

# Analisis Quantity Take-Off Pile Cap dan Tie Beam Berdasarkan Gambar Kerja Proyek Sekolah X

Afriyani Siburian<sup>1</sup>, Ival Ardyansyah Gultom<sup>2</sup>, Muhammad Rafa Rizqi Lubis<sup>3</sup>, Thya Ifhada Tambunan<sup>4</sup>, Edo Barlian<sup>5</sup>, Melvi Maulita Napitupulu<sup>6</sup>, Arrisha Anggraini<sup>7</sup>

Program Studi Manajemen Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

Email: afsiburian20@gmail.com<sup>1</sup>, ivalardiansyah20@gmail.com<sup>2</sup>, rafa.rizqi.lubis@gmail.com<sup>3</sup>, thyatambunan1977@gmail.com<sup>4</sup>, edobarlian@unimed.ac.id<sup>5</sup>, melvimaulita@unimed.ac.id<sup>6</sup>, arrisha@unimed.ac.id<sup>7</sup>

## Abstrak

Perhitungan kuantitas pekerjaan merupakan salah satu tahapan penting dalam perencanaan proyek konstruksi karena berpengaruh terhadap kebutuhan material dan pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Salah satu metode yang digunakan untuk memperoleh kuantitas pekerjaan adalah *Quantity Take-Off* (QTO) yang dilakukan berdasarkan gambar kerja proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil *Quantity Take-Off* pada pekerjaan pile cap dan tie beam berdasarkan gambar kerja pada Proyek Sekolah X di Kota Medan. Penelitian menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan memanfaatkan gambar kerja struktur dan detail pembesian sebagai sumber data utama. Tahapan penelitian meliputi identifikasi elemen struktur, perhitungan volume beton, kebutuhan tulangan, dan luas bekisting pada setiap elemen yang ditinjau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total kebutuhan beton pada pekerjaan *pile cap* dan *tie beam* sebesar 258,096 m<sup>3</sup>, kebutuhan tulangan sebesar 24.735,317 kg, dan kebutuhan bekisting sebesar 1.009,117 m<sup>2</sup>. Besarnya kebutuhan material tersebut menunjukkan bahwa perencanaan kuantitas pekerjaan perlu dilakukan secara teliti agar penggunaan material selama pelaksanaan proyek dapat dikendalikan dengan baik. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan kebutuhan material dan pengendalian volume pekerjaan sehingga pelaksanaan konstruksi dapat dilakukan secara lebih efektif dan terarah. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pelaksanaan *Quantity Take-Off* pada pekerjaan struktur bawah yang memiliki karakteristik serupa.

**Kata Kunci:** *Quantity Take-Off; Pile Cap; Tie Beam; Volume Pekerjaan; Gambar Kerja*

## ABSTRACT

*Quantity estimation is one of the important stages in construction project planning because it affects material requirements and project execution in the field. One method commonly used to determine work quantities is Quantity Take-Off (QTO), which is carried out based on project construction drawings. This study aims to analyze the Quantity Take-Off results for pile cap and tie beam works based on the construction drawings of School X Project in Medan City. A descriptive quantitative method was employed using structural drawings and reinforcement details as the primary data sources. The research stages included structural element identification, calculation of concrete volume, reinforcement requirements, and formwork area for each element under review. The results showed that the total concrete requirement for pile cap and tie beam works was 258.096 m<sup>3</sup>, the reinforcement requirement was 24,735.317 kg, and the formwork requirement was 1,009.117 m<sup>2</sup>. These findings indicate that accurate quantity estimation is essential to ensure proper material planning and to minimize the risk of material shortages or excesses during project execution. The results of this study can be used as a basis for material planning and quantity control, thereby supporting a more effective and well-organized construction process. In addition, this study may serve as a reference for the implementation of Quantity Take-Off in substructure works with similar characteristics.*

**Keywords:** *Quantity Take-Off; Pile Cap; Tie Beam; Work Quantity; Construction Drawing*

## 1. PENDAHULUAN

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor yang terus berkembang seiring meningkatnya kebutuhan pembangunan gedung maupun infrastruktur. Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi, perencanaan yang baik menjadi salah satu faktor yang menentukan keberhasilan proyek karena berkaitan dengan pencapaian target biaya, mutu, dan waktu yang telah ditetapkan. Salah satu aspek penting pada tahap perencanaan adalah perhitungan kuantitas pekerjaan yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan material serta estimasi biaya proyek. Ketidaktepatan dalam menghitung volume pekerjaan dapat menyebabkan terjadinya kekurangan maupun kelebihan material yang berdampak pada efisiensi pelaksanaan proyek (Bastian & Setiawan, 2023; Jonathan & Anondho, 2021).

Perhitungan kuantitas pekerjaan umumnya dilakukan menggunakan metode *Quantity Take-Off* (QTO), yaitu metode yang digunakan untuk menentukan volume pekerjaan berdasarkan gambar kerja yang telah direncanakan. Melalui metode ini, kebutuhan material dapat dihitung secara lebih rinci sehingga membantu proses perencanaan dan pengendalian proyek. Selain itu, hasil perhitungan yang akurat juga dapat meminimalkan kesalahan yang sering terjadi pada proses perhitungan manual dan meningkatkan efisiensi penggunaan material selama pelaksanaan konstruksi (Rayhannafi Anwar & Nurchasanah, 2023; Sadad & Noviantoro, 2024).

Seiring perkembangan teknologi konstruksi, proses *Quantity Take-Off* tidak hanya dilakukan secara konvensional, tetapi juga telah dikembangkan melalui penerapan *Building Information Modeling* (BIM). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan BIM mampu meningkatkan akurasi dan efisiensi perhitungan volume pekerjaan karena proses perhitungan dilakukan secara digital dan terintegrasi dengan model bangunan. Meskipun demikian, perhitungan berdasarkan gambar kerja masih banyak digunakan dalam berbagai proyek konstruksi karena lebih mudah diterapkan dan tetap mampu menghasilkan data kuantitas pekerjaan yang dibutuhkan apabila dilakukan secara teliti (Suwarni & Anondho, 2021; Jonathan & Anondho, 2021; Bastian & Setiawan, 2023).

Pada bangunan gedung, struktur bawah merupakan bagian yang memiliki fungsi penting dalam meneruskan beban bangunan menuju tanah dasar. Beberapa elemen utama pada struktur bawah antara lain *pile cap* dan *tie beam*. *Pile cap* berfungsi sebagai pengikat kelompok tiang pondasi sekaligus meneruskan beban dari kolom ke pondasi, sedangkan *tie beam* berfungsi menghubungkan antar pondasi sehingga mampu meningkatkan kestabilan struktur bangunan. Karena memiliki peran yang penting dalam sistem struktur, kebutuhan material pada kedua

elemen tersebut perlu dihitung secara cermat agar pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan sesuai dengan perencanaan (Rinaldi Tamba & Suita Harahap, 2024; Lutfi, 2025).

Kebutuhan material pada pekerjaan *pile cap* dan *tie beam* umumnya terdiri atas beton, tulangan, dan bekisting. Ketiga komponen tersebut merupakan material utama yang berpengaruh terhadap pelaksanaan pekerjaan struktur bawah. Oleh karena itu, perhitungan kuantitas material perlu dilakukan secara tepat untuk menghindari pemborosan maupun kekurangan material selama proses konstruksi. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa dimensi elemen struktur, konfigurasi pembedahan, dan volume pekerjaan menjadi faktor yang memengaruhi besarnya kebutuhan material pada suatu pekerjaan konstruksi (Ailing & Qarinur, 2024; Nasautama & Sitompul, 2022).

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menganalisis kebutuhan material maupun penerapan metode *Quantity Take-Off* pada pekerjaan konstruksi. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode *Quantity Take-Off* mampu membantu proses perencanaan kebutuhan material serta meningkatkan ketelitian dalam perhitungan volume pekerjaan. Selain itu, penerapan teknologi BIM juga terbukti dapat meningkatkan efisiensi dan mengurangi potensi kesalahan yang sering terjadi pada perhitungan konvensional. Di sisi lain, penelitian mengenai kebutuhan material struktur beton bertulang menunjukkan bahwa ketelitian dalam menghitung kebutuhan beton dan tulangan sangat diperlukan untuk memperoleh penggunaan material yang efektif dan sesuai dengan perencanaan (Rayhannafi Anwar & Nurhasanah, 2023; Sadad & Noviantoro, 2024; Bastian & Setiawan, 2023; Ailing & Qarinur, 2024).

Penelitian pada elemen pondasi juga telah banyak dilakukan, baik yang berkaitan dengan analisis pembedahan *pile cap*, kebutuhan beton pada *bored pile*, maupun pengendalian mutu pekerjaan struktur bawah. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kualitas pekerjaan dan ketepatan perhitungan material merupakan dua aspek yang saling berkaitan dalam mendukung keberhasilan pelaksanaan konstruksi. Selain itu, pengendalian mutu pada pekerjaan *pile cap* dan elemen pondasi lainnya juga menjadi faktor penting untuk memastikan hasil pekerjaan sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan (Rinaldi Tamba & Suita Harahap, 2024; Syarifah et al., 2024; Lemuel et al., 2024).

Berdasarkan hasil telaah penelitian terdahulu, sebagian besar penelitian masih berfokus pada penerapan BIM, analisis kebutuhan tulangan, kebutuhan material pada elemen struktur tertentu, maupun pengendalian mutu pekerjaan pondasi. Sementara itu, penelitian yang secara khusus membahas hasil *Quantity Take-Off* pada pekerjaan *pile cap* dan *tie beam* berdasarkan gambar kerja masih belum banyak ditemukan. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih

berfokus pada penerapan BIM, analisis kebutuhan tulangan, atau perhitungan kuantitas pada elemen struktur lainnya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hasil *Quantity Take-Off* pada pekerjaan *pile cap* dan *tie beam* berdasarkan gambar kerja Proyek Sekolah X di Kota Medan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kebutuhan beton, tulangan, dan bekisting pada pekerjaan struktur bawah berdasarkan data gambar kerja proyek. Selain menghasilkan kuantitas material, penelitian ini juga menunjukkan distribusi kebutuhan material pada setiap tipe *pile cap* dan *tie beam* sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan kebutuhan material dan pengendalian volume pekerjaan sejak tahap perencanaan.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif karena data yang dianalisis berupa hasil perhitungan kuantitas pekerjaan yang diperoleh dari gambar kerja proyek. Data penelitian berasal dari gambar kerja struktur, detail pembesian, serta dokumen pendukung yang digunakan dalam proses *Quantity Take-Off*. Perhitungan volume beton, kebutuhan tulangan, dan luas bekisting dilakukan berdasarkan dimensi elemen serta detail pembesian yang terdapat pada gambar kerja. Proses perhitungan dilakukan berdasarkan dimensi elemen dan detail pembesian yang terdapat pada gambar kerja melalui metode *Quantity Take-Off* (QTO). Perhitungan volume beton, kebutuhan tulangan, dan luas bekisting mengacu pada rumus perhitungan kuantitas yang umum digunakan dalam pekerjaan struktur beton bertulang. Hasil perhitungan tersebut kemudian digunakan untuk mengetahui kebutuhan material pada setiap elemen *pile cap* dan *tie beam* yang ditinjau dalam penelitian. Selanjutnya, hasil perhitungan disajikan dan dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan kebutuhan material pada pekerjaan *pile cap* dan *tie beam*. Tahapan penelitian dilakukan mulai dari pengumpulan data hingga penyusunan kesimpulan dan rekomendasi penelitian. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

### 2.1 Pengumpulan Data

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data yang diperlukan dalam proses *Quantity Take-Off*. Data yang digunakan meliputi gambar kerja *pile cap*, gambar kerja *tie beam*, detail pembesian, serta dokumen perhitungan volume pekerjaan yang tersedia pada proyek. Selain itu, dilakukan studi literatur dari jurnal, buku, dan referensi lain yang berkaitan dengan metode *Quantity Take-Off* pada pekerjaan struktur.

## 2.2 Identifikasi Pile Cap dan Tie Beam

Data yang telah dikumpulkan kemudian diidentifikasi untuk mengetahui jenis, jumlah, dimensi, dan detail tulangan pada setiap elemen *pile cap* dan *tie beam*. Tahap ini dilakukan untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam proses perhitungan telah sesuai dengan gambar kerja proyek. Melalui proses identifikasi tersebut, karakteristik masing-masing elemen dapat diketahui sehingga perhitungan kebutuhan material dapat dilakukan dengan lebih tepat.

## 2.3 Perhitungan Volume Beton

Perhitungan volume beton dilakukan berdasarkan dimensi setiap elemen struktur yang terdapat pada gambar kerja. Volume beton dihitung menggunakan Persamaan (1). Hasil perhitungan tersebut selanjutnya digunakan untuk mengetahui kebutuhan beton pada setiap tipe *pile cap* dan *tie beam* yang dianalisis dalam penelitian ini. Hasil perhitungan volume beton pada setiap elemen kemudian direkapitulasi untuk memperoleh total volume pekerjaan *pile cap* dan *tie beam*.

$$V = p \times l \times t \quad (1)$$

Keterangan:

$V$  : volume beton ( $m^3$ )

$p$  : panjang elemen (m)

$l$  : lebar elemen (m)

$t$  : tinggi elemen (m)

## 2.4 Perhitungan Kebutuhan Pembesian

Perhitungan kebutuhan pembesian dilakukan berdasarkan detail tulangan yang terdapat pada gambar kerja. Berat tulangan dihitung menggunakan Persamaan (2). Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui jumlah tulangan yang dibutuhkan pada setiap elemen *pile cap* dan *tie beam* yang dianalisis dalam penelitian.

$$W = 0.006165 \times D^2 \times L \quad (2)$$

Keterangan:

$W$  : berat tulangan ( $kg$ )

$D$  : diameter tulangan ( $mm$ )

$L$  : panjang tulangan (m)

Total kebutuhan pembesian dihitung menggunakan Persamaan (3). Persamaan tersebut digunakan untuk memperoleh berat total tulangan berdasarkan jumlah batang dan berat masing-masing tulangan. Hasil perhitungan kemudian direkapitulasi untuk mengetahui kebutuhan tulangan pada setiap tipe elemen yang ditinjau.

$$W_t = n \times W \quad (3)$$

Keterangan:

$W_t$  : total berat tulangan (*kg*)

$n$  : jumlah batang tulangan

$W$  : berat satu batang tulangan (*kg*)

## 2.5 Perhitungan Luas Bekisting

Perhitungan luas bekisting dilakukan untuk mengetahui kebutuhan bekisting pada pekerjaan *pile cap* dan *tie beam*. Luas bekisting dihitung berdasarkan panjang sisi elemen dan tinggi elemen struktur menggunakan Persamaan (4). Hasil perhitungan tersebut digunakan untuk mengetahui luas bekisting yang diperlukan pada masing-masing elemen struktur yang ditinjau.

$$A = K \times T \quad (4)$$

Keterangan:

$A$  : luas bekisting ( $m^2$ )

$K$  : total panjang sisi bekisting ( $m$ )

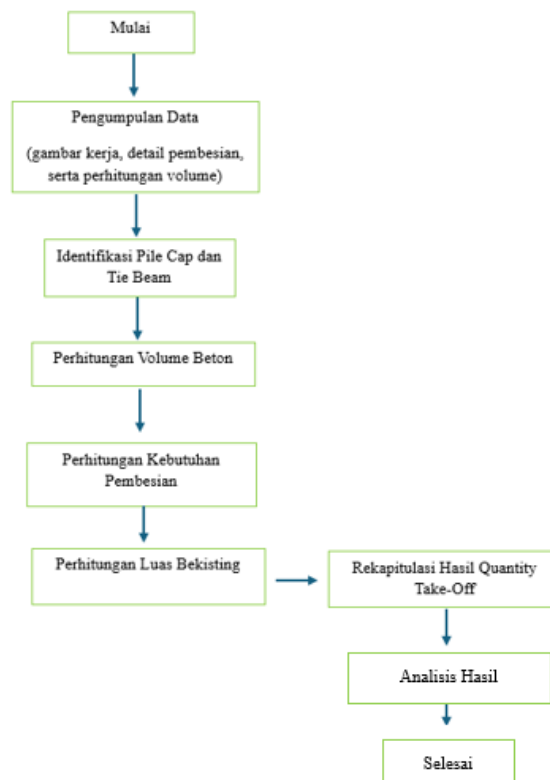
$T$  : tinggi elemen ( $m$ )

## 2.6 Rekapitulasi Hasil Quantity Take-Off

Hasil perhitungan volume beton, kebutuhan pembesian, dan luas bekisting pada setiap elemen *pile cap* dan *tie beam* direkapitulasi dalam bentuk tabel. Rekapitulasi dilakukan untuk memperoleh total kuantitas pekerjaan yang diperlukan pada proyek. Data yang telah direkapitulasi selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam proses analisis hasil penelitian.

## 2.7 Analisis Hasil

Data hasil perhitungan yang telah direkapitulasi kemudian dianalisis secara deskriptif. Analisis dilakukan terhadap volume beton, kebutuhan pembesian, dan luas bekisting yang diperoleh dari proses *Quantity Take-Off*. Hasil analisis digunakan untuk menggambarkan kebutuhan material pada pekerjaan *pile cap* dan *tie beam* berdasarkan gambar kerja proyek.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

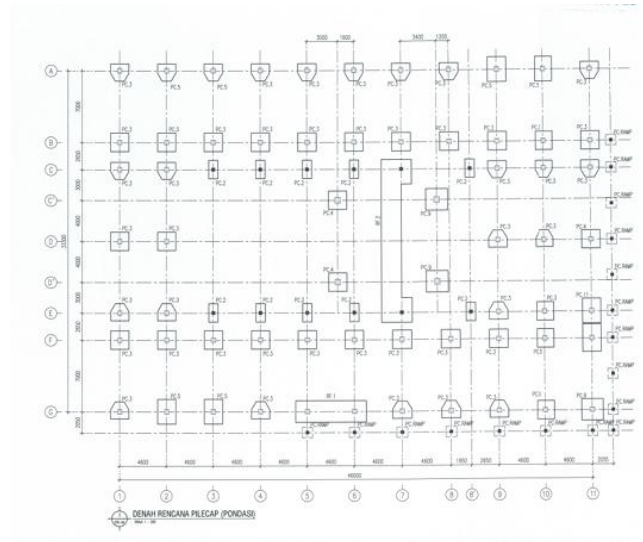
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada pekerjaan struktur bawah Proyek Sekolah X di Kota Medan yang meliputi *pile cap* dan *tie beam*. Kedua elemen tersebut dipilih karena merupakan bagian penting dalam sistem pondasi yang berfungsi meneruskan serta mendistribusikan beban bangunan menuju tanah dasar. Data yang digunakan berasal dari gambar kerja struktur dan detail pembesian yang tersedia pada proyek. Melalui data tersebut, dilakukan proses *Quantity Take-Off* untuk memperoleh kebutuhan beton, pembesian, dan bekisting pada setiap elemen yang ditinjau.

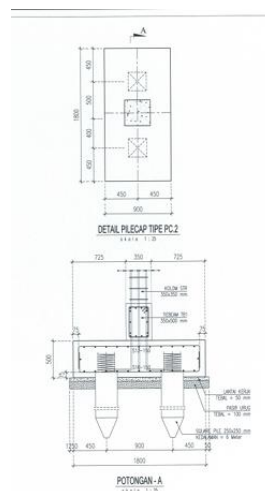
Berdasarkan Gambar 2, *pile cap* pada proyek tersebar pada beberapa titik pondasi dengan tipe dan ukuran yang berbeda. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa setiap titik pondasi memiliki kebutuhan struktur yang tidak selalu sama. Oleh karena itu, perhitungan kuantitas material perlu dilakukan agar kebutuhan beton, tulangan, dan bekisting dapat diketahui secara lebih rinci sebelum pekerjaan dilaksanakan.

Berdasarkan gambar kerja, *pile cap* yang digunakan pada proyek terdiri atas beberapa tipe dengan dimensi dan detail pembesian yang berbeda. Perbedaan tersebut disesuaikan dengan kebutuhan struktur pada masing-masing titik pondasi sehingga kebutuhan beton, tulangan, dan

bekisting yang dihasilkan juga berbeda. Oleh karena itu, setiap tipe *pile cap* dihitung secara terpisah untuk memperoleh kuantitas material yang lebih akurat.



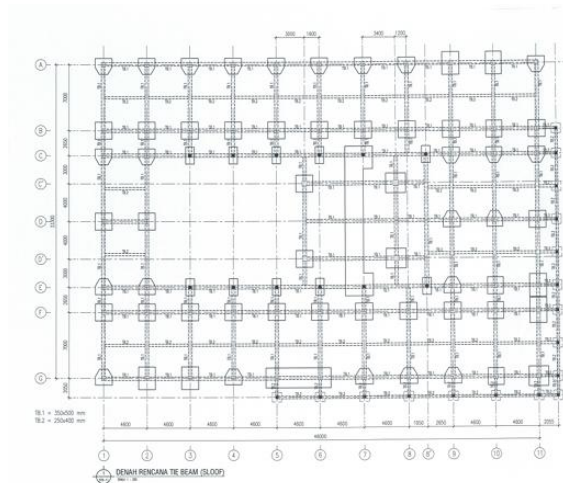
**Gambar 2. Denah Layout Pile Cap**




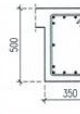
**Gambar 3. Detail Pile Cap Tipe PC 2**

Gambar 3 menunjukkan detail *pile cap* tipe PC 2 yang digunakan sebagai contoh perhitungan pada penelitian ini. Detail tersebut memuat informasi mengenai dimensi elemen dan konfigurasi tulangan yang digunakan sehingga dapat dijadikan dasar dalam proses *Quantity Take-Off*. Informasi yang terdapat pada gambar ini selanjutnya digunakan untuk menghitung volume beton, kebutuhan tulangan, dan luas bekisting pada elemen yang ditinjau.

Berdasarkan Gambar 4, tie beam digunakan sebagai penghubung antar *pile cap* yang tersebar pada area bangunan. Layout tersebut menunjukkan pola penempatan tie beam serta hubungan antar elemen pondasi yang direncanakan pada proyek. Informasi mengenai jumlah dan panjang elemen tie beam pada gambar kerja digunakan sebagai dasar dalam proses *Quantity Take-Off* untuk menentukan kebutuhan beton, pembersian, dan bekisting.



**Gambar 4. Denah Layout Tie Beam**

TIPE SLOOF	TIPE SLOOF TB.1	
	TUMPUAN	LAPANGAN
		
DIMENSI (mm)	350 X 500	
TUL. ATAS	6 S13	6 S13
TUL. TENGAH	2 S10	2 S10
TUL. BAWAH	6 S13	6 S13
TUL. SENGKANG	S10 - 150	S10 - 250

**Gambar 5. Detail Tie Beam**

Gambar 5 menunjukkan detail *tie beam* yang digunakan pada proyek. Detail tersebut memuat informasi mengenai dimensi penampang dan konfigurasi tulangan yang digunakan pada elemen *tie beam*. Data tersebut menjadi acuan dalam proses perhitungan kebutuhan material sehingga hasil *Quantity Take-Off* yang diperoleh sesuai dengan perencanaan yang terdapat pada gambar kerja.

Sebagai contoh perhitungan, digunakan *pile cap* tipe PC 2 karena memiliki data dimensi, detail pembersian, dan informasi bekisting yang lengkap pada gambar kerja. Selain itu, metode perhitungan yang digunakan pada tipe PC 2 sama dengan metode yang diterapkan pada

tipe *pile cap* lainnya sehingga tahapan perhitungan yang ditunjukkan dapat mewakili proses *Quantity Take-Off* dalam penelitian ini. Perbedaan hasil kebutuhan material antar tipe *pile cap* dipengaruhi oleh variasi dimensi elemen, jumlah unit, dan konfigurasi pembesian yang digunakan pada masing-masing tipe.

Perhitungan volume beton dilakukan menggunakan Persamaan (5). Berdasarkan gambar kerja, *pile cap* tipe PC 2 memiliki panjang 1,80 m, lebar 0,90 m, dan tinggi 0,50 m. Dengan mensubstitusikan data tersebut ke dalam Persamaan (5), diperoleh:

$$V = 1.80 \times 0.90 \times 0.50 \quad (5)$$

$$V = 0.81 \text{ m}^3$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kebutuhan beton untuk satu unit *pile cap* tipe PC 2 sebesar 0,81 m<sup>3</sup>. Karena jumlah pile cap tipe PC 2 pada proyek sebanyak 10 unit, maka total kebutuhan beton yang diperlukan untuk tipe tersebut adalah 8,10 m<sup>3</sup>. Nilai tersebut selanjutnya digunakan sebagai bagian dari rekapitulasi volume beton pada pekerjaan *pile cap*.

Kebutuhan pembesian untuk 1 tipe besi dihitung menggunakan Persamaan (6) dan Persamaan (7). Berdasarkan detail pembesian yang digunakan pada *pile cap* tipe PC 2, diameter tulangan yang digunakan adalah 16 mm dengan panjang tulangan 1,326 m. Data tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam menghitung berat tulangan pada elemen yang ditinjau. Dengan menggunakan Persamaan (6), diperoleh berat satu batang tulangan sebagai berikut:

$$W = 0.006165 \times 16^2 \times 1.326 \quad (6)$$

$$W = 2.09 \text{ kg}$$

$$W_t = 11 \times 2.09 \quad (7)$$

$$W_t = 23.02 \text{ kg}$$

Selanjutnya total kebutuhan tulangan dihitung menggunakan Persamaan (7). Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, kebutuhan untuk 1 tipe pembesian pada *pile cap* tipe PC 2 sebesar 23,02 kg. Nilai tersebut menunjukkan jumlah tulangan yang diperlukan berdasarkan detail pembesian yang digunakan pada elemen tersebut. Hasil perhitungan ini kemudian digunakan sebagai bagian dalam rekapitulasi kebutuhan tulangan pada pekerjaan *pile cap*.

Perhitungan luas bekisting dilakukan menggunakan Persamaan (8). Berdasarkan data perhitungan, *pile cap* tipe PC 2 memiliki total panjang sisi bekisting sebesar 5,40 m dan tinggi elemen 0,50 m. Data tersebut digunakan sebagai dasar untuk menentukan luas bekisting yang diperlukan pada elemen yang ditinjau.

$$A = 5.40 \times 0.50 \quad (8)$$

$$A = 2.70 \text{ m}^2$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa luas bekisting untuk satu unit *pile cap* tipe PC 2 sebesar 2,70 m<sup>2</sup>. Dengan jumlah *pile cap* sebanyak 10 unit, maka total kebutuhan bekisting yang diperlukan untuk tipe tersebut adalah 27,00 m<sup>2</sup>. Nilai tersebut selanjutnya digunakan sebagai bagian dari rekapitulasi kebutuhan bekisting pada pekerjaan *pile cap*.

**Tabel 1. Rekapitulasi *Quantity Take-Off Pile Cap***

<b>Tipe</b>	<b>Beton (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tulangan (kg)</b>	<b>Bekisting (m<sup>2</sup>)</b>
PC 2	8,100	705,800	27,000
PC 3	30,724	2.769,200	72,461
PC 4	45,360	3.716,000	100,800
PC 5	8,852	908,400	17,036
PC 6	2,430	192,500	4,500
PC 9	6,615	190,300	12,600
RF 1	7,245	558,970	9,000
RF 2	23,055	1.341,289	18,800
<b>Total</b>	<b>132,381</b>	<b>10.382,459</b>	<b>262,197</b>

Berdasarkan Tabel 1, total kebutuhan beton pada pekerjaan *pile cap* sebesar 132,381 m<sup>3</sup>. Kebutuhan terbesar terdapat pada tipe PC 4 dengan volume beton sebesar 45,360 m<sup>3</sup>, sedangkan kebutuhan terkecil terdapat pada tipe PC 6 sebesar 2,430 m<sup>3</sup>. Perbedaan kebutuhan material pada setiap tipe *pile cap* terjadi karena masing-masing tipe memiliki dimensi, jumlah unit, dan konfigurasi pembesian yang berbeda sesuai dengan kebutuhan struktur pada lokasi penempatannya. Tipe *pile cap* dengan dimensi yang lebih besar dan jumlah unit yang lebih banyak akan menghasilkan kebutuhan beton, tulangan, dan bekisting yang lebih tinggi dibandingkan tipe lainnya. Pola yang sama juga terlihat pada kebutuhan tulangan dan bekisting sehingga menunjukkan bahwa karakteristik setiap tipe *pile cap* berpengaruh terhadap besarnya kuantitas material yang diperlukan.

**Tabel 2. Rekapitulasi *Quantity Take-Off Tie Beam***

<b>Tipe</b>	<b>Beton (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tulangan (kg)</b>	<b>Bekisting (m<sup>2</sup>)</b>
TB 1	113,225	12.975,058	647,000
TB 2	12,490	1.377,800	99,920
<b>Total</b>	<b>125,715</b>	<b>14.352,858</b>	<b>746,920</b>

Berdasarkan Tabel 2, kebutuhan material terbesar terdapat pada TB 1. Volume beton yang dibutuhkan mencapai 113,225 m<sup>3</sup> dengan kebutuhan tulangan sebesar 12.975,058 kg dan bekisting sebesar 647,000 m<sup>2</sup>. Besarnya kebutuhan material tersebut dipengaruhi oleh panjang elemen dan jumlah *tie beam* yang digunakan pada bangunan.

**Tabel 3. Rekapitulasi Total *Quantity Take-Off***

Uraian	Pile Cap	Tie Beam	Total
Beton (m <sup>3</sup> )	132,381	125,715	258,096
Tulangan (kg)	10.382,459	14.352,858	24.735,317
Bekisting (m <sup>2</sup> )	262,197	746,920	1.009,117

Berdasarkan Tabel 3, total kebutuhan beton pada pekerjaan pile cap dan tie beam mencapai 258,096 m<sup>3</sup>. Sementara itu, kebutuhan tulangan dan bekisting masing-masing sebesar 24.735,317 kg dan 1.009,117 m<sup>2</sup>. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pekerjaan *tie beam* memberikan kontribusi terbesar terhadap kebutuhan tulangan dan bekisting dibandingkan *pile cap*. Kondisi ini dipengaruhi oleh panjang elemen *tie beam* yang menghubungkan antar pondasi sehingga menghasilkan volume pekerjaan yang lebih besar.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, kebutuhan material pada pekerjaan *pile cap* dan *tie beam* dipengaruhi oleh dimensi elemen, jumlah elemen, serta konfigurasi pembesian yang terdapat pada gambar kerja. Elemen dengan ukuran yang lebih besar cenderung menghasilkan kebutuhan beton, tulangan, dan bekisting yang lebih tinggi dibandingkan elemen dengan dimensi yang lebih kecil. Kondisi ini menunjukkan bahwa karakteristik geometrik setiap elemen berpengaruh langsung terhadap kuantitas material yang dibutuhkan dalam pelaksanaan konstruksi (Bastian & Setiawan, 2023).

Perbedaan kebutuhan material juga terlihat pada setiap tipe *pile cap* yang digunakan dalam penelitian ini. Meskipun fungsi strukturalnya sama, variasi dimensi dan detail pembesian menyebabkan volume beton, berat tulangan, dan luas bekisting yang dihasilkan menjadi berbeda. Temuan ini menunjukkan bahwa proses *Quantity Take-Off* perlu dilakukan secara rinci pada setiap tipe elemen agar hasil perhitungan material yang diperoleh lebih akurat dan sesuai dengan kondisi perencanaan proyek (Ailing & Qarinur, 2024).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa dimensi elemen dan konfigurasi tulangan merupakan faktor utama yang memengaruhi kebutuhan material pada struktur beton bertulang. Dengan demikian, hasil *Quantity Take-Off*

tidak hanya memberikan informasi mengenai jumlah material yang diperlukan, tetapi juga dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan pengadaan material dan pengendalian volume pekerjaan sejak tahap awal proyek (Rayhannafi Anwar & Nurchasanah, 2023; Sadad & Noviantoro, 2024).

#### 4. PENUTUP

##### **Simpulan dan Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh total kebutuhan beton pada pekerjaan pile cap dan tie beam sebesar 258,096 m<sup>3</sup>, kebutuhan tulangan sebesar 24.735,317 kg, dan kebutuhan bekisting sebesar 1.009,117 m<sup>2</sup>. Pada pekerjaan *pile cap*, kebutuhan material terbesar terdapat pada tipe PC 4, sedangkan pada pekerjaan *tie beam* kebutuhan terbesar terdapat pada tipe TB 1. Perbedaan kebutuhan material yang diperoleh pada setiap tipe elemen menunjukkan bahwa masing-masing *pile cap* dan *tie beam* memiliki karakteristik yang berbeda, baik dari segi dimensi, jumlah elemen, maupun detail pembesian yang digunakan pada gambar kerja. Kondisi tersebut menyebabkan kebutuhan beton, tulangan, dan bekisting yang dihasilkan juga berbeda pada setiap tipe elemen. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses *Quantity Take-Off* dapat memberikan informasi kuantitas material secara rinci berdasarkan data perencanaan yang tersedia sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan kebutuhan material dan pengendalian volume pekerjaan pada tahap awal proyek. Dengan adanya informasi tersebut, proses pengadaan material dapat dilakukan secara lebih terarah serta potensi terjadinya kekurangan maupun kelebihan material selama pelaksanaan konstruksi dapat diminimalkan. Untuk penelitian selanjutnya, analisis *Quantity Take-Off* dapat dikembangkan pada elemen struktur lainnya atau dikombinasikan dengan analisis biaya sehingga hasil yang diperoleh tidak hanya menggambarkan kebutuhan material, tetapi juga dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan estimasi biaya proyek konstruksi.

##### **DAFTAR PUSTAKA**

- Ailing, R., & Qarinur, M. (2024). ANALISIS KEBUTUHAN TULANGAN KOLOM DAN BALOK PADA TRIBUN PENONTON STADION MINI PANCING PROVINSI SUMATERA UTARA. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia*, 5(1), 715–732.
- Bastian, O., & Setiawan, T. H. (2023). Penerapan Building Information Modeling dalam Proses Quantity Take-Off pada Proyek Gudang X. *Journal of Sustainable Construction*, 2(2), 12–21. <https://journal.unpar.ac.id/index.php/josc>

- Jonathan, R., & Anondho, D. B. (2021). PERBANDINGAN PERHITUNGAN VOLUME PEKERJAAN DAK BETON BERTULANG ANTARA METODE BIM DENGAN KONVENSIONAL. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(1), 271–280.
- Lemuel, A., Saragih, B., & Wacono, S. (2024). ANALISIS PENGENDALIAN MUTU PADA PEKERJAAN PILE CAP PROYEK X. *Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*, 2024.
- Lutfi, K. (2025). TEKNIK PELAKSANAAN PEKERJAAN PILE CAP DAN TIE BEAM PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG L UNIVERSITAS DIAN NUSWANTORO SEMARANG. *Science And Engineering National Seminar*, 10.
- Nasautama, S., & Sitompul, M. (2022). Analisis Kebutuhan Tulangan dan Tulangan Sisa (Waste) Pekerjaan Struktur Kolom, Balok dan Pelat Lantai Proyek Pembangunan Pasar Baru Kabupaten Mandailing Natal. *Jurnal Teknik Sipil*, Volume 14(Issue 2).
- Rayhannafi Anwar, M., & Nurchasanah, Y. (2023). PERBANDINGAN QUANTITY TAKE-OFF BETON ANTARA METODE KONVENSIONAL DENGAN METODE BIM PADA GEDUNG 13 LANTAI. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2023*.
- Rinaldi Tamba, H., & Suita Harahap, D. (2024). ANALISIS PEMBESIAN PILECAP PADA PEMBANGUNANPROYEK RUSUN POLDA SUMATERA UTARA. In *Cetak) BuletinUtamaTeknik* (Vol. 19, Number 3). Online.
- Sadad, I., & Noviantoro, D. (2024). Implementasi Building Information Modeling (BIM) Menggunakan Metode Quantity Take Off Untuk Menentukan Volume Pekerjaan Struktur (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Perpustakaan Kabupaten Pesawaran). In *Jurnal Teknika Sains* (Vol. 09).
- Suwarni, A., & Anondho, B. (2021). PERBANDINGAN PERHITUNGAN VOLUME KOLOM BETON ANTARA BUILDING INFORMATION MODELING DENGAN METODE KONVENSIONAL. *JURNAL TEKNIK SIPIL*, VI No II., 75–83.
- Syarifah, N., Sunarjono, S., & Putra, F. (2024). ANALISIS PERHITUNGAN KEBUTUHAN BERAT TULANGAN DAN VOLUME BETON PADA KONSTRUKSI BORED PILE (STUDI KASUS : PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL SOLO – YOGYAKARTA – NYIA KULONPROGO SEKSI 1 PAKET 1.1). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2024*.