

## **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Proyek Grand Batam Mall**

Proyek konstruksi grand batam mall memiliki luas lahan sebesar 18000m<sup>2</sup> berlokasi di Jl. Pembangunan Ruko Top 100 Penuin memiliki bentuk bangunan konstruksi yang cukup besar karena peruntukan sebagai mall.

Memiliki desain kolom dan balok dengan berbagai tipe tentu membutuhkan material dengan jumlah yang besar, terutama material besi tulangan Konstruksi pondasi yang digunakan adalah komposisi dari tiang pancang dan pile cap. Proyek pembangunan grand batam mall dengan owner PT. Rezeki Putra Riau, dengan PT. Citra Jaya Konindo dan PT. Sapta Adhi Perkasa sebagai sub kontraktor, diharapkan pembangunan grand batam dapat menjadi mall terbesar pertama dibatam, Desain dari Grand Batam Mall dapat dilihat pada Gambar 4.1



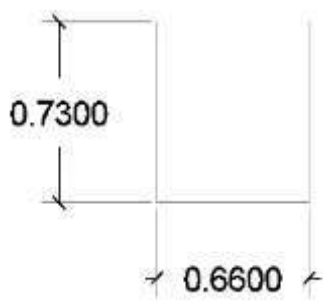
Gambar 4.1 Desain Grand Batam Mall

## 4.2 Perhitungan Kebutuhan Tulangan

Perhitungan tulangan diawali dengan perhitungan kebutuhan tulangan pada pile cap, pada bagian ini dijabarkan bagaimana cara perhitungan tulangan pile cap.

### 4.2.1 Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pile Cap

Pile cap terdiri dari 10 macam pile cap yaitu PC.1, PC.2, PC.3, PC.4, PC.5, PC.6, PC.6A, PC.7 dan PC.7A. Pada perhitungan ini hanya mengambil sampel satu model pile cap yaitu adalah Model 1 PC.1



Ø Tulangan	: 16 mm
Panjang Tulangan	: 0.66 m
Lebar Tulangan	: 0.73 m
Tekukan	: 2 x Diameter
	: $2 \times 16 = 32 \text{ mm}$
Panjang Seluruhnya	: (Lebarx2) + Pjg Tulangan + (Tekukanx 2)
	: $(0.73 \times 2) + 0.66 + (0.032 \times 2) = 2.18 \text{ m}$
Jumlah Tulangan	: 8
Jumlah PC.1	: 63
Total Banyak Tulangan	: Jumlah Tulangan x Jumlah PC.1
	: $8 \times 63 = 504$

$$\begin{aligned} \text{Total Panjang Tulangan} & : \text{Panjang Seluruhnya} \times \text{Total Tulangan} \\ & : 2.18 \times 504 = 1100.74 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Berat Jenis Besi} : 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat Jenis D16} : \left( \frac{1}{4} \pi x D^2 \right) x 7850$$

$$: \left( \frac{1}{4} 3.14 x \frac{16^2}{1000} \right) x 7850 = 1.58 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Tulangan} & : \text{BJD16} \times \text{Total Panjang Tulangan} \\ & 1.58 \times 1100.74 = 1736 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Tulangan yang dipakai} : 12 / \text{Panjang Seluruhnya}$$

$$\text{dalam 12 meter} : 12 / 2.18 = 5.49 \approx 5 \text{ Batang Tulangan}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Tul. Seluruhnya} & : (\text{Total banyak Tulangan} / \text{Tulangan yang} \\ & \text{Dipakai}) \end{aligned}$$

$$: 504 / 5 = 100.8 \text{ Batang}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemotongan dalam 1} & : (\text{Tulangan yang dipakai} / \text{Panjang} \\ \text{batang tulangan (12 m)} & \text{seluruhnya}) \end{aligned}$$

$$: 5 \times 2.18 = 10.92 \text{ m}$$

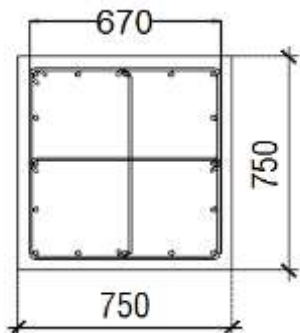
$$\text{Sisa dalam 12 meter} : 12 \text{ meter} - 10.92 \text{ meter}$$

$$: 1.08 \text{ meter}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, dalam 12 meter tulangan (1 batang) dapat menghasilkan 5 buah tulangan PC.1 dengan kebutuhan sepanjang 10.92 meter dan sisa dari besi yang digunakan adalah 1.08 meter.

#### 4.2.2 Perhitungan Kebutuhan Tulangan Kolom

Kolom terdiri dari 15 jenis kolom yaitu Kolom K.1, K.1-A, K.1-B, K.1-C, K.2, K.2-A, K.3, K.3-A, K.3-B, K.4, K.5, K.6, K.7, K.7-A, K.8. pada bagian ini sampel perhitungan yang akan dijelaskan yaitu K.1 dapat dilihat dari perhitungan berikut :



Ø tulangan utama	: 22 mm
Ø tulangan sengkang	: 10 mm
Panjang	: 670 mm
Lebar	: 670 mm
Tekukan	: (2xDiameter)
	: $2 \times 22 = 44 \text{ mm}$
Panjang Kait	: (6xDiameter)
	: $6 \times 22 = 132 \text{ mm}$

##### 1. Tulangan Utama

Jumlah Tulangan	: 16
Jumlah Kolom	: 207
Total banyak tulangan	: 3312
Panjang Tulangan	: 34 m
(LG – Rooftop)	
Total Panjang Tul.	: Panjang Tulangan Utama x Total Banyak Tul

$$\begin{aligned}
 & : 34 \times 3312 = 112608 \text{ m} \\
 \text{BJ Besi} & : 7850 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{BJ jenis D22} & : \left(\frac{1}{4}\pi x D^2\right) \times 7850 \\
 & : \left(\frac{1}{4}3.14 \times 22^2\right) \times 7850 \\
 & : 2,98 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat Tulangan} & : \text{BJ D22} \times \text{Total Panjang Tulangan} \\
 & : 2.98 \times 112608 = 335856.63 \text{ kg} \\
 \text{Kebutuhan Tulangan} & : \text{Total Panjang Tulangan} / 12 \\
 & : 112608 / 12 = 9384 \text{ Batang}
 \end{aligned}$$

## 2. Tulangan Sengkang

$$\begin{aligned}
 \text{Sengkang Vertical} & : 0.86 \text{ m} \\
 \text{Sengkang Horizontal} & : 0.86 \text{ m} \\
 \text{Panjang Seluruhnya} & : (\text{Panjang} \times 2) + (\text{Panjang} \times 2) + (\text{Tekukkan} \times 4) \\
 & \quad + (\text{Panjang Kait} \times 2) + \text{Sengkang Vertikal} + \\
 & \quad \text{Sengkang Horizontal} \\
 & (0.67 \times 2) + (0.67 \times 2) + (0.044 \times 4) + \\
 & (0.132 \times 2) + 0.86 + 0.86 = 4.84 \text{ m} \\
 \text{Tinggi Kolom} & : 26 \text{ m} \\
 \text{(LG – Roof)} & \\
 \text{Jarak Antar Sengkang} & : 150 \text{ mm} \\
 \text{Jumlah Sengkang} & : 173 \\
 \text{Jumlah Kolom} & : 207 \\
 \text{Total Banyak Tul.} & : 35880
 \end{aligned}$$

Total Panjang Tulangan : 173515.68

BJ D10 :  $\left(\frac{1}{4}\pi x D^2\right) x 7850$

:  $\left(\frac{1}{4}3.14x10^2\right) x 7850$

: 0.62 kg/m

Berat Tulangan : BJ D10 x Total Panjang Tul.

:  $0.62x173515.68 = 106924.70 \text{ kg}$

Tulangan yang : 12 / Panjang Seluruhnya

dipakai dalam 12 m :  $12 / 4.84 = 2.84 \approx 2 \text{ batang}$

Kebutuhan Tulangan : Total Banyak Tul / Tulangan Yang Dipakai

Per Batang :  $35880 / 2 = 17940 \text{ batang}$

Pemotongan : Tulangan Yang Dipakai x Panjang Seluruhnya

Per Batang :  $2x4.84 = 9.67 \text{ m}$

Sisa Dalam 12 m :  $12 - \text{Pemotongan Per Batang}$

:  $12 - 9.67 = 2.33 \text{ m}$

Kebutuhan tulangan yang diperlukan untuk membuat tulangan utama Kolom

K.1 yaitu 9384 batang tulangan.

Kebutuhan tulangan sengkang per 12 meter (1 batang) dapat menghasilkan

2 buah tulangan dengan total panjang 9.67 meter, sisa dari pemakaian dalam 1 batang adalah 2.33 meter.

### 4.2.3 Perhitungan Kebutuhan Tulangan Balok

Balok merupakan suatu struktur yang berfungsi sebagai tumpuan pelat

lantai, balok pada umumnya berfungsi untuk menahan beban horizontal yang terjadi pada suatu gedung, tulangan balok terdiri dari tulangan tumpuan dan

tulangan lapangan. Tulangan lapangan biasanya berjumlah lebih sedikit dibandingkan dengan tulangan tumpuan, perhitungan kebutuhan tulangan balok yaitu sebagai berikut :

**Balok B350x700**

Ø Tul Utama : 19 mm

Ø Sengkang : 10 mm

Panjang Balok : 16 m

Panjang Tul Ekstra : 6 mm

Overlapping (50xD) : 950 mm

Panjang Sengkang : 250 mm

Lebar Sengkang : 600 mm

Panjang Kait : 50 mm

**1. Tulangan Utama**

Jumlah Tul. Tumpuan

Atas : 12 batang

Bawah : 12 batang

Ekstra : 24 batang

Jumlah Tul. Lapangan

Atas : 6 batang

Bawah : 6 batang

Ekstra : 12 batang

Panjang Tul. Tumpuan

Atas : 238 m

Bawah : 238 m

Ekstra : 144 m

Panjang Tul. Lapangan

Atas : 119 m

Bawah : 119 m

Ekstra : 72 m

Total Panjang Tulangan Utama : Panjang Tul Tumpuan + Panjang Tulangan Lapangan

BJ Besi :  $7850 \text{ kg/m}^3$

BJ D19 :  $\left(\frac{1}{4}\pi x D^2\right) x 7850$

:  $\left(\frac{1}{4}\pi x 19^2\right) x 7850$

: 2.22 kg/m

Berat Tulangan : BJ D19 x Total Panjang Tul.

:  $2.22 x 929 = 2066 \text{ kg}$

Kebutuhan Tul per batang : Total Panjang Tul x 12

:  $929 x 12 = 77 \text{ batang}$

## 2. Tulangan Sengkang

Panjang Seluruhnya : (Panjang Tul Sengkang x 2) + (Lebar Tul

Sengkang x 2) + (Panjang Kait x 2) (m)

:  $(0.25x2) + (0.6x2) + (0.05x2)$

: 1.8 m

Panjang Balok : 16 m



Jarak Antar Sengkang	: 100 mm
(Tumpuan)	: 0.1 m
Jarak Antar Sengkang	: 200 mm
(Lapangan)	: 0.2 m
Jumlah Sengkang	: 120
Total Panjang Tulangan	: Panjang Seluruhnya x Jumlah Sengkang
	: 1.80 x 120
	: 216 m
BJ Besi	: 7850 kg/m <sup>3</sup>
BJ D10	: $\left(\frac{1}{4}\pi x D^2\right) x 7850$
	: $\left(\frac{1}{4}\pi x 10^2\right) x 7850$
	: 0.62 kg/m
Berat Tulangan	: BJ D10 x Total Panjang Tul.
	: 0.62 x 216 = 133.10 kg
Tulangan yang	: 12 / Panjang Seluruhnya
dipakai dalam 12 m	: 12 / 1.80 = 6.67 ≈ 6 batang
Kebutuhan Tulangan	: Total Banyak Tul / Tulangan Yang Dipakai
Per Batang	: 120 / 6 = 20 batang
Pemotongan Per Batang	: Tulangan yang Dipakai x Panjang
	Seluruhnya
	: 6 x 1.80 = 10.80 m
▪ Sisa Dalam 12 m	: 12 – Pemotongan Per Batang
	: 12 – 10.80 = 1.20 m

### 4.3 Kebutuhan Berat Tulangan

Pekerjaan Struktur Pile Cap, Kolom dan Balok masing-masing memiliki kebutuhan berat tersendiri, pada perhitungan ini mengacu pada gambar desain dan untuk seluruh pekerjaan gedung Grand Batam Mall, kebutuhan tulangan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1 Kebutuhan Berat Tulangan Pile Cap

Tipe Pile Cap	Berat Besi (kg)				
	D-22	D-20	D-16	D-12	D-10
PC. 1	0	0	2406.7	674.43	705.01
PC. 2	0	0	3129.43	827.76	737.4
PC. 3	0	13754.88	0	2060.72	1900.24
PC. 4	34755.1	0	0	5382.68	5380.58
PC. 5	25544.52	0	0	5440.72	5265.32
PC. 5A	6709.675	0	0	310.09	1168.39
PC. 6	30919.85	0	0	3217.54	2838.28
PC. 6A	5297.135	0	0	0	17.92
PC. 7	11469.28	0	0	732.08	726.05
PC. 7A	7230.66	0	0	240.65	203.46
Total Berat Tulangan (kg)	121926.22	13754.88	5536.13	18886.67	18942.65

Sumber : Hasil Analisis 2018

Berdasarkan tabel 4.1 diperoleh masing-masing jenis tulangan dengan berat tersendiri yaitu tulangan D22 sebesar 121926.22 kg, D20 sebesar 13754.88 kg, D16 sebesar 5536.13 kg, D12 sebesar 18886.67 kg, dan D10 sebesar 18942.65 kg.

Tabel 4.2 Kebutuhan Berat Tulangan Kolom

Tipe Kolom	Berat Besi (kg)			
	D-25	D-22	D-19	D-10
K.1	0	335856.63	0	106924.7
K.1-A	0	17018.45	0	7330.96
K.1-B	0	3054.11	0	586.99
K.1-C	0	5249.25	0	691.81
K.2	0	67059.47	0	16457.64
K.2-A	0	7635.27	0	1329.27
K.3	0	77879.8	0	8701.24
K.3-A	0	6680.86	0	906.38
K.3-B	0	1431.61	0	219.62
K.4	0	70578.57	0	14069.11
K.5	0	4187.76	0	3645.29
K.6	0	31233.04	0	6096.63
K.7	18117.02	0	0	1389.78
K.7-A	10352.58	0	0	694.89
K.8	0	0	7905.49	481.39
Total Berat Tulangan (kg)	28469.6	627864.82	7905.49	169525.7

Sumber : Hasil Analisis 2018

Tabel 4.2 menjelaskan bahwa total berat tulangan D25 sebesar 28469.60 kg, D22 sebesar 627864.82 kg, D19 sebesar 7905.49 kg dan D10 sebesar 169525.71 kg dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa kebutuhan tulangan D22 lebih besar dibandingkan dengan tulangan lainnya, hal ini dikarenakan banyak struktur kolom yang membutuhkan tulangan D22. Sedangkan untuk D10 dipakai sebagai tulangan sengkang struktur kolom.

Struktur Balok memiliki kebutuhan berat tulangan tersendiri, hasil kebutuhan berat tulangan Balok dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 4.3 Kebutuhan Berat Tulangan Balok

Tipe Balok	Berat Tulangan (Kg)		
	D-22	D-19	D-10
250x650	0	1849113.39	34939.96
350x700	1259945.2	15002916	193245.7
350x500	0	1922767.2	39567.56
400x700	0	1135318.61	1264.49
400x900	0	74622.83	2040.937
500x1000	0	59462.82	3593.82
600x1000	0	1113183.22	1286.68
Total	1259945.2	21157384.1	275939.147

Sumber : Hasil Analisis 2018

Tabel 4.3 menunjukkan masing-masing kebutuhan berat tulangan balok yaitu untuk tulangan D22 memiliki berat 1259945.2 kg, D19 memiliki berat 21157384.1 kg, dan untuk D10 sebesar 275939.147 kg. Kebutuhan tulangan terbesar ada pada dimensi tulangan D10. Perhitungan kebutuhan berat balok termasuk keseluruhan dari struktur kolom dalam proyek pembangunan Grand Batam Mall.

Berat total dari kebutuhan untuk pembuatan struktur Pile Cap, Kolom dan Balok dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini

Tabel 4.4 Total Berat Kebutuhan Tulangan

Tipe Tulangan	Berat (Ton)
D-25	28.47
D-22	2009.74
D-20	13.75
D-19	21165.29
D-16	5.54
D-12	18.89
D-10	464.41

Sumber : Hasil Analisis 2018

Kebutuhan berat tulangan dari keseluruhan tulangan yang digunakan menggunakan satuan ton, tulangan yang digunakan yaitu antara lain Diameter 25, Diameter 22, Diameter 20, Diameter 19, Diameter 16, Diameter 12 dan Diameter 10.

#### 4.4 Kebutuhan Jumlah Tulangan

Berdasarkan perhitungan pada seluruh jenis Balok, Kolom dan Pile cap diperoleh masing-masing kebutuhan jumlah tulangan yang diperlukan dalam pembangunan tersebut.

##### 1. Struktur Pile Cap

Struktur Pile Cap terdiri dari tulangan dengan ukuran D-25, D-22, D-19, D-10. Untuk jumlah kebutuhan tulangan yang diperlukan dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5 Rekapitulasi Jumlah Kebutuhan Tulangan Pile Cap

Tipe Tulangan	Jumlah Tulangan (Batang)
D-22	3405
D-20	495
D-16	292.5
D-12	1776
D-10	3468

Sumber : Hasil Analisis 2018

Besi tulangan yang dibutuhkan dalam pembangunan struktur Pile cap, secara keseluruhan membutuhkan D22 sebanyak 3405 batang, D20 sebanyak 495 batang, D16 sebanyak 292.5 batang, D12 sebanyak 1776 batang, dan D10 sebanyak 3468 batang.

Perhitungan kebutuhan tersebut yaitu adalah kebutuhan besi per batang dengan panjang 12 meter. Jumlah ini adalah jumlah keseluruhan pada proyek pembuatan Pile Cap

## 2. Struktur Kolom

Jenis tulangan yang digunakan dalam struktur kolom yaitu terdiri dari tulangan D25, D22, D19 dan D10.

Jumlah tulangan yang telah diperhitungkan merupakan total keseluruhan struktur kolom yang akan dibangun pada pembangunan Grand Batam Mall, hasil perhitungan kebutuhan jumlah tulangan dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Rekapitulasi Jumlah Kebutuhan Tulangan Kolom

Tipe Tulangan	Jumlah Tulangan (Batang)
D-25	616
D-22	17554
D-19	481
D-10	27904

Sumber : Hasil Analisis 2108

Berdasarkan hasil yang pada tabel 4.6 tulangan yang digunakan meliputi D25 sebanyak 616 batang, D22 sebanyak 17554 batang, D19 sebanyak 481 batang, dan D10 sebanyak 27904 batang.

## 3. Struktur Balok

Struktur balok menggunakan jenis tulangan D22, D19, D10

Beberapa tipe balok tersebut menggunakan tulangan D22, D19 dan D10, untuk rekapitulasi kebutuhan jumlah tulangan balok dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.7 Rekapitulasi Jumlah Kebutuhan Tulangan Balok

Tipe Tulangan	Jumlah Tulangan (Batang)
D-22	35194
D-19	791713.7
D-10	73102.96

Sumber : Hasil Analisis 2018

Kebutuhan tulangan pada pembuatan struktur balok untuk D22 yaitu 35194 batang, D19 sebanyak 791713,7 batang, dan D10 sebanyak 73102,96 batang, kebutuhan jumlah tulangan pada perhitungan ini termasuk keseluruhan struktur balok pada gedung Grand Batam Mall.

#### 4. Total Kebutuhan Tulangan

Struktur pile cap, kolom dan balok memiliki masing-masing jumlah tulangan untuk pembuatannya, pada bagian ini kebutuhan tulangan perbatang di totalkan menjadi satu kesatuan

Tabel 4.8 Total Kebutuhan Tulangan Keseluruhan

Tipe Tulangan	Jumlah Tulangan (batang)
D-25	616
D-22	56153
D-20	495
D-19	792195
D-16	293
D-12	1776
D-10	62799

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat masing-masing tulangan memiliki tingkat kebutuhan perbatang untuk pembuatan struktur pile cap, kolom dan balok. Kebutuhan tulangan yang paling banyak di butuhkan adalah diameter 19mm dikarenakan baja tulangan diameter 19 banyak digunakan pada balok.

#### 4.5 Perhitungan Sisa Material (*Waste*)

##### 4.5.1 *Waste Level*

*Waste Level* merupakan sisa material yang didapat dari volume *waste/volume* terpakai atau volume pembelian dikalikan 100%.

*Volume waste* didapatkan dari hasil pengurangan pembelia material dan kebutuhan material. Perhitungan *waste level* dapat dilihat pada Table

4.9 sebagai berikut :

Tabel 4.9 Perhitungan *Waste Level*

Tipe Tulangan	Volume Pembelian Material	Volume Kebutuhan Material	Volume <i>Waste</i>	<i>Waste Level</i>
	Kg	Kg	Kg	%
D-25	29980	28469.60	1510.4	5.04
D-22	2009986	2009736.24	249.8	0.01
D-20	15000	13754.88	1245.1	8.30
D-19	21170880	21165289.56	5590.4	0.03
D-16	5912	5536.13	375.5	6.35
D-12	20000	18886.67	1113.3	5.57
D-10	464757	464407.50	349.4	0.08
Total	23716515	23706081	10434	25.37

Sumber : Hasil Analisis 2018

Perhitungan *waste level* pada tabel diatas menunjukkan bahwa *waste level* terbesar ada pada baja tulangan diameter 20 mm dengan volume pembelian dari logistik sebesar 15000 kg dan volume kebutuhan sebesar 13754,88 kg dengan *waste level* sebesar 8.3 %. *Waste level* terkecil pada



baja tulangan dengan diameter 22mm dengan volume pembelian material dari logistik sebesar 2009986 kg dan volume kebutuhan sebesar 2009736.24 kg dengan *waste level* sebesar 0.01 %. Material dengan volume waste terbesar tidak menjadi acuan bahwa akan memiliki *waste level* terbesar dikarenakan *waste level* juga dipengaruhi oleh volume kebutuhan material.

#### 4.5.2 Waste Cost

Perhitungan biaya sisa material yaitu perhitungan untuk biaya sisa material yang didapatkan dari perkalian sisa material dengan harga satuan. Berikut perhitungan *waste cost* pada table 4.10 :

Tabel 4.10 Perhitungan *Waste Cost*

Tipe Tulangan	<i>Waste Level</i>	Harga Satuan Material	Jumlah Harga Material	Bobot Pekerjaan	<i>Waste Cost</i>
	%			%	
D-25	5.04	Rp 9,000.00	Rp 269,820,000.00	0.0003	Rp 13,593,600.00
D-22	0.01	Rp 9,000.00	Rp 18,089,874,000.00	0.018	Rp 2,247,840.00
D-20	8.30	Rp 9,000.00	Rp 135,000,000.00	0.00014	Rp 11,206,080.00
D-19	0.03	Rp 9,000.00	Rp 190,537,920,000.00	0.19	Rp 50,313,960.00
D-16	6.35	Rp 8,700.00	Rp 51,431,520.55	0.000051	Rp 3,267,189.55
D-12	5.57	Rp 8,700.00	Rp 174,000,000.00	0.00017	Rp 9,685,971.00
D-10	0.08	Rp 8,700.00	Rp 4,043,385,030.00	0.004	Rp 3,039,806.10

Sumber : Hasil Analisis 2018

Perhitungan *waste cost* (biaya sisa material) dengan bobot pekerjaan yang didapat dari jumlah harga material dibagi dengan total biaya kontrak sebesar Rp 1.000.000.000.000,00 sehingga didapat *waste cost* dengan perkalian *waste level*, bobot pekerjaan dan total biaya proyek tersebut. *Waste cost* terbesar pada besi tulangan diameter 19

dengan biaya sisa material sebesar Rp 50.313.960 dikarenakan banyaknya sisa material pada baja tulangan tersebut.

#### 4.5.3 Presentase Total Biaya Sisa Material terhadap Total Biaya

##### Proyek

Proyek Pembangunan Grand Batam Mall memiliki anggaran sebesar 1 Triliyun untuk total biaya proyek sehingga dapat diperhitungkan total biaya sisa material terhadap biaya proyek sebagai berikut :

$$\frac{\text{Total Biaya Sisa Material}}{\text{Total Biaya Proyek}} \times 100\%$$

$$\frac{\text{Rp } 93.354.446.65}{\text{Rp } 1000.000.000.000} \times 100\% = 0.009\%$$

Persentase yang didapat antara total biaya sisa material terhadap biaya proyek adalah 0.009%. Hasil dari presentase tersebut menunjukkan bahwa manajemen proyek tersebut masih dikategorikan baik karena kecil dari 1% untuk biaya sisa material yang tidak terpakai.

#### 4.6 Penyebab Sisa Material

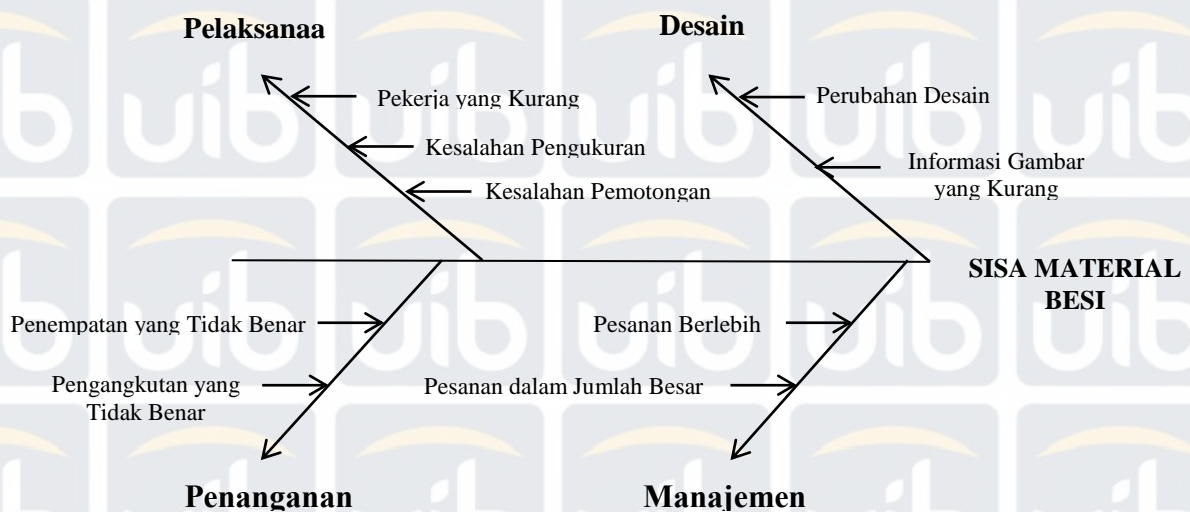
Berikut merupakan penyebab sisa material yang terjadi pada Proyek Grand

Batam Mall :

1. Desain : Sisa material disebabkan karena perubahan desain yang terjadi setelah material besi dipotong sesuai dengan desain yang telah ditentukan sebelumnya.

2. Pelaksanaan : Sewaktu pelaksanaan terjadi karena disebabkan oleh kesalahan dalam pemotongan dan kurangnya ketelitian pekerja dalam pengukuran dan pemotongan.
3. Penanganan : Material besi tidak ditempatkan secara baik dan benar sehingga menyebabkan material tidak dapat digunakan (*reject*).
4. Manajemen : Pengorderan dalam jumlah besar melebihi kebutuhan sehingga menyebabkan banyak material besi yang tidak terpakai.

Adapun faktor-faktor yang menyebabkan sisa material dapat dilihat pada gambar *Fish Bone Diagram* berikut :



Gambar 4.1 *Fish Bone Diagram* (Sumber: Hasil Analisis)

#### 4.7 Langkah-langkah Penanggulangan Sisa Material

Hal-hal yang dilakukan untuk meminimalisir terjadinya Sisa Material dalam lingkungan proyek tersebut sebagai berikut :

1. Melakukan pemesanan kepada supplier secara benar dan sesuai dengan perhitungan kebutuhan.
2. Melakukan *Check up* terhadap kebutuhan material yang datang dengan material yang dibutuhkan.
3. Memberitahukan kepada seluruh pekerja agar tidak melakukan pemotongan material apabila alat rusak.
4. Memberikan tempat yang baik pada material, dan diberikan penanganan lebih agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan.
5. Melakukan penanganan ekstra terhadap material agar terhindar dari bahaya pencurian yang dapat terjadi di lingkungan proyek.
6. Menggunakan Sistem manajemen material yang baik.