



---

**ANALISIS PERBANDINGAN WASTE BESI TULANGAN KOLOM  
LANTAI 5 METODE KONVENSIONAL DENGAN SOFTWARE  
CUTTING OPTIMIZATION PRO (COP) PADA PROYEK  
PEMBANGUNAN MENARA BRI MEDAN**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF 5TH FLOOR REINFORCED IRON WASTE  
COLUMNS CONVENTIONAL METHOD WITH CUTTING OPTIMIZATION PRO  
(COP) SOFTWARE ON THE BRI MEDAN TOWER CONSTRUCTION PROJECT**

Khofifah Alawyah<sup>1</sup>, Nurhasan Syah<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Negeri Padang

Corresponding Author [khofifah@student.unp.ac.id](mailto:khofifah@student.unp.ac.id)

E-mail <sup>2</sup>[nurhasan@ft.unp.ac.id](mailto:nurhasan@ft.unp.ac.id)

---

**Abstrak**

**Info Artikel**

---

**Sejarah Artikel:**

Diterima: Okt 2024

Disetujui: Nov 2024

Dipublikasikan:

Nov 2024

---

**Kata Kunci:**

Tulangan Besi,  
Waste, Cutting  
Optimization  
Pro.

**Keywords:**

Iron Rebar,  
Waste, Cutting  
Optimization  
Pro.

Pemborosan material sering terjadi pada proyek Pembangunan Gedung yang diakibatkan adanya material. Dalam mengatasi permasalahan tersebut, perlu dilakukan analisis pada material konstruksi sehingga nilai *waste* pada material dapat diketahui dengan pasti. Metode penelitian adalah penelitian kuantitatif dengan design penelitian komparasi yang bertujuan untuk membandingkan perhitungan *waste level* menggunakan metode konvensional dengan perhitungan *waste level* menggunakan *software cutting optimization pro*. Hasil penelitian ini *waste level* besi ulir D13 didapat *waste* sebesar 9.1%, D22 didapat *waste* 2.3 %, D25 didapat *waste* 3.13%, dan D32 didapat *waste* 1.87% Rata-rata *waste* yang ditimbulkan sebesar 4.1%. dengan *software cutting optimization*, besi ulir D13 didapat *waste* 0.00%, D22 didapat *waste* 2.1%, D25 didapat *waste* 0.2 %, D32 didapat *waste* 43 0.3% didapat Rata-rata *waste* yang ditimbulkan sebesar 0.65%. Dari hasil perbandingan didapat *software cutting optimization pro* dapat meminimalkan *waste* secara optimal sebesar 3.45%.

**Abstract**

*Material waste often occurs in building construction projects due to the presence of materials. In overcoming these problems, it is necessary to analyze construction materials so that the value of waste in the material can be known with certainty. This study aims to determine the waste level, waste cost by using cutting optimization pro software whether it can minimize the waste of reinforcing iron optimally. Primary data collection methods are carried out by interview and observation, while secondary data is obtained from the BRI Tower Construction project. From the waste level analysis of D13 screw iron, waste of 9.1%, D22 obtained waste 2.3%, D25 obtained waste 3.13%, and D32 obtained waste 1.87% The average waste incurred is 4.1%. with cutting optimization software, D13 screw iron obtained waste 0.00%, D22 obtained waste 2.1%, D25 obtained waste 0.2%, D32 obtained waste 43 0.3% obtained The average waste incurred is 0.65%. From the comparison results, the cutting optimization pro software can optimally minimize waste by 3.45%.*

---

## PENDAHULUAN

Dalam dunia konstruksi, efisiensi penggunaan material menjadi salah satu faktor penting yang memengaruhi keberhasilan proyek (Nelson, N., & Tamtana, J. S. 2019). Salah satu material yang sering digunakan dalam volume besar adalah besi tulangan. Sebagai elemen struktural utama, besi tulangan membutuhkan perencanaan dan pengelolaan yang tepat untuk memastikan bahwa material digunakan secara optimal dengan meminimalkan limbah atau *waste* ((Kasus et al., n.d.). Dalam pembangunan sebuah infrastruktur, material sebagai salah satu komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya dengan kontribusi sebesar 40% - 60% dari biaya proyek, sehingga secara tidak langsung memegang peranan penting dalam menunjang keberhasilan proyek khususnya dalam biaya, dalam pengendalian biaya sering terjadi penyimpangan yang disebabkan oleh tenaga kerja, material, alat, subkontraktor dan *overhead* (Rachmawati, 2024; Sani, n.d). Pada proyek konstruksi, penggunaan material oleh pekerja-pekerja di lapangan dapat menimbulkan penyimpangan berupa *waste*. Beberapa penelitian di Indonesia menunjukkan sisa material konstruksi dapat mencapai 2.9% - 12.5% berat dari total material, sisa material konstruksi tidak hanya penting dari sudut pandang efisiensi, tetapi juga berpengaruh pada lingkungan ((Sani, n.d.). Sehingga upaya meminimalisir sisa material penting untuk diterapkan oleh para pelaku konstruksi (Ickman et al., 2019)

Jika dilihat dari sisi penyebab terjadinya, perubahan-perubahan desain merupakan faktor yang paling sering menyebabkan terjadinya limbah, sedangkan jika dilihat dari pengaruh faktor penyebab terjadinya sisa material terhadap kegiatan konstruksi, maka pola pemotongan yang tidak optimal merupakan faktor yang paling mempengaruhi terjadinya sisa material (Riski, S. 2024). Pengendalian sisa material besi tulangan pada proyek yang masih tergolong lemah karena sistem pengendalian yang dilakukan masih menggunakan sistem konvensional, yaitu hanya mengandalkan kinerja tukang di lapangan tanpa adanya kontrol, maupun hanya menggunakan sistem kombinasi atau mencocokkan kemungkinan-kemungkinan pola pemotongan *waste* besi tulangan 3 yang tersisa dengan tipe besi tulangan yang akan digunakan berikutnya secara manual (Juliarista, M. W. 2024; Masdiana et al., n.d.). Melihat kondisi tersebut banyak kontraktor yang melakukan inovasi untuk mengurangi *waste* tulangan yang berlebihan yang disebabkan perubahan design atau kesalahan pemotongan (Cahyati, S. dkk 2024; (Masdiana et al., n.d.). Cara penanggulangan *waste* yang umum dilakukan adalah hanya melalui manajemen material untuk meminimalisasi sisa material yang terjadi, akan tetapi cara ini tidak cukup efektif karena hanya dilakukan terhadap manajemennya saja bukan terhadap metode kerja di lapangan atau metode pola pemotongan dari material tersebut (Khadafi, 2008; (Muka et al., 2020).

(Sani, n.d.)Software ini dirancang untuk mengoptimalkan pola pemotongan material, termasuk besi tulangan Di sisi lain, perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi telah menghadirkan berbagai inovasi, salah satunya adalah penggunaan perangkat lunak optimasi pemotongan, seperti Cutting Optimization Pro (COP). Sehingga *waste* dapat diminimalkan. Dengan algoritma canggih, COP mampu merancang pola pemotongan yang lebih efisien dibandingkan metode manual (Gunawan & Wahyuni, 2024). Pada proyek pembangunan Menara BRI Medan, khususnya pada pengerjaan kolom lantai 5, manajemen besi tulangan menjadi tantangan tersendiri. Metode konvensional yang biasa digunakan untuk pemotongan besi sering kali menghasilkan sisa material yang signifikan. Sisa material ini, meskipun masih dapat digunakan pada bagian lain, sering kali tidak ekonomis jika tidak direncanakan dengan baik, sehingga berpotensi meningkatkan biaya proyek dan menciptakan limbah konstruksi yang tidak perlu. Pada proyek pembangunan Menara BRI Medan, khususnya

pada pengerjaan kolom lantai 5, manajemen besi tulangan menjadi tantangan tersendiri. Metode konvensional yang biasa digunakan untuk pemotongan besi sering kali menghasilkan sisa material yang signifikan. Sisa material ini, meskipun masih dapat digunakan pada bagian lain, sering kali tidak ekonomis jika tidak direncanakan dengan baik, sehingga berpotensi meningkatkan biaya proyek dan menciptakan limbah konstruksi yang tidak perlu.

Proyek pembangunan gedung terdapat banyak jenis pekerjaan yang berpotensi menghasilkan *waste*. Penelitian tentang Waste Management antara lain dikutip mengenai waste yaitu Identifikasi Material Waste Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Ruko San Diego Pakuwon City Surabaya), penelitian ini menunjukkan bahwa besi beton ulir D16 memiliki waste level terbesar yaitu 5.8% (Wiguna, 2015). Penelitian dengan judul Strategi Minimasi Sisa Material Kontruksi pada Proyek Kontruksi Gedung Bertingkat yang Dilaksanakan Kontraktor BUMN di Indonesia, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi bagaimana strategi meminimalisir waste kontruksi diterapkan pada proyek Gedung bertingkat, hasil dari penelitian ini menjelaskan bahwa penerapan strategi minimasi sisa material kontruksi yang dilaksanakan beberapa kontraktor BUMN sudah baik (Agung, 2006). Penelitian dengan judul Identifikasi Sumber Sisa Material pada Proyek Kontruksi Bangunan Perumahan di Jabotabek (Studi Kasus Pekerjaan Proyek Perumahan di Selatan Jakarta), dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa proses pemotongan material merupakan kegiatan yang paling sering menimbulkan sisa material berupa potongan-potongan, jika dilihat dari sisi penyebabnya perubahan-perubahan desain merupakan faktor yang paling menyebabkan sisa material, sedangkan jika dilihat dari pengaruh faktor penyebab terjadinya sisa material terhadap kegiatan kontruksi, maka faktor manusia merupakan faktor yang paling mempengaruhi terjadinya sisa material (Darmawan, 2003). Penelitian dengan Judul Analisis Penggunaan Software Optimasi Waste Besi pada Pekerjaan Struktur Beton Bertulang Proyek. XYZ, hasil penelitian penerapan aplikasi SOWB dapat mengurangi waste sebesar 1.59%, juga dapat menghemat total penggunaan besi (Khadafi,2008).

Untuk Memaksimalkan pengendalian sisa material pada proyek pembangunan Menara BRI (Bank Rakyat Indonesia), Menggunakan metode konvensional dalam pembuatan potongan besi tulangan kolom lantai 5 yang masih kurang optimal maka Kontraktor Melakukan pembaharuan dalam menghitung besi tulangan kolom lantai 5 menggunakan perangkat lunak (software) yang dapat menganalisis dan mengkoreksi cara pemotongan besi tulangan untuk membuat pola penyusunan pemotongan besi tulangan yang paling optimal agar penggunaan sisa material besi tulangan yang tersisa dapat digunakan kembali untuk tipe besi tulangan berikutnya. Berdasarkan uraian di atas maka waste besi tulangan merupakan salah satu masalah yang serius pada konstruksi bangunan gedung. Usaha meminimalisasi waste besi tulangan akan membantu kontraktor untuk mengurangi waste yang berlebihan. Salah satu langkah yang dilakukan adalah menggunakan software cutting optimization pro, software ini memberikan hasil cara pemotongan besi tulangan yang paling optimal, selain cara pemotongan software ini juga memberikan data material besi yang tersedia di lapangan sehingga pengontrolan material besi menjadi lebih mudah dan efisien.

## METODE PENELITIAN

Studi ini merupakan penelitian kuantitatif dengan design penelitian komparasi yang bertujuan untuk membandingkan perhitungan waste level menggunakan metode konvensional dengan perhitungan waste level menggunakan software cutting optimization pro. Penelitian ini menggunakan obyek proyek pembangunan Gedung Menara BRI yang bertempat di jalan Putri Hijau, Kecamatan Medan barat, kota medan, Sumatera utara. Proyek ini memiliki luas 34.591 m<sup>2</sup> dengan menggunakan anggaran sebesar Rp. 316.500.000.000,00. pembangunan Gedung Menara BRI dikerjakan selama 420 hari kalender sesuai dengan time schedule yang sudah direncanakan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam Pengambilan data di lapangan diperoleh ukuran Besi yang digunakan dalam Pembesian Kolom Lantai 5 di Pembangunan Menara BRI Medan seperti pada tabel :

Tabel 1. Ukuran besi lantai 5

No	Dimater Besi
1	D13
2	D22
3	D25

### 1. Perhitungan Waste Level

Dengan menggunakan *waste level* dihitung untuk mengetahui volume waste dari masing masing item yang diteliti. *Waste level* ini dihitung menggunakan metode pendekatan dengan rumus (Poon, 2001).

$$\text{Waste Level} = \frac{\text{vol.waste}}{\text{vol. kebutuhan}}$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan Waste Level

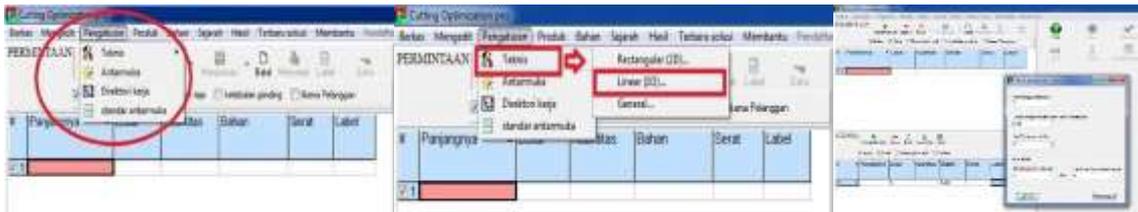
No	Diameter	Vol. RAB	% beli	Vol logistik	Vol Terpasang	Vol waste	Waste level %
1	D13	13466.05	86%	11580.81	10530.81	1050	9.1%
2	D22	2162.34	89%	1859.62	1816.62	43	2.3%
3	D25	6379.3	90%	5741.55	5561.55	180	3.13%
4	D32	7662.10	92%	7049.14	6917.14	132	1.87%
<b>Rata-rata waste</b>							4.1%

### 2. Software Cutting Optimazation Pro ( SCOP)

SCOP adalah suatu software yang membantu mengoptimasi kombinasi pola potongan tulangan serta membantu mengetahui waste lebih awal dan diharapkan dapat mengontrol jumlah waste yang sudah dikeluarkan sesuai pola pemotongan. Dapat digunakan pada saat PO dan Monitoring pelaksanaan pemasangan material. Selain dapat digunakan untuk mengetahui pola potongan tulangan software ini juga dapat digunakan untuk mengetahui pola potongan lain seperti aluminium composite panel, keramik, kayu dan lain-lain.

Syarat-syarat aplikasi yang dibutuhkan untuk menjalankan software ini adalah :

- Data bestat (BBS).
- Luas area struktur yang akan dihitung sudah mempertimbangkan ketersediaan lahan untuk stock besi.
- Pelaksana pembesian harus memahami output data dari software dan melaksanakan pemotongan besi sesuai dengan output dari software



Gambar 1. Pengaturan Waste Minimum Persediaan



Gambar 2. Input Diameter Tulangan

- Input Panjang tulangan, jumlah tulangan, tipe tulangan dan kode rebar shape
- Input perkiraan jumlah tulangan yang dibutuhkan
- Jika stock/perkiraan tidak mencukupi, software akan memberikan peringatan

Output data

Length	Width	Quantity	Material	Label	Price
12	0	365	13	0	0
12	0	974	16	0	0
12	0	772	19	0	0
12	0	166	22	0	0
12	0	940	25	0	0
0.021	0	284	13	0	0
0.038	0	19	13	0	0
0.005	0	3	13	0	0
0.037	0	58	13	0	0
0.041	0	87	13	0	0
0.012	0	172	13	0	0
0.024	0	155	13	0	0
0.036	0	165	13	0	0
0.026	0	129	13	0	0
0.019	0	153	13	0	0
0.015	0	308	13	0	0
0.004	0	158	13	0	0
0.030	0	84	13	0	0
0.017	0	56	13	0	0

Gambar 3. Input Diameter Tulangan

Output rekap data statistik diedit menggunakan Ms. Excel karena dalam SCOP data statistik waste, kebutuhan besi dan material sisa terpisah. Hasil rata-rata waste didapat sebesar 0.65%. Untuk rekap data statistik potongan besi hasil perhitungan SCOP tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekap Data Potongan Besi SCOP

Parameter / Keterangan	Nilai			
	D13	D22	D25	D32
Total	10530.81	1816.62	5561.55	6917.14
Material yg digunakan	988	154	445	454
Sisa material	5	6.2	10.6	10.7
Waste	0	38.1	33.1	33.2
Waste%	0.00 %	2.1 %	0.2%	0.3%

Perbandingan *Waste* Metode konvensional dengan SCOP disajikan dalam Tabel 4

Tabel 4. Perbandingan Waste dengan Metode konvensional dengan Metode SCOP

No	Diameter	Software waste %	Konvensional waste%
1	D13	0.00%	9.1%
2	D22	2.1%	2.3%
3	D25	0.2%	3.13%
4	D32	0.3%	1.87%
Rata – rata		0.65 %	4.1 %

## SIMPULAN

Pelaksanaan praktek kerja lapangan industri selama kurang lebih 3 bulan di Proyek Pembangunan Gedung Menara BRI Medan telah memberikan pengalaman dan pengetahuan penulis mengenai hal-hal yang berkaitan dengan pembangunan konstruksi terutama bangunan gedung sehingga banyak pembelajaran yang penulis dan tim peroleh secara langsung yang penulis tidak dapat dibangku perkuliahan. Adapun kesimpulan yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut: Dari analisis waste level besi ulir D13 didapat waste sebesar 9.1%, besi ulir d 22 didapat waste 2.3 %, D25 didapat waste 3.13%, dan D32 didapat waste 1.87% Rata-rata waste yang ditimbulkan dari keempat jenis besi tersebut sebesar 4.1%. Dari analisis software cutting optimization, besi ulir D13 didapat waste 0.00%, D22 didapat waste 2.1%, D25 didapat waste 0.2 %, D32 didapat waste 43 0.3% didapat Rata-rata waste yang ditimbulkan dari keempat jenis besi tersebut sebesar 0.65%. Dari hasil perbandingan didapat software cutting optimization pro dapat meminimalkan waste secara optimal sebesar 3.45%

## DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto. (2008). *Manajemen Alat Berat Untuk Konstruksi*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Badan Standar Nasional Indonesia . 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal* , SNI 03-2834-2000. Jakarta: 20
- Badan Standarisasi Nasional Standar Nasional Indonesia , 1991. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, SNI T-28-1991-03.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 03 – 2847- 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung
- Cahyati, S. D., Gareso, M. P., Al-Kautsar, M. F., Putrasela, A. G., Febrianti, P., & Tombakan, M. (2024). *Memahami Pekerjaan Elemen Struktur Gedung (Pile Cap, Tie Beam, Kolom, Balok & Plat Lantai Beton Bertulang)*. Nas Media Pustaka
- Daryanto. 1998. *Pengetahuan Teknik Bangunan*. Jakarta : Bima Aksara
- Dimiyati, Hamdan dan Nurjaman Kadar, 2014, *Manajemen Proyek*: CV Pustaka Setia.
- Djojowiriono. (2005), *Manajemen Konstruksi Edisi Keempat*, Teknik Sipil
- Ervianto, I.W. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi*. Yogyakarta.
- Gunawan, I., & Wahyuni, H. C. (2024). *Supply Chain Management dan Aplikasinya*
- Hobbs, B. & Menard, P. (1993). *Organizational choices for project management*. In P.C. Dinsmore (Ed), *The AMA handbook of project management*. New York: AMACON.
- Ickman, G. E., Rini, T. S., & Huda, M. (2019). Identifikasi Limbah Konstruksi Pada Pekerjaan Jembatan Sembayat Baru Ii Dalam Rangka Penghematan Biaya. *Axial : Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 7(1), 43. <https://doi.org/10.30742/axial.v7i1.707>
- Juliarista, M. W. (2024). *Kajian Kuat Tarik Belah Beton Fast Track Mutu Tinggi Umur 7 Hari Menggunakan Variasi Bahan Tambah Ground Granulated Blast Furnace Slag Metode Campuran Menurut Aci (American Concrete Institute)* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP).
- Khadafi, M. (2008). *Analisis Penggunaan Software Optimasi Waste Besi pada Pekerjaan Struktur Beton Bertulang Proyek XYZ*, 2008.
- Kasus, S., Kos, P. P., & Lantai, Y. ). (n.d.). *Penerapan Konsep Building Information Modelling (Bim) 3d Dalam Mendukung Pengestimasian Biaya Pekerjaan Struktur Application The Concep Of Building Information Modelling (Bim) 3d In Supporting Structural Work Cost Estimation*.
- M. Husen Abrar. 2009. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: ANDI
- Masdiana, P., Masgode, M. B., Hidayat, A., Cri, I. A., Laksmi, V., Nyoman, I., Triatmika, A., Agus, P., Puspayana, I., Iskandar, A. A., Syarif, M., Rachman, R. M., Herlambang, A. R., Dirgantara, A., & Safar, G. E. A. (n.d.). *DINAMIKA*

INDUSTRI KONSTRUKSI DI INDONESIA TOHAR MEDIA.  
<https://toharmedia.co.id>

- Muka, I. W., Widyatmika, M. A., & Antara, I. M. N. (2020). ANALISIS PERBANDINGAN WASTE BESI TULANGAN METODE KONVENSIONAL DENGAN SOFTWARE CUTTING OPTIMAZATION PRO. *Teknika*, 15(2), 41. <https://doi.org/10.26623/teknika.v15i2.2852>
- Kasus, S., Kos, P. P., & Lantai, Y. ). (n.d.). *penerapan konsep building information modelling (bim) 3d dalam mendukung pengestimasi biaya pekerjaan struktur application the concep of building information modelling (bim) 3d in supporting structural work cost estimation*
- Juliarista, M. W. (2024). *Kajian Kuat Tarik Belah Beton Fast Track Mutu Tinggi Umur 7 Hari Menggunakan Variasi Bahan Tambah Ground Granulated Blast Furnace Slag Metode Campuran Menurut Aci (American Concrete Institute)* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP).
- Khadafi, M. (2008). *Analisis Penggunaan Software Optimasi Waste Besi pada Pekerjaan Struktur Beton Bertulang Proyek XYZ*, 2008.
- M. A., & Antara, I. M. N. (2020). Analisis Perbandingan Waste Besi Tulangan Metode Konvensional dengan Software Cutting Optimazation Pro. *Teknika*, 15(2), 41-49.
- Nurhayati. (2010). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Graha Ilmu Pengendalian Proyek). Penerbit: Andi Yogyakarta.
- Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia No. 44. (2015). *Standar Nasional Pendidikan Tinggi*
- Poon, C.S., Yu, A.T.W and Ng, L.H. (2001). *On-Site Sorting of Construction and Demolition Waste in Hong Kong, Resource Conservation and Recycling*, 32, pp 157-172.
- Rachmawati, D. N., & Wijayanti, F. K. (2024). *Analisa Sistem Manajemen Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (Smk3) Pada Proyek Pembangunan Flyover Madukoro* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- Rani, Hafnidar A. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta
- Riski, S. (2024). *Dampak Sosial Dan Lingkungan Pada Penambang Pasirdi Desa Karya Tani Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Rifa'i H, Muhammad dan Fadli Muhammad. 2013. *Manajemen Organisasi*. Standarisasi Nasional Standar Nasional Indonesia, 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, SNI-03-2847-2002. Bandung:
- Sani, A. A. (n.d.). *Analisis Biaya Pekerjaan Struktur Beton Menggunakan Metode AHSP (Studi Kasus: Rumah Tinggal Type 90/72)*.
- Widiasanti, Irika dan Lenggogeni. (2013). *Manajemen Konstruksi*, Jakarta