

ANALISIS WASTE LEVEL DAN WASTE COST BEKISTING DAN PEMBESIAN PADA PEKERJAAN STRUKTUR PROYEK KONSTRUKSI (Studi Kasus: Pembangunan Gedung SMPN 4 Sukawati)

Ida Ayu Putu Sri Mahapatni¹, I Kadek Iwan Juliana²

^{1,2}*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hindu Indonesia
Email : mahapatni@unhi.ac.id, iwanjuliana123@gmail.com*

ABSTRAK

Material konstruksi merupakan komponen yang sangat penting dalam pelaksanaan proyek dan menentukan besarnya biaya suatu proyek. Pada pelaksanaan proyek di lapangan tidak dapat dihindari munculnya sisa material konstruksi. Pelaku konstruksi sering tidak menyadari bahwa sisa material ini telah membuat biaya proyek menjadi tidak terkendali sehingga terjadi pembengkakan biaya. Dalam penelitian ini, dikaji untuk memaksimalkan pengendalian *waste* bekisting dan pembesian maka dilakukan suatu metode baru dengan cara mengembangkan suatu metode dengan bantuan perangkat lunak (*software*) yang dapat menganalisis dan mengkoreksi *waste* bekisting dan pembesian untuk membuat pola pemotongan material yang paling optimal. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan *design* penelitian komparasi yang bertujuan untuk membandingkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan *waste level* dan *waste cost* antara metode pemotongan di lapangan dengan menggunakan *software cutting optimization pro* dan pendekatan studi yang digunakan adalah melalui tahapan evaluasi dan kajian yang melingkupi pengumpulan data dan analisis data. Berdasarkan hasil penelitian pemotongan material dengan metode konvensional diperoleh pada pekerjaan bekisting menghasilkan *waste level* rata-rata dari kedua jenis material sebesar 8,75%. Total *waste cost* dari kedua jenis material sebesar Rp. 10.098.174,14. Pada pekerjaan pembesian menghasilkan *waste level* rata-rata dari kelima jenis besi tulangan sebesar 9,3%. Total *waste cost* dari kelima jenis besi tulangan sebesar Rp. 20.403.359,00. Perbandingan *waste* pengamatan di lapangan dengan *software cutting optimization pro* pada pekerjaan bekisting sebesar 7,05%. Sedangkan perbandingan *waste* pengamatan di lapangan dengan *software cutting optimization pro* pada pekerjaan pembesian sebesar 5,2%.

Kata Kunci: *Waste level, Waste cost, Bekisting, Pembesian.*

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk sebagai negara yang sedang berkembang, sehingga dalam perkembangannya di perlukan dukungan infrastruktur yang memadai dan hal tersebut didukung dengan banyaknya pembangunan salah satunya adalah proyek konstruksi. Kegiatan proyek konstruksi merupakan suatu proses yang panjang, dimana dalam pelaksanaannya banyak dijumpai masalah yang harus diselesaikan (Ervianto, 2009).

Material konstruksi merupakan komponen yang sangat penting dalam pelaksanaan proyek dan menentukan besarnya biaya suatu proyek. Pada pelaksanaan proyek di lapangan tidak dapat dihindari munculnya sisa material konstruksi. Pelaku konstruksi sering

tidak menyadari bahwa sisa material ini telah membuat biaya proyek menjadi tidak terkendali sehingga terjadi pembengkakan biaya. Jika dilihat dari pengaruh faktor penyebab terjadinya sisa material terhadap kegiatan konstruksi, maka metode pemotongan material yang tidak optimal merupakan faktor yang paling mempengaruhi terjadinya sisa material (*waste*) (Kork, 2013).

Untuk memaksimalkan pengendalian *waste* bekisting dan pembesian maka dilakukan suatu metode baru dengan cara mengembangkan suatu metode dengan bantuan perangkat lunak (*software*) yang dapat menganalisis dan mengkoreksi *waste* bekisting dan pembesian untuk membuat pola pemotongan material yang paling optimal. Penelitian ini di lakukan pada

proyek pembangunan gedung SMPN 4 Sukawati Gianyar (Tahap 2), yang berlokasi di Jl. Wisnu Murti, Ketewel, Kabupaten Gianyar. Pada proyek ini menggunakan metode pemotongan konvensional nantinya akan membandingkan dengan metode aplikasi *software*. Yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui *waste level* dan *waste cost* bekisting dan pembesian pada pekerjaan struktur gedung kolom, balok dan plat lantai sesuai dengan metode yang dipakai di lapangan. Untuk mengetahui perbandingan *waste* antara metode konvensional di lapangan dengan menggunakan *software cutting optimization pro*.

BEKISTING

Menurut (Stephens, 1985), *formwork* atau bekisting adalah cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beton selama beton dituang dan dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Dikarenakan berfungsi sebagai cetakan sementara, bekisting akan dilepas atau dibongkar apabila beton yang dituang telah mencapai kekuatan yang cukup.

BESI TULANGAN

Besi tulangan adalah baja berbentuk batang berpenampang bundar dengan permukaan polos atau sirip yang digunakan untuk penulangan beton, yang diproduksi dari bahan baku *billet* dengan cara canai panas (*hot rolling*) (SNI Baja Tulangan Beton, 2014). Berdasarkan jenisnya besi tulangan adalah sebagai berikut:

1. Besi tulangan beton polos
 Besi tulangan beton berpenampang bundar dengan permukaan rata tidak bersirip.
2. Besi tulangan beton ulir/sirip
 Besi tulangan beton dengan bentuk khusus yang permukaannya memiliki sirip melintang dan memanjang yang dimaksudkan untuk meningkatkan daya lekat dan guna menahan gerakan

membujur dari batang secara relatif terhadap beton.

WASTE LEVEL

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

$$Waste\ level = \frac{vol.\ waste}{vol.\ kebutuhan\ material} \dots\dots\dots(1)$$

dimana:
 Volume *waste* = volume material terpakai – volume material terpasang.
 Volume kebutuhan material = volume kebutuhan material yang ditinjau.

Waste Cost

Pengolahan limbah lebih lanjut dilakukan guna menghemat pengeluaran, menaikkan pendapatan, dan juga mengurangi *waste*. Untuk perhitungan biaya *waste* tidak dilakukan sampai menghasilkan *true cost waste*, tetapi hanya untuk mengetahui kerugian dari biaya pembelian saja. Metode pendekatan *waste cost* bisa dilakukan dengan rumus (C.S. Poon, 2001):

$$Waste\ Cost = waste\ level\ x\ \% \text{ bobot pekerjaan} \times \text{total nilai kontrak} \dots\dots\dots(2)$$

dimana:
 % bobot pekerjaan = jumlah harga material / total nilai kontrak keseluruhan.

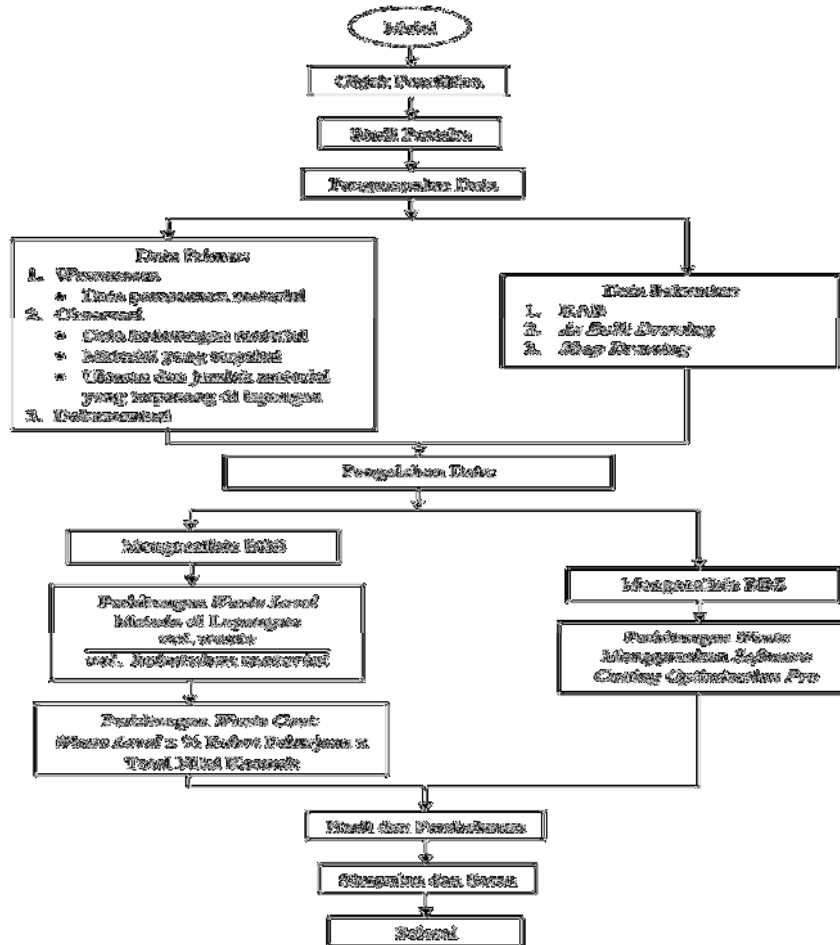
METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan *design* penelitian komparasi yang bertujuan untuk membandingkan. Penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang menggunakan proses data-data yang berupa angka sebagai alat menganalisis dan melakukan kajian penelitian, terutama mengenai apa yang sudah diteliti (Kasiram, 2008). Pada penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data primer dan data sekunder. Metode pengolahan data dengan mengetahui jawaban narasumber mengenai faktor-

faktor penyebab *waste* material dan berapa persen material yang datang dan dipakai dalam setiap pekerjaan di lapangan. Objek penelitian adalah proyek konstruksi di kawasan Kabupaten Gianyar. Metode analisis dalam penelitian ini adalah metode

konvensional yang dipakai di lapangan dan metode analisis data dengan *software cutting optimization pro*.

Skema bagan alir metodologi dalam penyusunan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian (Flowchart)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan *Waste Level* Bekisting

Tabel 4.9 Hasil *Waste Level* Bekisting

No	Jenis Material	Satuan	Vol. Logistik	Vol. Terpasang	Vol. Waste	<i>Waste Level</i> %
1	Triplek 8mm	m ²	1.628,31	1.469,38	158,93	9,8%
2	Kayu Usuk 4/6	m ³	38,83	34,80	4,03	7,7%
Rata - rata <i>waste</i> %						8,75%

Sumber: Hasil Perhitungan (2020)

Berdasarkan Tabel 4.9 perhitungan *waste level* bekisting penerapan metode di lapangan atau metode konvensional menghasilkan rata-

rata nilai *waste* material sebesar 8,75%, nilai tersebut terbilang tidak efisien karena diatas nilai toleransi sebesar 5% yang terdapat dalam harga satuan.

Perhitungan *Waste Level* Pembesian

Tabel 4.10 Hasil *Waste Level* Pembesian

No	Jenis Material	Satuan	Vol. Logistik	Vol. Terpasang	Vol. Waste	<i>Waste Level</i> %
1	Besi Ø8 mm	kg	212,59	211,36	1,23	0,6%
2	Besi Ø10 mm	kg	14.329,52	13.791,3	538,22	3,8%
3	Besi Ø12 mm	kg	748,05	601,83	146,22	19,5%
4	Besi D13 mm	kg	693,58	573,08	120,5	17,4%
5	Besi D16 mm	kg	17.118,04	16.237,74	880,3	5,1%
Rata - rata <i>waste</i> %						9,3%

Sumber: Hasil Perhitungan (2020)

Berdasarkan Tabel 4.10 perhitungan *waste level* pembesian penerapan metode di lapangan atau metode konvensional menghasilkan rata-

rata nilai *waste* material sebesar 9,3%, nilai tersebut terbilang tidak efisien karena diatas nilai toleransi sebesar 5% yang terdapat dalam harga satuan.

Perhitungan *Waste Cost* Bekisting

Tabel 4.11 Hasil *Waste Cost* Bekisting

No	Jenis Material	<i>Waste Level</i> %	Vol. Logistik	Harga Satuan	Jumlah Harga	Bobot Pekerjaan	<i>Waste Cost</i>
1	Triplek 8mm	9.8%	1628.31	33,250.00	54,141,307.50	0.012	5,305,848.14
2	Kayu Usuk 4/6	7.7%	37.72	1,650,000.00	62,238,000.00	0.014	4,792,326.00
Total Nilai Kontrak					4,381,999,170.95	Total	10,098,174.14
						<i>waste cost</i>	

Sumber: Hasil Perhitungan (2020)

Berdasarkan Tabel 4.11 perhitungan *waste cost* didapat *waste cost* total pada pekerjaan bekisting yaitu Rp. 10.098.174,14. *Waste cost* ini bertujuan

untuk mengetahui berapakah kerugian yang ditimbulkan *waste* dari pembelian material triplek dan kayu usuk.

Perhitungan *Waste Cost* Pembesian

Tabel 4.12 Hasil *Waste Cost* Pembesian

No	Jenis Material	Waste Level %	Vol. Logistik kg	Harga Satuan	Jumlah Harga	Bobot Pekerjaan	Waste Cost
1	Besi Ø8 mm	0.6%	212.59	12,106.16	2,573,648.55	0.001	15,441.89
2	Besi Ø10 mm	3.8%	14,330	12,106.16	173,475,461.84	0.040	6,592,067.55
3	Besi Ø8 mm	19.5%	748	12,106.16	9,056,012.99	0.002	1,765,922.53
4	Besi D13 mm	17.4%	694	12,106.16	8,396,590.45	0.002	1,461,006.74
5	Besi D16 mm	5.1%	17,118	12,106.16	207,233,731.13	0.047	10,568,920.29
Total Nilai Kontrak					4,381,999,170.95	Total	20,403,359.00
						waste cost	

Sumber: Hasil Perhitungan (2020)

Berdasarkan Tabel 4.12 perhitungan *waste cost* didapat *waste cost* total pada pekerjaan pembesian yaitu Rp. 20.403.359,00. *Waste cost* ini bertujuan

untuk mengetahui berapakah kerugian yang ditimbulkan *waste* dari pembelian material besi tulangan.

Output Data Software Cutting Optimization Pro Pekerjaan Bekisting

Tabel 4.13 Rekap Data Statistik Potongan Triplek

Parameter	Nilai	Satuan
Luas material yang digunakan	1,509.24	m ²
Material yang digunakan	507	lembar
Sisa Material	40	lembar
Waste	38.60	m ²
Waste %	2.6%	%

Sumber: *Software Cutting Optimization Pro* (2020)

Berdasarkan Tabel 4.13 hasil data statistik total luas material yang digunakan 1.509,24 m², material yang dibutuhkan 507 lembar triplek, sisa

material yang kembali ke stok bahan sebesar 40 lembar dan *waste* yang dihasilkan 38,60 m² atau 2.6%.

Tabel 4.14 Rekap Data Statistik Potongan Kayu Usuk

Parameter	Nilai	Satuan
Total yang digunakan panjang	14,498.76	m
Material yang digunakan	3,656	batang
Sisa Material	273	batang
Waste	125.24	m
Waste %	0.8%	%

Sumber: *Software Cutting Optimization Pro* (2020)

Berdasarkan Tabel 4.14 hasil data statistik total panjang yang digunakan 14.498,76 m, material yang dibutuhkan 3.656 batang kayu usuk, sisa material yang kembali ke stok bahan

sebesar 273 batang dapat digunakan kembali untuk potongan besi selanjutnya dan *waste* yang dihasilkan 125,24 m atau 0.8%.

Tabel 4.15 Rekap Hasil *Output Software Cutting Optimization Pro*

No	Material	Kebutuhan Material	Waste %
1	Triplek	507	2.6%
2	Kayu Usuk	3656	0.8%
Rata-Rata Waste			1.7%

Sumber: *Software Cutting Optimization Pro* (2020)

Berdasarkan Tabel 4.15 hasil dari *output software cutting optimization pro* pada pekerjaan bekisting yaitu material triplek dan kayu usuk, rata-rata *waste* didapat sebesar 1.7%. Sedangkan metode

di lapangan atau metode konvensional rata-rata *waste* didapat sebesar 8,75%. *Software cutting optimization pro* dapat meminimalisir *waste* sebesar 7,05%.

Output Data Software Cutting Optimazation Pro Pekerjaan Pembesian

Tabel 4.16 Rekap Data Statistik Potongan Besi Ø8mm

Parameter	Nilai	Satuan
Total yang digunakan panjang	535.08	m
Material yang digunakan	46	lonjor
Sisa Material	0	lonjor
Waste	3.12	m
Waste %	0.6%	%

Sumber: *Software Cutting Optimization Pro* (2020)

Berdasarkan Tabel 4.16 hasil data statistik total panjang yang digunakan 535,08 m, material yang dibutuhkan 46 lonjor besi, sisa material

yang kembali ke stok bahan sebesar 0 lonjor dan *waste* yang dihasilkan 3.12 m atau 0.6%.

Tabel 4.17 Rekap Data Statistik Potongan Besi Ø10mm

Parameter	Nilai	Satuan
Total yang digunakan panjang	22,246.88	m
Material yang digunakan	1,905	lonjor
Sisa Material	80	lonjor
Waste	41.62	m
Waste %	0.2%	%

Sumber: *Software Cutting Optimization Pro* (2020)

Berdasarkan Tabel 4.17 hasil data statistik total panjang yang digunakan 22.246,88 m, material yang dibutuhkan 1.905 lonjor besi, sisa material yang kembali ke stok bahan

sebesar 80 lonjor dapat digunakan kembali untuk potongan besi selanjutnya dan *waste* yang dihasilkan 41,62 m atau 0.2%.

Tabel 4.18 Rekap Data Statistik Potongan Besi Ø12mm

Parameter	Nilai	Satuan
Total yang digunakan panjang	677.74	m
Material yang digunakan	68	lonjor
Sisa Material	4	lonjor
Waste	117.86	m
Waste %	14.0%	%

Sumber: *Software Cutting Optimization Pro* (2020)

Berdasarkan Tabel 4.18 hasil data statistik total panjang yang digunakan 677,74 m, material yang dibutuhkan 68 lonjor besi, sisa material

yang kembali ke stok bahan sebesar 4 lonjor dapat digunakan kembali untuk potongan besi selanjutnya dan waste yang di hasilkan 117,86 m atau 14,0%.

Tabel 4.19 Rekap Data Statistik Potongan Besi D13mm

Parameter	Nilai	Satuan
Total yang digunakan panjang	551.04	m
Material yang digunakan	54	lonjor
Sisa Material	3	lonjor
Waste	27.33	m
Waste %	4.5%	%

Sumber: *Software Cutting Optimization Pro* (2020)

Berdasarkan Tabel 4.19 hasil data statistik total panjang yang digunakan 551,04 m, material yang dibutuhkan 54 lonjor besi, sisa material

yang kembali ke stok bahan sebesar 3 lonjor dapat digunakan kembali untuk potongan besi selanjutnya dan waste yang di hasilkan 27,33 m atau 4.5%.

Tabel 4.20 Rekap Data Statistik Potongan Besi D16mm

Parameter	Nilai	Satuan
Total yang digunakan panjang	10,253.65	m
Material yang digunakan	890	lonjor
Sisa Material	36	lonjor
Waste	159.35	m
Waste %	1.5%	%

Sumber: *Software Cutting Optimization Pro* (2020)

Berdasarkan Tabel 4.20 hasil data statistik total panjang yang digunakan 10.253,65 m, material yang dibutuhkan 890 lonjor besi, sisa material

yang kembali ke stok bahan sebesar 36 lonjor dapat digunakan kembali untuk potongan besi selanjutnya dan waste yang di hasilkan 159,35 m atau 1.5%.

Tabel 4.21 Rekap Hasil Output *Software Cutting Optimization Pro*

No	Tipe Besi	Kebutuhan Material	Waste %
		Lonjor	
1	Ø8 mm	46	0.6%
2	Ø10 mm	1905	0.2%
3	Ø12 mm	68	14.0%
4	D13 mm	54	4.5%
5	D16 mm	890	1.5%
Rata-Rata Waste			4.1%

Sumber: *Software Cutting Optimization Pro* (2020)

Berdasarkan Tabe 4.21 hasil dari *output software cutting optimization pro* pada pekerjaan pembesian yaitu material besi tulangan, rata-rata *waste* didapat sebesar 4,1%. Sedangkan metode di lapangan atau metode konvensional rata-rata *waste* didapat sebesar 9,3%. *Software cutting optimization pro* dapat meminimalisir *waste* sebesar 5,2%.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan penelitian mengenai analisis *waste* bekisting dan pembesian pada proyek pembangunan gedung SMPN 4 Sukawati dengan *software cutting optimization pro* yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Analisis *waste* pengamatan di lapangan didapat hasil sebagai berikut:
 - 1) Pada pekerjaan bekisting menghasilkan *waste level* triplek 8mm didapat *waste* sebesar 9,8%, kayu usuk 4/6 sebesar 7,7%. Rata-rata *waste* dari kedua jenis material tersebut sebesar 8,75%. Dari analisis *waste cost* triplek 8mm didapat *cost* sebesar Rp. 5.305.848,14, kayu usuk 4/6 sebesar Rp. 4.792.326,00. Total *waste cost* dari kedua jenis material tersebut sebesar Rp. 10.098.174,14.
 - 2) Pada pekerjaan pembesian menghasilkan *waste level* besi polos Ø8 mm didapat *waste* sebesar 0,6%, besi polos Ø10 mm sebesar 3,8%, besi polos Ø12 mm sebesar 19,5%, besi ulir D13 sebesar 17,4%, dan besi ulir D16 sebesar 5,1%. Rata-rata *waste* dari kelima jenis besi tulangan tersebut sebesar 9,3%. Dari analisis *waste cost* besi polos Ø8 mm didapat *cost* sebesar Rp. 15.441,89, besi polos Ø10 mm sebesar Rp. 6.592.067,55, besi polos Ø12 mm sebesar Rp. 1.765.922,53, besi ulir D13

sebesar Rp. 1.461.006,74, dan besi ulir D16 sebesar Rp. 10.568.920,29. Total *waste cost* dari kelima jenis besi tulangan tersebut sebesar Rp. 20.403.359,00.

2. Perbandingan *waste* pengamatan di lapangan dengan *software cutting optimization pro* didapat hasil sebagai berikut:
 - 1) Pada pekerjaan bekisting metode konvensional rata-rata *waste* sebesar 8,75% sedangkan *software cutting optimization pro* didapat sebesar 1,7%. *Software cutting optimization pro* dapat meminimalisir *waste* secara optimal sebesar 7,05%.
 - 2) Pada pekerjaan pembesian metode konvensional rata-rata *waste* sebesar 9,3% sedangkan *software cutting optimization pro* didapat sebesar 4,1%. *Software cutting optimization pro* dapat meminimalisir *waste* secara optimal sebesar 5,2%.

Saran

Dengan mengacu pada simpulan tersebut, maka saran yang dapat diberikan adalah:

1. Untuk proyek konstruksi sebaiknya menggunakan *software cutting optimization pro* untuk pekerjaan pemotongan material bekisting dan pembesian karena sangat efektif dan efisien dalam kontrol, manajemen material dan dapat menekan *waste* yang dihasilkan dari pemotongan dibandingkan dengan metode konvensional.
2. Membutuhkan perencanaan lebih baik sebelum proyek dimulai agar pada saat pelaksanaan tidak ada kesalahan gambar ataupun ketidaksesuaian gambar dengan keadaan di lapangan sehingga dapat menghambat dalam penerapan *software cutting optimization pro*.
3. Bagi peneliti selanjutnya agar dapat meneliti material lain atau membandingkan *software cutting optimization pro* dengan *software*

lainnya yang mengenai tentang metode pemotongan material.

DAFTAR PUSTAKA

Ervianto, W. I. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Edisi Revisi. Yogyakarta. Andi.

Kasiram, M. 2008. *Metodologi Penelitian*. Malang: UIN Malang Pres.

Kork, M. 2013. *Perhitungan Kebutuhan Tulangan Besi Dengan Memperhitungkan Optimasi*

Waste Besi Pada Pekerjaan Balok Dengan Program Microsoft Excel.

Poon, C. S. 2001. *On-site sorting of construction and demolition waste in Hong Kong Resource Conservation and Recycling*, 32, pp 157-172.

SNI 07-2052-2014. 2014. *Baja Tulangan Beton*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum

Stephens. 1985. *Pengertian Bekisting*. <http://e-journal.uajy.ac.id>.