi tulangan berdasarkan *shop drawing*, menghitung kebutuhan tulangan berdasarkan *shop drawing* dengan acuan SNI 03-2847:2013, menentukan jumlah potongan tulangan dari gambar kerja berdasarkan diameter dan menghitung berat tulangan setiap pekerjaan, menentukan penggunaan pemakaian bahan dan sisa untuk digunakan di pekerjaan selanjutnya atau tidak, menghitung berat besi dengan acuan SNI 2052:2017, menghitung persen (%) *waste* tulangan, menghitung biaya yang dibutuhkan berdasarkan daftar Analisa Harga Satuan dan Daftar Harga dan Bahan Dinas Perumahan Kawasan Permukiman dan Penataan Ruang Kota Medan 2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Kebutuhan dan *Waste* Tulangan pada Balok

Tabel 6 Total Kebutuhan Tulangan Balok dalam Satuan kg

NO	LANTAI	TIPE BESI/DIAMETER (mm)				TOTAL (kg)
		D16	P12	D10	P8	
a	b	c	d	e	f	g
1	Lantai 1	1858,824	-	1065,485	122,9588	3047,268
2	Lantai 2	1532,705	-	1065,485	100,7945	2698,984
3	Lantai 3	405,2304	339,5426	341,0282	246,7674	1332,569
4	Lantai Atap	87,86304	135,864	73,59576	82,8394	380,1622
JUMLAH (kg)		3884,622	475,4066	2545,594	553,3601	7458,983

Tabel 7 Total Waste Tulangan Balok dalam Satuan kg

NO	LANTAI	TIPE BESI/DIAMETER (mm)				TOTAL (kg)
		D16	P12	D10	P8	
a	b	c	d	e	f	g
1	Lantai 1	47,2958	-	-	-	47,2958
2	Lantai 2	42,8111	-	-	-	42,8111
3	Lantai 3	11,3616	4,0919	11,0073	11,7110	38,1717
4	Lantai Atap	6,8170	10,4962	13,4753	0,1074	30,8958
JUMLAH (kg)		108,2855	14,5881	24,4826	11,8184	159,1745

Perhitungan Kebutuhan dan Waste Tulangan pada Kolom

Tabel 8 Total Kebutuhan Tulangan Kolom dalam Satuan kg

NO	LANTAI	TIPE BESI/DIAMETER (mm)				TOTAL (kg)
		D16	P12	D10	P8	
a	b	c	d	e	f	g
1	Lantai 1	1514,880	71,040	630,228	54,681	2270,829
2	Lantai 2	504,960	355,200	210,076	255,707	1325,943
3	Lantai 3	88,368	49,728	67,524	54,681	260,301
JUMLAH (kg)		2108,208	475,968	907,829	365,068	3857,074

Tabel 9 Total Waste Tulangan Kolom dalam Satuan kg

NO	LANTAI	TIPE BESI/DIAMETER (mm)				TOTAL (kg)
		D16	P12	D10	P8	
a	b	c	d	e	f	g
1	Lantai 1	302,976	14,208	74,139	4,152	395,475
2	Lantai 2	100,992	15,984	26,852	15,275	159,103
3	Lantai 3	25,248	6,660	19,448	4,498	55,854
JUMLAH (kg)		429,216	36,852	120,438	23,926	610,432

Perhitungan Kebutuhan dan Waste Tulangan pada Pelat Lantai

Tabel 10 Total Kebutuhan Tulangan Pelat Lantai dalam Satuan kg

NO	LANTAI	TIPE BESI/DIAMETER (mm)	TOTAL (kg)
		P10	
a	b	c	d
1	Lantai 2	1787,548	1787,548
2	Lantai 3	311,264	311,264
3	Lantai Atap	122,635	122,635
JUMLAH (kg)		2221,447	2221,447

Tabel 11 Total Waste Tulangan Pelat Lantai dalam Satuan kg

NO	LANTAI	TIPE BESI/DIAMETER (mm)	TOTAL (kg)
		P10	
a	b	c	d
1	Lantai 2	125,325	125,325
2	Lantai 3	30,430	30,430
3	Lantai Atap	29,098	29,098
JUMLAH (kg)		184,853	184,853

Perhitungan Kebutuhan dan *Waste* Tulangan pada Tangga

Tabel 12 Total Kebutuhan Tulangan Tangga dalam Satuan kg

NO	LANTAI	TIPE BESI/DIAMETER (mm)		TOTAL (kg)
		P12	P8	
a	b	c	d	e
1	Tangga Utama Lt.1	171,206	159,826	331,033
2	Tangga Darurat Lt.1	125,457	115,318	240,775
3	Tangga Darurat Lt.2	125,457	115,610	241,067
JUMLAH (kg)		422,120	390,755	812,874

Tabel 13 Total Waste Tulangan Tangga dalam Satuan kg

NO	LANTAI	TIPE BESI/DIAMETER (mm)		TOTAL (kg)
		P12	P8	
a	b	c	d	e
1	Tangga Utama Lt.1	16,297	1,300	17,597
2	Tangga Darurat Lt.1	17,703	1,044	18,748
3	Tangga Darurat Lt.2	17,518	3,855	21,374
JUMLAH (kg)		51,518	6,200	57,718

Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan

Berdasarkan analisa perhitungan kebutuhan tulangan balok, kolom, pelat lantai, dan tangga, maka dapat dihitung efisiensi penggunaan balok, kolom, pelat lantai, dan tangga yang digunakan yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan Tulangan pada Balok} &= 7.458,983 \text{ kg} \\
 \text{Kebutuhan Tulangan pada Kolom} &= 3.857,074 \text{ kg} \\
 \text{Kebutuhan Tulangan pada Pelat Lantai} &= 2.221,447 \text{ kg} \\
 \text{Kebutuhan Tulangan pada Tangga} &= 812,874 \text{ kg} \quad + \\
 \text{Efisiensi Penggunaan Tulanga} &= 14.35,378 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi Kebutuhan Batang Utuh

Tabel 14 Rekapitulasi Kebutuhan Batang Utuh

Satuan	TIPE BESI/DIAMETER (mm)					TOTAL
	D16	P12	D10	P10	P8	
a	b	c	d	e	f	g
Batang	345	137	486	325	288	1581
Meter (m)	4140	1644	5832	3900	3456	18972
Kilogram (Kg)	6532,92	1459,872	3598,344	2406,3	1365,12	15362,56

Perhitungan Persen Waste Tulangan (%)

Untuk menghitung *waste* tulangan (%), dari perhitungan sisa tulangan diatas diperoleh *waste* tulangan dalam satuan kg yaitu:

Total *waste* tulangan pada balok = 159,1745 kg

Total *waste* tulangan pada kolom = 610,432 kg

Total *waste* tulangan pada pelat lantai = 184,853 kg

Total *waste* tulangan pada tangga = 57,718 kg +

Total *waste* tulangan = 1.012,1782 kg

Jumlah batang utuh yang dibutuhkan dalam satuan kg adalah 15.362,56 kg (**Tabel 6**).

Maka:

$$Waste (\%) = \frac{\sum Waste Material (Kg)}{\sum Batang dibutuhkan (Kg)} \times 100\%$$

$$Waste (\%) = \frac{1012,1782 \text{ Kg}}{15362,56 \text{ Kg}} \times 100\%$$

$$Waste (\%) = 6,59\%$$

Jadi, *waste* tulangan (%) dari pemakaian tulangan sebesar 6,59%.

Perhitungan Biaya Tulangan

Adapun perhitungan biaya dalam laporan ini adalah perhitungan kebutuhan biaya tulangan, perhitungan kebutuhan tulangan dari batang utuh, dan perhitungan biaya sisa (*waste*) tulangan. Perhitungan biaya tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 15 Perhitungan Biaya Tulangan Ulir

No.	Perhitungan Biaya Tulangan	Satuan	Volume (kg) Tul.Ulir	Harga Satuan Tul.Ulir (Rp.)	Jumlah
1	Kebutuhan Tulangan	kg	9.446,233	13.125,00	123.982.075,928
2	Batang Utuh	kg	10.131,264	13.125,00	132.972.840,000
3	Waste Tulangan	kg	682,422	13.125,00	8.956.794,998

Tabel 16 Perhitungan Biaya Tulangan Polos

No.	Perhitungan Biaya Tulangan	Satuan	Volume (kg) Tul.Polos	Harga Satuan Tul.Polos (Rp.)	Jumlah
1	Kebutuhan Tulangan	kg	4.904,124	12.600,00	61.791.965,172
2	Batang Utuh	kg	5.231,292	12.600,00	65.914.279,200
3	Waste Tulangan	kg	329,756	12.600,00	4.154.922,223

Tabel 17 Perhitungan Biaya Total Tulangan

No.	Perhitungan Biaya Tulangan	Total Harga (Rp)
1	Kebutuhan Tulangan	183.774.041,10
2	Batang Utuh	198.887.119,20
3	Waste Tulangan	13.111.717,22

Dari perhitungan biaya tulangan pada **Tabel 17** diatas, maka total biaya tulangan yang digunakan adalah Rp. 198.887.119,20.

SIMPULAN Dari hasil perhitungan pada BAB HASIL DAN PEMBAHASAN, maka diperoleh beberapa simpulan yaitu Kebutuhan tulangan (kg) yang diperlukan untuk pekerjaan balok, kolom, pelat lantai, dan tangga sebanyak 7.458,983 kg + 3.857,074 kg + 2.221,447 kg + 812,874 kg = 14.350,378 kg.

Banyak *waste* tulangan (kg) untuk pekerjaan balok, kolom, pelat lantai, dan sebanyak 159,1745 kg + 610,432 kg + 184,853 + 57,718 = 1.012,1782 kg.

Persen *waste* tulangan (%) balok, kolom, pelat lantai, dan sebesar:

$$\frac{1.012,1782}{15.362,56} = 6,59 \%$$

Total biaya tulangan yang dibutuhkan untuk pekerjaan balok, kolom, pelat lantai, dan tangga adalah sebesar Rp. 198.887.119,20.

Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini yaitu untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, masih perlu dilakukan perhitungan yang lebih teliti lagi sehingga dapat meminimalkan sisa (*waste*) besi tulangan.

Dan perlu dikaji lebih lanjut perhitungan sisa (*waste*) tulangan dengan menggunakan software pembantu lainnya seperti SOWB 1 (Software Optimasi *Waste* Besi 1), sehingga diperoleh perbandingan perhitungan sisa (*waste*) tulangan, apakah terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak.

- RUJUKAN** Setiawan, Agus. 2016. Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013. Jakarta: Erlangga
- Dipohusodo, Istimawan.1994. Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T- 15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Nugraha, Paulus, dkk. 1985. Manajemen Proyek Konstruksi 1. Kartika Yudha. Surabaya
- American Concrete Institute. 2000. Cement and Concrete Terminology (ACI 116R-00)
- Wang, Chu – Kia & Charles G. Salmon. 1993. Disain Beton Bertulang (Terj.Binsar Hariandja). Jakarta: Erlangga.
- Ritz, George. 1994. Total Construction Project Management. McGrawHill Book Company, New York
- Badan Standardisasi Nasional. 2017. SNI 2847:2013: Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Jakarta: BSN
- Badan Standardisasi Nasional. 2017. SNI 2052:2017: Baja Tulangan Beton. Jakarta: BSN

Dinas Perumahan Kawasan Permukiman dan Penataan Ruang Kota Medan. 2019.

Datar Harga Upah dan Bahan Daftar Analisa Harga Satuan. Medan.

Eta, Dewi Sabhana Eta. 2018. Analisis Kebutuhan Tulangan, Sisa (Waste) Tulangan, dan Selisih Biaya Tulangan pada Pekerjaan Struktur Kolom, Balok, dan Pelat Lantai Proyek Apartemen Mansyur Residence. Medan: Politeknik Negeri Medan.

Sulisca Damanik, Yeni. 2019. Perhitungan Kebutuhan Tulangan, Sisa (Waste) Tulangan dan Biaya Tulangan pada Pekerjaan Struktur Balok dan Kolom Proyek Apartemen Wahid Hasyim Residence Medan.

Kork, MAN, Widi Hartono, dan Sugiyarto. Perhitungan Kebutuhan Tulangan Besi Dengan Memperhitungkan Optimasi Waste Besi Pada Pekerjaan Balok Dengan Program Microsoft Excel. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

<https://www.asdar.id/definisi-konstruksi-dan-perhitungan-tangga/>,
Dipetik Juni 2020

<https://perpusteknik.com/cara-menghitung-kebutuhan-tulangan/>,
Dipetik Agustus 2020.

<https://www.situstekniksipil.com/2017/09/analisis-tangga.html>,
Dipetik Agustus 2020.