

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 03	NOMER: 03	HALAMAN: 112- 118	SURABAYA 2017	ISSN: 2252-5009
-------------------------------	---------------	--------------	----------------------	------------------	--------------------

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Gde Agus Yudha Prawira A, S.T., M.T.
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
• Vol. 03 Nomor 03/rekat/17 (2017)	
ANALISIS NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TEST PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN STABILISASI KAPUR GAMPING GRESIK	
<i>Novi Dwi Pratama, Nur Andajani,</i>	01 – 08
ANALISIS HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN BEBAN GEMPA SNI 1726-2012 DAN PERHITUNGAN BETON SNI 2847-2013	
<i>Ferry Sandrian, Sutikno,</i>	09 – 16
MODIFIKASI PERENCANAAN GEDUNG KANTOR BNL PATERN SURABAYA MENGGUNAKAN METODE BALOK PRATEKAN DENGAN BERDASARKAN SNI 2847:2013	
<i>Tono Siswanto, Mochamad Firmansyah S.,</i>	17 – 26
ANALISA PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN SNI GEMPA 1726-2002 DAN SNI GEMPA 1726-2012	
<i>Erick Ryananda Yulistiya, Sutikno,</i>	27 – 32
ANALISIS PENINGKATAN RUAS JALAN MOJOSARI-PANDANARUM KM 42+435-51+732 KABUPATEN MOJOKERTO JAWA TIMUR	
<i>Andik Setiawan, Purwo Mahardi,</i>	33 – 38
PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KERANG DARAH DAN <i>SLUDGE</i> INDUSTRI KERTAS SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN PENAMBAHAN <i>CONPLAST</i> WP 421 DAN <i>MONOMER</i> PADA PEMBUATAN BATAKO	
<i>Thobagus Rodhi Firdaus, Mas Suryanto,</i>	39 – 46
ANALISIS PEMAMPATAN WAKTU TERHADAP BIAYA PADA PEMBANGUNAN <i>MY TOWER HOTEL & APARTMENT PROJECT</i> DENGAN MENGGUNAKAN METODE <i>TIME COST TRADE OFF</i> (TCTO)	
<i>Aulia Putri Andhita, Hasan Dani,</i>	47 – 55
ANALISIS MANFAAT-BIAYA PEMBANGUNAN JALAN AKSES DAN JEMBATAN MASTRIP-JAMBANGAN	
<i>Irwan Fachri Muannas, Purwo Mahardi,</i>	56 – 62

PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 8 M DAN 10 M	
<i>Laras Sukmawati Yuwono, Arie Wardhono,</i>	63 – 69
PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 12 M DAN 14 M	
<i>Rifky Farandy Pramudita, Arie Wardhono,</i>	70 – 76
PENGARUH LAMA PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER MEMANFAATKAN FLY ASH DENGAN MOLARITAS 8M DAN 10M	
<i>Danan Jaya Tri Yanuar, Arie Wardhono,</i>	77 – 83
ANALISA PERKIRAAN TOTAL WAKTU DAN BIAYA PROYEK DENGAN MENGGUNAKAN METODE COST SCHEDULE CONTROL SYSTEM CRITERIA (C/S-CSC) PADA PELAKSANAAN STRUKTUR PEMBANGUNAN FASUM (FASILITAS UMUM) DAN FASOS (FASILITAS SOSIAL) PT. INDUSTRI GULA GLENMORE KABUPATEN BANYUWANGI	
<i>Priestianti Diandra, Mas Suryanto HS.,</i>	84 – 90
IDENTIFIKASI DAN ANALISA RISIKO KONSTRUKSI YANG MEMPENGARUHI MUTU DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS DAN FAULT TREE ANALYSIS PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN GRAND SINGKONO LAGOON SURABAYA	
<i>Trisna Anggi Prasetya, Mas Suryanto HS.,</i>	91 – 98
PENGARUH LAMA PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR <i>GEOPOLYMER</i> DENGAN MOLARITAS TINGGI	
<i>Rizky Ismantoro Putra, Arie Wardhono.,</i>	99 – 104
PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU (<i>BAGASSE ASH</i>) PADA KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR STRUKTUR BALOK	
<i>Aris Widodo, Sutikno,</i>	105 – 111
EFISIENSI BIAYA PEMBESIAN BERDASARKAN BESTAT PADA PEKERJAAN PIER JEMBATAN TOL <i>SUMO MAIN ROAD</i> STA 12+266.746 DI PT WIJAYA KARYA (Persero) Tbk.	
<i>Widhitya Haryoko, Bambang Sabariman,</i>	112 – 118

EFISIENSI BIAYA PEMBESIAN BERDASARKAN BESTAT PADA PEKERJAAN *PIER* JEMBATAN TOL SUMO MAIN ROAD STA 12+266.746 DI PT WIJAYA KARYA (Persero) Tbk.

Widhitya Haryoko

Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: widhitya@ymail.com

Abstrak

Material sebagai salah satu komponen yang sangat penting dalam menentukan besarnya biaya dalam suatu proyek mempunyai kontribusi sebesar 40-60% dari biaya tersebut. Menurut K. Rowe (1975) dalam M. Khadafi (2008:1) salah satu indikator keberhasilan suatu proyek adalah pengendalian material, hal ini dikarenakan presentase anggaran biaya pengadaan material terhadap total anggaran biaya proyek kadangkala melebihi 50%.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah sisa material dalam satuan kilo dan mengetahui anggaran biaya dalam satuan rupiah yang dapat diefisiensi dengan penggunaan faktor reduksi besi. Objek penelitian adalah pada pekerjaan *pier* jembatan tol sumo *main road* STA 12+266.746. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa total berat (kg) kebutuhan material pada kondisi eksisting (*pier head*) adalah sebesar 19.275,31; total berat (kg) kebutuhan material pada kondisi setelah reduksi (*pier head*) adalah sebesar 17.928,97; bahwa total berat (kg) kebutuhan material pada kondisi eksisting (kolom *pier*) adalah sebesar 7.332,16; total berat (kg) kebutuhan material pada kondisi setelah reduksi (kolom *pier*) adalah sebesar 6.912,37; bahwa total berat (kg) kebutuhan material pada kondisi eksisting (*footing pier*) adalah sebesar 12.656,56; total berat (kg) kebutuhan material pada kondisi setelah reduksi (*footing pier*) adalah sebesar 12.114,91; total efisiensi pada *pier head* adalah sebesar 0,07 %; total efisiensi pada kolom *pier* adalah sebesar 0,06 %; total efisiensi pada *footing pier* adalah sebesar 0,04 %; jumlah total efisiensi dalam harga (Rupiah) pada *pier head* adalah sebesar Rp. 12.169,37; jumlah total efisiensi dalam harga (Rupiah) pada kolom *pier* adalah sebesar Rp. 6.583,13; jumlah total efisiensi dalam harga (Rupiah) pada *footing pier* adalah sebesar Rp. 6.997,37.

Jadi untuk total keseluruhan berat besi pekerjaan *Pier* jembatan tol Sumo *main road* STA 12+266.746 adalah sebesar 39.264,03 kg kondisi Eksisting dan setelah dilakukan perhitungan Reduksi menjadi 36.956,24 kg sehingga didapat total efisiensinya sebesar 0,17 %, serta total biaya Efisiensi sebesar Rp. 25.749,88. Dapat disimpulkan bahwa proyek tersebut sudah menerapkan perhitungan nilai faktor reduksi.

Kata kunci: material, efisiensi biaya, *pier*

Abstract

Material as one of the most important components in determining the cost of a project has a contribution of 40-60% of the cost. According to K. Rowe (1975) in M. Khadafi (2008: 1) one indicator of the success of a project is material control, this is because the percentage of budget of material procurement cost to total project cost budget sometimes exceed 50%. The purpose of this research is to know the amount of waste material in kilo unit and know the budget cost in rupiah that can be efficiency with the use of iron reduction factor.

The object of this research is on *pier* work of Sumo main road toll road STA 12 + 266.746. Based on the results of research conducted shows that the total weight (kg) of material needs in the existing condition (*pier head*) is 19.275,31; Total weight (kg) of material requirement under *pier head* condition is 17.928,97; That total weight (kg) of material requirement in the existing condition (column *pier*) is 7,332.16; Total weight (kg) of material requirement under conditions after reduction (column *pier*) is 6.912,37; That the total weight (kg) of material requirements under the existing condition (*footing pier*) is 12.656,56; Total weight (kg) of material requirements at the condition after the reduction (*footing pier*) is 12.114,91; Total efficiency on *pier head* is 0.07%; Total efficiency on *pier column* is 0,06%; Total efficiency in *footing pier* is 0.04%; The total efficiency in the price (Rupiah) on the *pier head* is Rp. 12.169,37; The total amount of efficiency in the price (Rupiah) in the *pier column* is Rp. 6.583,13; The total efficiency in the price (Rupiah) on the *footing pier* is Rp. 6.997,37.

So for the total weight of iron work *Pier* toll bridge Sumo main road STA 12 + 266.746 is amounted to 39,264.03 kg Existing conditions and after the calculation of Reduction to 36.956,24 kg to obtain the total efficiency of 0.17%, as well as the total cost of Efficiency of Rp. 25.749,88. It can be concluded that the project has applied the calculation of the value of the reduction factor.

Key words: material, cost efficiency, *pier*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Material sebagai salah satu komponen yang sangat penting dalam menentukan besarnya biaya dalam suatu proyek yang mempunyai kontribusi sebesar 40-60% dari biaya proyek, sehingga secara tidak langsung memegang peranan yang penting dalam menunjang keberhasilan proyek khususnya dalam komponen biaya. Kontraktor harus mengetahui data dan persediaan mengenai material yang ada di lapangan. Hal ini dapat digunakan untuk menjaga agar tidak terjadi kekosongan material yang ada, tetapi persediaan material yang berlebih juga tidak baik karena akan membutuhkan biaya dan lahan yang cukup besar untuk pengadaan material tersebut. Menurut Ritz, George (1994) dalam M. Khadafi (2008:1)

Dalam pengendalian biaya proyek sering terjadi penyimpangan yang disebabkan oleh tenaga kerja, material, alat, subkontraktor dan *overhead*. Penyimpangan biaya tersebut disebabkan karena adanya perbedaan antara biaya anggaran dan biaya pelaksanaan. Salah satu indikator keberhasilan suatu proyek adalah pengendalian material, hal ini dikarenakan presentase anggaran biaya pengadaan material terhadap total anggaran biaya proyek kadangkala melebihi 50%. Menurut K. Rowe (1975) dalam M. Khadafi (2008:1)

Melihat kondisi tersebut, banyak kontraktor Indonesia melakukan inovasi untuk mengurangi terjadinya sisa material besi tulangan yang berlebih yang disebabkan oleh perubahan desain atau kesalahan dalam melakukan pemotongan.

Hal ini menjadi perhatian yang sangat penting mengingat sisa material besi tulangan berdampak langsung terhadap biaya yang dapat mengakibatkan *cost overrun*. Cara penanggulangan sisa material yang umum dilakukan di Indonesia adalah dengan melalui manajemen material yang meminimalisir sisa material yang terjadi, hal ini karena pertimbangan segi biaya, teknologi yang masih sederhana, dan juga sekaligus wawasan ramah lingkungan.

Pemotongan yang tidak optimal selama proses fabrikasi besi dipicu oleh faktor kesalahan pada penyusunan *bar bending schedule* atau bestat besi. Hasil bestat besi yang tersaji dalam *bar list*, yang digunakan oleh pekerja untuk fabrikasi besi adalah penjumlahan besi berdasarkan gambar yang tertera pada *shop drawing*. Di lapangan, kebutuhan besi berbeda dengan gambar pada bestat besi karena sebagian besar bestat besi mengabaikan faktor tekuk atau faktor reduksi. Perhitungan bestat besi dengan melibatkan faktor reduksi perlu dilakukan untuk penghematan biaya serta pengurangan sisa material yang berlebih di lapangan. Sehingga dari latar belakang tersebut penulis ingin melakukan penelitian yang berjudul "Efisiensi Biaya Pembesian Berdasarkan Bestat Pada Pekerjaan Pier Jembatan Tol Sumo *Main Road* STA 12+266.746 Di PT Wijaya Karya (Persero) Tbk."

Rumusan Masalah

Berapa kilo sisa material besi dan berapa rupiah anggaran biaya yang dapat diefisiensikan dengan penggunaan faktor reduksi besi?

Maksud dan Tujuan

Mengetahui jumlah sisa material dalam satuan kilo dan mengetahui anggaran biaya dalam satuan rupiah yang dapat diefisiensi dengan penggunaan faktor reduksi besi.

Manfaat

1. Bagi kontraktor
Diharapkan dapat menambah bahan referensi untuk perhitungan *bar bending schedule* atau bestat besi dengan penggunaan faktor reduksi.
2. Bagi peneliti
Diharapkan dapat menjadi sumber informasi dengan menjadi bahan pertimbangan dan rujukan dalam pengadaan penelitian terkait penelitian ini selanjutnya.

Batasan Masalah

Di dalam penelitian ini penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dibatasi pada pekerjaan pembesian *pier head*, kolom *pier*, dan *footing pier* pada jembatan tol sumo *main road* STA 12+266.746.
2. Obyek penelitian yang ditinjau adalah sisa material besi tulangan pembesian *pier head*, kolom *pier*, dan *footing pier*.
3. Mutu beton *pier head*, kolom *pier*, dan *footing pier* B1/K-350 ($f_c' = 290 \text{ kg/cm}^2$).
4. Baja tulangan ulir BJTD 40.
5. Baja tulangan polos BJTP 24.
6. Selimut beton *pier head*, kolom *pier*, dan *footing pier* 10 cm.

METODE

Persiapan Penelitian

Metode penelitian adalah langkah-langkah penelitian suatu masalah dengan jalan ilmiah untuk menghasilkan jawaban yang rasional. Metode penelitian digunakan sebagai dasar langkah-langkah berurutan yang didasarkan pada tujuan penelitian dan digunakan suatu perangkat yang digunakan untuk menarik kesimpulan, sehingga dapat diperoleh penyelesaian yang diharapkan untuk mencapai keberhasilan penelitian.

Jenis Penelitian

Analisis *bar bending schedule* atau bestat besi merupakan analisis yang menggunakan program *Microsoft Office Excel* 2010.

Adapun variabel penelitian adalah sebagai berikut:

1. Data besi tulangan dari pekerja *pier* jembatan tol sumo *main road* STA 12+266.746 yang akan dianalisis dengan program *Microsoft Office Excel* 2010.
2. Rumus-rumus reduksi besi sesuai dengan *manual book bar bender model RB-32* TOKU.
3. *Output* dari analisis bestat besi kondisi *eksisting* dan kondisi setelah reduksi.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan urutan langkah atau tata cara yang dilakukan secara sistematis dan logis sesuai dasar teori permasalahan sehingga didapat analisis yang akurat untuk mencapai tujuan penelitian. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

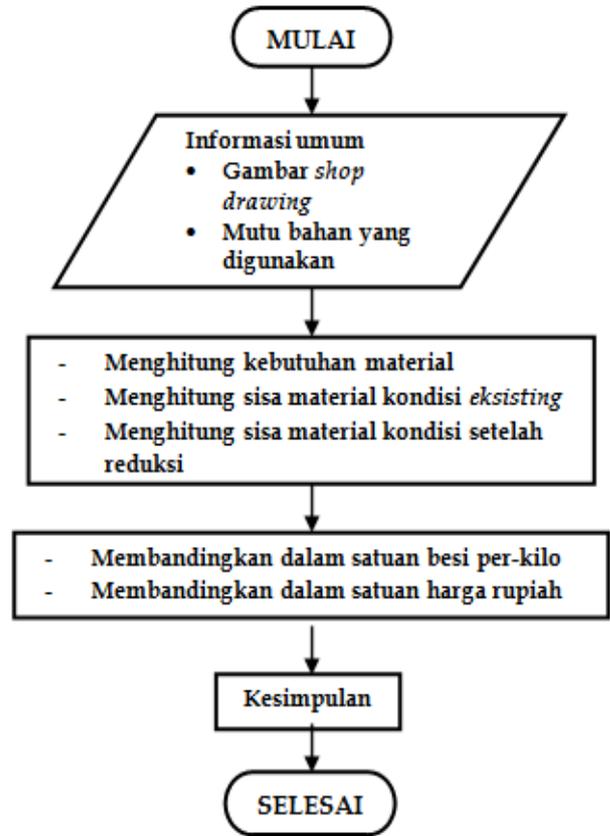
1. Tahap Persiapan
Langkah yang dilakukan adalah merumuskan masalah penelitian, menentukan tujuan penelitian dan melakukan studi pustaka, yaitu dengan membaca materi kuliah, buku-buku referensi, skripsi-skripsi dan jurnal yang berhubungan dengan penelitian.
2. Tahap pengumpulan data
Langkah untuk tahap pengumpulan data adalah mengumpulkan gambar *shop drawing* sebagai obyek penelitian dari kontraktor pelaksana.

Selain gambar *shop drawing* perlu juga melakukan wawancara dengan nara sumber yakni pelaksana proyek bagian pembesian dan kasi komersial PT Wijaya Karya (Persero) Tbk. jalan tol sumo seksi 1B untuk menanyakan harga satuan besi yang mereka gunakan.

3. Tahap analisis data
Langkah yang dilakukan adalah:
 - a. Menghitung kebutuhan material berdasarkan gambar *shop drawing*.
 - b. Menghitung sisa material sesuai kondisi *eksisting* dan menghitung sisa material dengan menggunakan rumus reduksi besi.
 - c. Membandingkan kondisi *eksisting* dengan hasil menggunakan rumus reduksi besi untuk mengetahui total satuan besi per-kilo dan satuan rupiah.

4. Tahap pembahasan
Langkah yang dilakukan adalah membahas hasil penelitian mengenai evaluasi efisiensi dari kondisi *eksisting* ke kondisi setelah direduksi.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

PEMBAHASAN

Menghitung Kebutuhan dan Sisa Material Kondisi Eksisting

Rumus:

$$\text{Berat Besi (kg/m)} = ((\text{Ø} \text{ besi} \times 1000)^2) \times 0.006165$$

$$\text{Total Panjang (m)} = \text{panjang potongan} \times \text{jumlah potongan}$$

$$\text{Total Berat (kg)} = \text{berat besi} \times \text{total panjang}$$

$$\text{Sisa (m)} = 12 - \text{panjang potongan}$$

No	Kode	Dia. Besi	Berat	Panjang potongan	Jumlah potongan	Total panjang	Total berat	Sisa	jumlah sisa
		m	(kg/m)	m	buah	m	kg	m	buah
[1]	[2]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]=[6]x[7]	[9]=[5]x[8]		
1	P1	0,032	6,31296	12	8	96	606,04416	0,00	0
		0,032	6,31296	11,82	8	94,56	596,9534976	0,18	8
2	P2	0,032	6,31296	5,66	14	79,24	500,2389504	0,68	7
3	P3	0,032	6,31296	6,16	7	43,12	272,2148352	5,84	72-2-2-2=1
4	P4.1	0,032	6,31296	6	1	6	37,87776	0,00	0
		0,032	6,31296	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	11,72	1	11,72	73,9878912	0,28	1
5	P4.2	0,032	6,31296	6	1	6	37,87776	6,00	1-1=0
		0,032	6,31296	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	11,73	1	11,73	74,0510208	0,27	1
6	P4.3	0,032	6,31296	6	1	6	37,87776	0,00	0
		0,032	6,31296	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	11,72	1	11,72	73,9878912	0,28	1
7	P4.4	0,032	6,31296	6	1	6	37,87776	6,00	1-1=0
		0,032	6,31296	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	11,72	1	11,72	73,9878912	0,28	1
8	P4.5	0,032	6,31296	6	1	6	37,87776	0,00	0
		0,032	6,31296	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	9,72	1	9,72	61,3619712	2,28	1
9	P4.6	0,032	6,31296	6	1	6	37,87776	6,00	1-1=0
		0,032	6,31296	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	9,72	1	9,72	61,3619712	2,28	1
10	P4.7	0,032	6,31296	6	1	6	37,87776	0,00	0
		0,032	6,31296	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	9,72	1	9,72	61,3619712	2,28	1
11	P4.8	0,032	6,31296	6	1	6	37,87776	6,00	1
		0,032	6,31296	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	9,72	1	9,72	61,3619712	2,28	1

12	P5	0,032	6,31296	7,79	14	109,06	688,4914176	4,21	14-1-2-2-2-2-2-1
13	P6	0,016	1,57824	12	8	96	151,51104	0,00	0
		0,016	1,57824	11,25	8	90	142,0416	0,75	8
14	P7	0,016	1,57824	12	9	108	170,44992	0,00	0
		0,016	1,57824	11,25	9	101,25	159,7968	0,75	9
15	P8	0,016	1,57824	12	8	96	151,51104	0,00	0
		0,016	1,57824	11,25	8	90	142,0416	0,75	8
16	P9	0,032	6,31296	3,22	139	447,58	2825,554637	2,34	46
17	P9a.1	0,032	6,31296	2,91	2	5,82	36,7414272	1,30	2
18	P9a.2	0,032	6,31296	2,94	2	5,88	37,1202048	1,27	2
19	P9a.3	0,032	6,31296	2,96	2	5,92	37,3727232	1,25	2
20	P9a.4	0,032	6,31296	2,99	2	5,98	37,7515008	1,22	2
21	P9a.5	0,032	6,31296	3,02	2	6,04	38,1302784	1,19	2
22	P9a.6	0,032	6,31296	3,05	2	6,1	38,509056	1,16	2
23	P9a.7	0,032	6,31296	3,08	2	6,16	38,8878336	2,76	2
24	P9a.8	0,032	6,31296	3,11	2	6,22	39,2666112	2,73	2
25	P9a.9	0,032	6,31296	3,13	2	6,26	39,5191296	2,71	2
26	P9a.10	0,032	6,31296	3,16	2	6,32	39,8979072	8,84	2-2=0
27	P9a.11	0,032	6,31296	3,19	2	6,38	40,2766848	5,65	2-2=0
28	P9a.12	0,032	6,31296	3,22	2	6,44	40,6554624	2,43	2
29	P9b.1	0,032	6,31296	2,85	2	5,7	35,983872	9,15	2-2=0
30	P9b.2	0,032	6,31296	2,88	2	5,76	36,3626496	6,27	2-2=0
31	P9b.3	0,032	6,31296	2,92	2	5,84	36,8676864	3,35	2-2=0
32	P9b.4	0,032	6,31296	2,95	2	5,9	37,246464	0,40	2
33	P9b.5	0,032	6,31296	2,98	2	5,96	37,6252416	9,02	2-2=0
34	P9b.6	0,032	6,31296	3,02	2	6,04	38,1302784	6,00	2-2=0
35	P9b.7	0,032	6,31296	3,05	2	6,1	38,509056	2,95	2-2=0
36	P9b.8	0,032	6,31296	3,08	2	6,16	38,8878336	8,92	2-2=0
37	P9b.9	0,032	6,31296	3,11	2	6,22	39,2666112	5,44	2-2=0
38	P9b.10	0,032	6,31296	3,13	2	6,26	39,5191296	1,66	2
39	P9b.11	0,032	6,31296	3,19	2	6,38	40,2766848	8,81	2-2=0
40	P10	0,032	6,31296	2,33	139	323,87	2044,578355	0,35	27
41	P10a.1	0,032	6,31296	1,9	2	3,8	23,989248	6,91	2-2=0
42	P10a.2	0,032	6,31296	1,93	2	3,86	24,3680256	4,98	2-2=0
43	P10a.3	0,032	6,31296	1,95	2	3,9	24,620544	3,03	2-2=0
44	P10a.4	0,032	6,31296	1,98	2	3,96	24,9993216	1,05	2
45	P10a.5	0,032	6,31296	2	2	4	25,25184	10,00	2-1=0
46	P10a.6	0,032	6,31296	2,03	2	4,06	25,6306176	7,97	2-2=0
47	P10a.7	0,032	6,31296	2,05	2	4,1	25,883136	5,92	2-2=0
48	P10a.8	0,032	6,31296	2,08	2	4,16	26,2619136	3,84	2-2=0
49	P10a.9	0,032	6,31296	2,1	2	4,2	26,514432	1,74	2
50	P10a.10	0,032	6,31296	2,4	2	4,8	30,302208	9,60	2-2=0
51	P10a.11	0,032	6,31296	2,7	2	5,4	34,089984	6,90	2-2=0
52	P10a.12	0,032	6,31296	2,9	2	5,8	36,615168	4,00	2-2=0
53	P10a.13	0,032	6,31296	2,21	2	4,42	27,9032832	1,79	2
54	P10a.14	0,032	6,31296	2,25	2	4,5	28,40832	0,70	2
55	P11	0,013	1,041885	4,64	139	644,96	671,9741496	2,72	69
56	P11a.1	0,013	1,041885	4,26	2	8,52	87,866602	3,48	1
57	P11a.2	0,013	1,041885	4,28	2	8,56	8,9185356	3,44	1
58	P11a.3	0,013	1,041885	4,3	2	8,6	9,060211	3,40	1
59	P11a.4	0,013	1,041885	4,32	2	8,64	9,0018864	3,36	1
60	P11a.5	0,013	1,041885	4,34	2	8,68	9,0435618	3,32	1
61	P11a.6	0,013	1,041885	4,38	2	8,76	9,1269126	3,24	1
62	P11a.7	0,013	1,041885	4,4	2	8,8	9,168588	3,20	1
63	P11a.8	0,013	1,041885	4,42	2	8,84	9,2102634	3,16	1
64	P11a.9	0,013	1,041885	4,44	2	8,88	9,2519388	3,12	1
65	P11a.10	0,013	1,041885	4,46	2	8,92	9,2936142	3,08	1
66	P11a.11	0,013	1,041885	4,48	2	8,96	9,3352896	3,04	1
67	P11a.12	0,013	1,041885	4,52	2	9,04	9,4186404	2,96	1
68	P11a.13	0,013	1,041885	4,54	2	9,08	9,4603158	2,92	1
69	P11a.14	0,013	1,041885	4,56	2	9,12	9,5019912	2,88	1
70	P11a.15	0,013	1,041885	4,58	2	9,16	9,5436666	2,84	1
71	P11a.16	0,013	1,041885	4,6	2	9,2	9,585342	2,80	1
72	P11a.17	0,013	1,041885	4,62	2	9,24	9,6270174	2,76	1
73	P12.1	0,025	3,853125	1,5	288	432	1664,55	0,00	0
74	P12.1a.1	0,025	3,853125	1	6	6	23,11875	6,00	1-1=0
75	P12.1a.2	0,025	3,853125	1,06	6	6,36	24,505875	5,64	1
76	P12.1a.3	0,025	3,853125	1,13	6	6,78	26,1241875	5,22	1
77	P12.1a.4	0,025	3,853125	1,19	6	7,14	27,5113125	4,86	1-1=0
78	P12.1a.5	0,025	3,853125	1,25	6	7,5	28,8984375	4,50	1
79	P12.1a.6	0,025	3,853125	1,31	6	7,86	30,2855625	4,14	1
80	P12.1a.7	0,025	3,853125	1,38	6	8,28	31,903875	3,72	1
81	P12.1a.8	0,025	3,853125	1,5	6	9	34,678125	3,00	1
82	P12.2	0,025	3,853125	1,28	96	122,88	473,472	0,48	10
83	P12.2a.1	0,025	3,853125	1	6	6	23,11875	0,00	0
84	P12.2a.2	0,025	3,853125	1,04	6	6,24	24,0435	5,76	1
85	P12.2a.3	0,025	3,853125	1,07	6	6,42	24,7370625	5,58	1
86	P12.2a.4	0,025	3,853125	1,11	6	6,66	25,6618125	5,34	1
87	P12.2a.5	0,025	3,853125	1,14	6	6,84	26,355375	5,16	1
88	P12.2a.6	0,025	3,853125	1,18	6	7,08	27,280125	4,92	1
89	P12.2a.7	0,025	3,853125	1,21	6	7,26	27,9736875	4,74	1
90	P12.2a.8	0,025	3,853125	1,28	6	7,68	29,592	4,32	1
91	P13	0,022	2,98386	2	572	1144	3413,53584	0,00	0
92	P14	0,013	1,041885	2,43	114	277,02	288,6229827	2,28	36
93	P15	0,025	3,853125	2	163	326	1256,11875	0,00	0
94	P15a	0,025	3,853125	2,37	22	52,14	200,9019375	0,15	4
95	P16	0,016	1,57824	0,9	36	32,4	51,134976	1,20	3-3=0
96	P17	0,016	1,57824	0,9	153	137,7	217,323648	0,30	11
97	P18	0,016	1,57824	1,42	50	71	112,05504	0,64	6

Panjang Tulangan (m) tiap diameter							
No.	Item	13	16	19	22	25	32
1		1.072,980	822,350		1.144,000	1.046,120	1.626,04
total Panjang (m)		1.072,98	822,35	0,00	1.144,00	1.046,12	1.626,04
Berat (kg) / m		1,04	1,58	2,23	2,98	3,05	6,31
Berat (kg)		1.115,90	1.299,31	-	3.409,12	3.190,67	10.260,31
Total Berat (kg)					19.275,31		

Tabel 4.1. Rekapitulasi Kebutuhan Besi Pier Head (Eksisting)

No	Kode	Dia. Besi	Berat	Panjang potongan	Jumlah potongan	Total panjang	Total berat	Sisa	jumlah sisa
[1]	[2]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]=[6]x[7]	[9]=[5]x[8]	m	buah
1	K1a	0,032	6,31296	4,13	18	74,34	469,3054464	3,74	9-9=0
2	K1b	0,032	6,31296	2,83	18	50,94	321,5821824	0,91	9
3	K1c	0,032	6,31296	4,13	6	24,78	156,4351488	3,74	3
4	K1d	0,032	6,31296	4,13	30	123,9	782,175744	3,74	15
5	K2a	0,013	1,041885	4,5	24	108	112,52358	3,00	12
6	K2b	0,013	1,041885	3,3	18	59,4	61,887969	2,10	6
7	K3	0,016	1,57824	1,5	20	30	47,3472	0,00	0
8	K4	0,016	1,57824	0,9	30	27	42,61248	0,30	2
1	K1a	0,032	6,31296	5,34	18	96,12	606,8017152	1,32	9
2	K1a.1	0,032	6,31296	6,34	18	114,12	720,4349952	5,66	18-18=0
3	K1b	0,032	6,31296	6,63	6	39,78	251,1295488	5,37	6-6=0
4	K1b.1	0,032	6,31296	4,13	30	123,9	782,175744	3,74	15
5	K2a	0,013	1,041885	4,5	24	108	112,52358	3,00	12
6	K3	0,016	1,57824	1,5	20	30	47,3472	0,00	0
7	K4	0,016	1,57824	0,9	30	27	42,61248	0,30	2
1	K1a	0,032	6,31296	4,03	18	72,54	457,9421184	3,94	9
2	K1b	0,032	6,31296	2,78	18	50,04	315,9005184	2,88	18
3	K1c	0,032	6,31296	4,03	6	24,18	152,643728	1,34	6
4	K1d	0,032	6,31296	4,13	30	123,9	782,175744	3,74	15
5	K2a	0,013	1,041885	4,5	24	108	112,52358	3,00	12
6	K2b	0,013	1,041885	3,3	18	59,4	61,887969	2,10	6
7	K3	0,016	1,57824	1,5	20	30	47,3472	0,00	0
8	K4	0,016	1,57824	0,9	30	27	42,61248	0,30	2
1	K1a	0,032	6,31296	5,24	18	94,32	595,4383872	1,52	9
2	K1a.1	0,032	6,31296	6,24	18	112,32	709,0716672	5,76	18-18=0
3	K1b	0,032	6,31296	6,48	6	38,88	245,4478848	5,52	6-6=0
4	K1b.1	0,032	6,31296	4,13	30	123,9	782,175744	3,74	15
5	K2a	0,013	1,041885	4,5	24	108	112,52358	3,00	12
6	K3	0,016	1,57824	1,5	20	30	47,3472	0,00	0
7	K4	0,016	1,57824	0,9	30	27	42,61248		

11	P3a.7	0,025	3,853125	6	2	12	46,2375	0,00	0
		0,025	3,853125	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	8,95	2	17,9	68,9709375	3,05	2
12	P3a.8	0,025	3,853125	6	2	12	46,2375	0,00	0
		0,025	3,853125	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	9,01	2	18,02	69,4333125	2,99	2
13	P3a.9	0,025	3,853125	6	2	12	46,2375	0,00	0
		0,025	3,853125	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	9,07	2	18,14	69,8956875	2,93	2
14	P3a.10	0,025	3,853125	6	2	12	46,2375	0,00	0
		0,025	3,853125	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	9,13	2	18,26	70,3580625	2,87	2
15	P3a.11	0,025	3,853125	6	2	12	46,2375	0,00	0
		0,025	3,853125	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	9,19	2	18,38	70,8204375	2,81	2
16	P3a.12	0,025	3,853125	6	2	12	46,2375	0,00	0
		0,025	3,853125	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	9,25	2	18,5	71,2828125	2,75	2
17	P3a.13	0,025	3,853125	6	2	12	46,2375	0,00	0
		0,025	3,853125	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	9,33	2	18,66	71,8993125	2,67	2
18	P3a.14	0,025	3,853125	6	2	12	46,2375	0,00	0
		0,025	3,853125	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	9,39	2	18,78	72,3616875	2,61	2
19	P3a.15	0,025	3,853125	6	2	12	46,2375	0,00	0
		0,025	3,853125	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	9,45	2	18,9	72,8240625	2,55	2
20	P3a.16	0,025	3,853125	6	2	12	46,2375	0,00	0
		0,025	3,853125	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	9,51	2	19,02	73,2864375	2,49	2
21	P4	0,025	3,853125	6,03	201	1212,03	4670,103094	5,97	201
22	P4a	0,025	3,853125	6,85	48	328,8	1266,9075	5,15	48
23	P5	0,016	1,57824	6	6	36	56,81664	0,00	0
		0,016	1,57824	12	6	72	113,63328	0,00	0
		0,016	1,57824	11,87	6	71,22	112,4022528	0,13	6
24	P6	0,016	1,57824	2,78	44	122,32	193,0503168	0,88	11
25	P6a.1	0,016	1,57824	2,06	44	90,64	143,0516736	3,76	11
26	P6a.2	0,016	1,57824	2,36	44	103,84	163,8844416	2,56	11
27	P6a.3	0,016	1,57824	2,64	44	116,16	183,3283584	1,44	11

No.	Item	Panjang Tulangan (m) tiap diameter					
		13	16	19	22	25	32
1			612,18			4214,88	768,50
Total Panjang (m)		0,00	612,18	0,00	0,00	4.214,88	768,50
Berat (kg) / m		1,04	1,58	1,04	1,58	2,23	2,98
Berat (kg)		0,00	967,24	0,00	0,00	9.399,18	2.290,13
Total Berat (kg)						12.656,56	

Tabel 4.3. Rekapitulasi Kebutuhan Besi Footing Pier (Eksisting)

Menghitung Sisa Material Kondisi Setelah Reduksi

No	Kode	Dia. Besi	Berat	Panjang buah	Reduksi	Panjang pot.	Jumlah buah	Total panjang	Total berat	Sisa	Jumlah sisa
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]=[5][7]	[9]=[5][8]	[10]	[11]	[12]
1	P1	0,032	6,31296	12	0	12	8	96	606,04416	0,00	0
		0,032	6,31296	11,82	0	11,82	8	94,56	596,9534976	0,18	8
2	P2	0,032	6,31296	5,66	0,128	5,532	14	77,448	488,9261264	6,47	7-7=0
3	P3	0,032	6,31296	6,16	0,256	5,904	7	41,328	260,9020109	6,10	7-7=0
4	P4.1	0,032	6,31296	6	0	6	1	6	37,87776	6,00	1-1=0
		0,032	6,31296	12	0	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	12	0	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	11,72	0	11,72	1	11,72	73,9878912	0,28	1
5	P4.2	0,032	6,31296	6	0	6	1	6	37,87776	0,00	0
		0,032	6,31296	12	0	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	12	0	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	11,73	0	11,73	1	11,73	74,0510208	0,27	1
6	P4.3	0,032	6,31296	6	0	6	1	6	37,87776	6,00	1-1=0
		0,032	6,31296	12	0	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	12	0	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	11,72	0	11,72	1	11,72	73,9878912	0,28	1
7	P4.4	0,032	6,31296	6	0	6	1	6	37,87776	0,00	0
		0,032	6,31296	12	0	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	12	0	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	11,72	0	11,72	1	11,72	73,9878912	0,28	1
8	P4.5	0,032	6,31296	6	0	6	1	6	37,87776	6,00	1-1=0
		0,032	6,31296	12	0	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	12	0	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	9,72	0	9,72	1	9,72	61,3619712	2,28	1
9	P4.6	0,032	6,31296	6	0	6	1	6	37,87776	0,00	0
		0,032	6,31296	12	0	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	12	0	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	9,72	0	9,72	1	9,72	61,3619712	2,28	1
10	P4.7	0,032	6,31296	6	0	6	1	6	37,87776	6,00	1-1=0
		0,032	6,31296	12	0	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	12	0	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	9,72	0	9,72	1	9,72	61,3619712	2,28	1
11	P4.8	0,032	6,31296	6	0	6	1	6	37,87776	6,00	0,00
		0,032	6,31296	12	0	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	12	0	12	1	12	75,75552	0,00	0
		0,032	6,31296	9,72	0	9,72	1	9,72	61,3619712	2,28	1
12	P5	0,032	6,31296	7,79	0,256	7,534	14	105,476	665,865769	4,47	7-7=0
13	P6	0,016	1,57824	12	0	12	8	96	151,51104	0,00	0
		0,016	1,57824	11,25	0	11,25	8	90	142,0416	0,75	8

14	P7	0,016	1,57824	12	0	12	9	108	170,44992	0,00	0
		0,016	1,57824	11,25	0	11,25	9	101,25	159,7968	0,75	9
15	P8	0,016	1,57824	12	0	12	8	96	151,51104	0,00	0
		0,016	1,57824	11,25	0	11,25	8	90	142,0416	0,75	8
16	P9	0,032	6,31296	3,22	0,264	2,956	139	410,884	2593,894257	9,04	139-139=0
17	P9a.1	0,032	6,31296	2,91	0,264	2,646	2	5,292	33,40818432	1,18	1
18	P9a.2	0,032	6,31296	2,94	0,264	2,676	2	5,352	33,78696192	1,12	1
19	P9a.3	0,032	6,31296	2,96	0,264	2,696	2	5,392	34,03948032	1,08	1
20	P9a.4	0,032	6,31296	2,99	0,264	2,726	2	5,452	34,41825792	1,02	1
21	P9a.5	0,032	6,31296	3,02	0,264	2,756	2	5,512	34,79703552	0,96	1
22	P9a.6	0,032	6,31296	3,05	0,264	2,786	2	5,572	35,17581312	0,90	1
23	P9a.7	0,032	6,31296	3,08	0,264	2,816	2	5,632	35,55459072	0,84	1
24	P9a.8	0,032	6,31296	3,11	0,264	2,846	2	5,692	35,93336832	0,80	1
25	P9a.9	0,032	6,31296	3,13	0,264	2,866	2	5,732	36,18588672	0,76	1
26	P9a.10	0,032	6,31296	3,16	0,264	2,896	2	5,792	36,56466432	0,70	1
27	P9a.11	0,032	6,31296	3,19	0,264	2,926	2	5,852	36,94344192	0,64	1
28	P9a.12	0,032	6,31296	3,22	0,264	2,956	2	5,912	37,32221952	0,24	1
29	P9b.1	0,032	6,31296	2,85	0,264	2,586	2	5,172	32,65062912	0,92	1
30	P9b.2	0,032	6,31296	2,88	0,264	2,616	2	5,232	33,02940672	0,86	1
31	P9b.3	0,032	6,31296	2,92	0,264	2,656	2	5,312	33,54444352	0,69	1-1=0
32	P9b.4	0,032	6,31296	2,95	0,264	2,686	2	5,372	33,91322112	1,32	1
33	P9b.5	0,032	6,31296	2,98	0,264	2,716	2	5,432	34,2919		

No	Kode	Dia. Besi	Berat	Panjang pot.	Reduksi	Panjang potongan	Jumlah potongan	Total panjang	Total berat	Sisa	Jumlah Sisa
[1]	[2]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]=[6]x[7]	[9]=[5]x[8]	[9]-[6]x[7]	[9]-[5]x[8]	m	buah
1	K1a	0,032	6,31296	4,13	0,088	4,042	18	72,756	459,3057178	3,92	9-9=0
2	K1b	0,032	6,31296	2,83	0,088	2,742	18	49,356	311,5824538	1,17	9
3	K1c	0,032	6,31296	4,13	0,088	4,042	6	24,252	153,1019059	3,92	3
4	K1d	0,032	6,31296	4,13	0,088	4,042	30	121,26	765,5095296	3,92	15
5	K2a	0,013	1,041885	4,5	0,2278	3,3262	24	79,8288	83,17242929	2,02	8
6	K2b	0,013	1,041885	3,3	0,2278	2,3842	18	42,9156	44,71311991	4,85	6
7	K3	0,016	1,57824	1,5	0,144	1,356	20	27,12	42,8018688	1,15	2
8	K4	0,016	1,57824	0,9	0,144	0,756	30	22,68	35,7944832	0,66	2
1	K1a	0,032	6,31296	5,34	0,088	5,252	18	94,536	596,8019866	1,50	9
2	K1a.1	0,032	6,31296	6,34	0,088	6,252	18	112,536	710,4352666	5,75	18-18=0
3	K1b	0,032	6,31296	6,63	0,088	6,542	6	39,252	247,7963059	5,46	6-6=0
4	K1b.1	0,032	6,31296	4,13	0,088	4,042	30	121,26	765,5095296	7,96	30-30=0
5	K2a	0,013	1,041885	4,5	0,2278	3,3262	24	79,8288	83,17242929	2,02	8
6	K3	0,016	1,57824	1,5	0,144	1,356	20	27,12	42,8018688	1,15	2
7	K4	0,016	1,57824	0,9	0,144	0,756	30	22,68	35,7944832	0,66	15
1	K1a	0,032	6,31296	4,03	0,088	3,942	18	70,956	447,9423898	0,17	6
2	K1b	0,032	6,31296	2,78	0,088	2,692	18	48,456	305,9007898	3,06	18
3	K1c	0,032	6,31296	4,03	0,088	3,942	6	23,652	149,3141299	1,52	6
4	K1d	0,032	6,31296	4,03	0,088	3,942	30	118,26	746,5706496	4,02	30
5	K2a	0,013	1,041885	4,5	0,2278	3,3262	24	79,8288	83,17242929	2,02	8
6	K2b	0,013	1,041885	3,3	0,2278	2,3842	18	42,9156	44,71311991	0,08	3
7	K3	0,016	1,57824	1,5	0,144	1,356	20	27,12	42,8018688	1,15	2
8	K4	0,016	1,57824	0,9	0,144	0,756	30	22,68	35,7944832	0,66	2
1	K1a	0,032	6,31296	5,24	0,088	5,152	18	92,736	585,4386586	1,70	9
2	K1a.1	0,032	6,31296	6,24	0,088	6,152	18	110,736	699,0719386	5,85	18-18=0
3	K1b	0,032	6,31296	6,48	0,088	6,392	6	38,352	242,1146419	5,61	6-6=0
4	K1b.1	0,032	6,31296	7,48	0,088	7,392	30	221,76	1399,96201	4,61	30-30=0
5	K2a	0,013	1,041885	4,5	0,2278	3,3262	24	79,8288	83,17242929	2,02	8
6	K3	0,016	1,57824	1,5	0,144	1,356	20	27,12	42,8018688	1,15	2
7	K4	0,016	1,57824	0,9	0,144	0,756	30	22,68	35,7944832	0,66	2
1	K1a	0,032	6,31296	3,93	0,088	3,842	18	69,156	436,5790618	8,16	#REF!
2	K1b	0,032	6,31296	2,74	0,088	2,652	18	47,736	301,3554586	3,20	18
3	K1c	0,032	6,31296	3,93	0,088	3,842	6	23,052	145,5263539	1,77	6
4	K1d	0,032	6,31296	3,93	0,088	3,842	30	115,26	727,6317696	0,77	30
5	K2a	0,013	1,041885	4,5	0,2278	3,3262	24	79,8288	83,17242929	2,02	8
6	K2b	0,013	1,041885	3,3	0,2278	2,3842	18	42,9156	44,71311991	0,08	3
7	K3	0,016	1,57824	1,5	0,144	1,356	20	27,12	42,8018688	1,15	2
8	K4	0,016	1,57824	0,9	0,144	0,756	30	22,68	35,7944832	0,66	2
1	K1a	0,032	6,31296	5,14	0,088	5,052	18	90,936	574,0753306	1,90	9
2	K1a.1	0,032	6,31296	6,14	0,088	6,052	18	108,936	687,7086106	5,95	18
3	K1b	0,032	6,31296	6,34	0,088	6,252	6	37,512	236,8117555	5,75	6
4	K1b.1	0,032	6,31296	7,34	0,088	7,252	30	217,56	1373,447578	4,75	30
5	K2a	0,013	1,041885	4,5	0,2278	3,3262	24	79,8288	83,17242929	2,02	8
6	K3	0,016	1,57824	1,5	0,144	1,356	20	27,12	42,8018688	1,15	2
7	K4	0,016	1,57824	0,9	0,144	0,756	30	22,68	35,7944832	0,66	2

No.	Item	Panjang Tulangan (m) tiap diameter					
		13	16	19	22	25	32
1		529,69	298,80				2070,26
total Panjang (m)		529,69	298,80	0,00	0,00	0,00	2.070,26
Berat (kg) / m		1,04	1,58	1,04	1,58	2,23	2,98
Berat (kg)		550,88	472,10	0,00	0,00	0,00	6.169,39
Total Berat (kg)							7.192,37

Tabel 4.5. Rekapitulasi Kebutuhan Besi Kolom Pier (Reduksi)

No	Kode	Dia. Besi	Berat	Panjang potongan	Reduksi	Panjang potongan	Jumlah potongan	Total panjang	Total berat	Sisa	Jumlah sisa
[1]	[2]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]=[6]x[7]	[9]=[5]x[8]	[9]-[6]x[7]	[9]-[5]x[8]	m	buah
1	P1	0,032	6,31296	6	0,088	5,912	29	171,448	1082,344366	0,18	14
		0,032	6,31296	12	0	12	29	348	2196,91008	0,00	0
		0,032	6,31296	8,5	0,088	8,412	29	243,948	1540,039966	3,59	15
2	P2	0,025	3,853125	5,9	0,162	5,738	201	1153,338	4443,955481	0,52	100
3	P2a	0,025	3,853125	6,73	0,162	6,568	48	315,264	1214,7516	5,43	48-2=46
4	P3	0,025	3,853125	6	0,081	5,919	11	65,109	250,8731156	0,16	5
		0,025	3,853125	12	0	12	11	132	508,6125	0,00	0
		0,025	3,853125	9,57	0,081	9,489	11	104,379	402,1853344	2,51	11
5	P3a.1	0,025	3,853125	6	0,081	5,919	2	11,838	45,61329375	0,16	1
		0,025	3,853125	12	0	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	8,57	0,081	8,489	2	16,978	65,41835625	3,51	2
6	P3a.2	0,025	3,853125	6	0,081	5,919	2	11,838	45,61329375	0,16	1
		0,025	3,853125	12	0	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	8,63	0,081	8,549	2	17,098	65,88073125	3,45	2
7	P3a.3	0,025	3,853125	4,28	0,081	4,199	2	8,398	32,35854375	1,23	2
		0,025	3,853125	12	0	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	8,69	0,081	8,609	2	17,218	66,34310625	3,39	2
8	P3a.4	0,025	3,853125	6	0,081	5,919	2	11,838	45,61329375	0,16	1
		0,025	3,853125	12	0	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	8,75	0,081	8,669	2	17,338	66,80548125	3,33	2
9	P3a.5	0,025	3,853125	6	0,081	5,919	2	11,838	45,61329375	0,16	1
		0,025	3,853125	12	0	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	8,83	0,081	8,749	2	17,498	67,42198125	3,25	2
10	P3a.6	0,025	3,853125	6	0,081	5,919	2	11,838	45,61329375	0,16	1
		0,025	3,853125	12	0	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	8,89	0,081	8,809	2	17,618	67,88435625	3,19	2
11	P3a.7	0,025	3,853125	6	0,081	5,919	2	11,838	45,61329375	0,16	1
		0,025	3,853125	12	0	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	8,95	0,081	8,869	2	17,738	68,34673125	3,13	2
12	P3a.8	0,025	3,853125	6	0,081	5,919	2	11,838	45,61329375	0,16	1
		0,025	3,853125	12	0	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	9,01	0,081	8,929	2	17,858	68,80910625	3,07	2
13	P3a.9	0,025	3,853125	6	0,081	5,919	2	11,838	45,61329375	0,16	1
		0,025	3,853125	12	0	12	2	24	92,475	0,00	0
		0,025	3,853125	9,07	0,081	8,989	2	17,978	69,27148125	3,01	2

No.	Item	13	16	19	22	25	32
1			560,63			4167,58	763,40
total Panjang (m)		0,00	560,63	0,00	0,00	4.167,58	763,40
Berat (kg) / m		1,04	1,58	1,04	1,58	2,23	2,98
Berat (kg)		0,00	885,79	0,00	0,00	9.293,69	2.274,92
Total Berat (kg)						3.160,71	

Tabel 4.6. Rekapitulasi Kebutuhan Besi Footing Pier (Reduksi)

Perbandingan dalam Satuan Besi Per-Kilo dan efisiensi (%)

1. Pier Head

Ø Besi	Total Berat Besi (kg)	
	Eksisting	Reduksi
13	1.115,90	1.047,54
16	1.299,31	1.165,94
22	3.409,12	2.994,21
25	3.190,67	2.709,59
32	10.260,31	10.011,70
Total Berat Besi (kg)	19.275,31	17.928,97
Total Efisiensi (%)		0,07

Tabel 4.7. Perbandingan dalam Satuan Besi Per-Kilo dan efisiensi (%) Pier Head

2. Kolom Pier

Ø Besi	Berat Besi (kg)	
	Eksisting	Reduksi
13	746,93	498,88
16	540,36	393,10
32	6.044,87	6.020,39
Total Berat Besi (kg)	7.332,16	6.912,37
Total Efisiensi (%)		0,06

Tabel 4.8. Perbandingan dalam Satuan Besi Per-Kilo dan efisiensi (%) Kolom Pier

3. Footing Pier

Ø Besi	Berat Besi (kg)	
	Eksisting	Reduksi
16	967,24	806,79
25	9.399,18	9.182,19
32	2.290,13	2.125,92
Total Berat Besi (kg)	12.656,56	12.114,91
Total Efisiensi (%)		0,04

Tabel 4.9. Perbandingan dalam Satuan Besi Per-Kilo dan efisiensi (%) Footing Pier

Perbandingan dalam Harga (Rupiah)

1. Pier Head

Ø Besi	efisiensi (%)	Harga/ Lonjor	Jumlah efisiensi
13	0,06	Rp 118.350,00	Rp 604,19
16	0,10	Rp 135.000,00	Rp 1.154,84
22	0,12	Rp 338.700,00	Rp 3.435,16
25	0,15	Rp 439.900,00	Rp 5.527,20
32	0,02	Rp 717.100,00	Rp 1.447,98
Jumlah total efisiensi			Rp 12.169,37

Tabel 4.10. Perbandingan dalam Harga (Rupiah) *Pier Head*

2. Kolom Pier

Ø Besi	efisiensi (%)	Harga/ Lonjor	Jumlah efisiensi
13	0,33	Rp 118.350,00	Rp 3.275,30
16	0,27	Rp 135.000,00	Rp 3.065,79
32	0,00	Rp 717.100,00	Rp 242,04
Jumlah total efisiensi			Rp 6.583,13

Tabel 4.11. Perbandingan dalam Harga (Rupiah) Kolom *Pier*

3. Footing Pier

Ø Besi	efisiensi (%)	Harga/ Lonjor	Jumlah efisiensi
16	0,17	Rp 135.000,00	Rp 1.866,22
25	0,02	Rp 439.900,00	Rp 846,29
32	0,07	Rp 717.100,00	Rp 4.284,87
Jumlah total efisiensi			Rp 6.997,37

Tabel 4.12. Perbandingan dalam Harga (Rupiah) *Footing Pier*

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan reduksi bestat yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Total Berat *Pier Head* Kondisi Eksisting 19.275,31 kg dan Total Berat Setelah Reduksi 17.928,97 kg
2. Total Berat Kolom *Pier* Kondisi Eksisting 7.332,16 kg dan Total Berat Setelah Reduksi 6.912,37 kg
3. Total Berat *Footing Pier* Kondisi Eksisting 12.656,56 kg dan Total Berat Setelah Reduksi 12.114,91 kg
4. Total biaya Efisiensi *Pier Head* Rp. 12.169,37,-
5. Total biaya Efisiensi Kolom *Pier* Rp. 6.583,13,-
6. Total biaya Efisiensi *Footing Pier* Rp. 6.997,37,-

Jadi untuk total keseluruhan berat besi pekerjaan *Pier* jembatan tol Sumo *main road* STA 12+266.746 adalah sebesar 39.264,03 kg kondisi Eksisting dan setelah dilakukan perhitungan Reduksi menjadi 36.956,24 kg sehingga didapat total efisiensinya sebesar 0,17 %, serta total biaya Efisiensi sebesar Rp. 25.749,88,-.

Dapat disimpulkan bahwa proyek tersebut sudah menerapkan perhitungan nilai faktor reduksi.

Saran

Saran yang dapat diberikan untuk Pekerjaan *pier* jembatan tol sumo *main road* STA 12+266.746 di PT Wijaya Karya (Persero) Tbk. adalah sebagai berikut

1. Untuk mengurangi sisa material besi di lapangan yang sering terjadi diproyek, sebaiknya dalam perhitungan pembesian menggunakan Reduksi. Hal ini dilakukan bertujuan untuk mengurangi sisa material yg berlebih, juga penghematan dalam segi anggaran biaya.
2. Untuk lebih memperhatikan jadwal pengiriman material besi di lapangan agar tidak sampai menumpuk di lokasi proyek.

DAFTAR PUSTAKA

Departemen PU. 2002. SNI 03-2847-2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.

Departemen PU. 2002. SNI 03-2847-2002 Baja Tulangan Beton.

Dani, Hasan., Dan Suryanto, Mas. 2003. *Manajemen Proyek I*. Surabaya: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Unesa.

Khadafi, Muhammad. 2008. “Analisis Penggunaan Aplikasi SWOB dalam Mengoptimasi Sisa Material Besi Tulangan Pada Struktur Beton Bertulang”. *Science Engineering Journal*. Vol. 12(1): hal 1-2.

Kork, Man. 2013. *Memperhitungkan Optimasi Waste Besi Pada Pekerjaan Balok dengan Program Microsoft Excel*. Skripsi tidak diterbitkan. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil.

Suharto, Pandra Christanty. 2016. *Metode Pelaksanaan dan Perhitungan Bestat Pembesian Footing di Proyek Tol SUMO Bagian Underpass Western Ring Road-Tol SUMO Seksi 1B Oleh PT. Wijaya Karya (PERSERO) Tbk*. Laporan tidak diterbitkan. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil.

Tim Penulis. 2014. *Buku Pedoman Penulisan Skripsi*. UNESA. Surabaya : University Press.