

Analisa Perhitungan Volume Pile Cap (Studi Kasus: Proyek Jembatan Penyebrangan Orang (JPO) RSUD Dr. Soeselo Slawi)

Abdullah Faisal Badraig⁽¹⁾, Nadya Shafira Salsabilla⁽²⁾

^{(1),(2)} Jurusan Teknik Sipil, Universitas Pancasakti Tegal

Email: abdullahfaisalbadraig@gmail.com⁽¹⁾

Abstrak

Pile Cap adalah struktur pondasi yang letaknya berada diatas tiang pancang. *Pile Cap* terbuat dari beton bertulang yang dirancang untuk menyalurkan beban dari kolom yang kemudian disebarkan ke tiang pancang dibawahnya dengan rata. Ukuran *Pile Cap* bervariasi tergantung jumlah dan ukuran tiang pancangnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis volume material beton dan tulangan baja dari struktur *Pile Cap* serta biaya yang diperlukan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan pendekatan analisis teknik kuantitatif. Hasil analisa menunjukkan bahwa penggunaan material beton untuk masing-masing jenis *Pile Cap* yaitu P1, P2, dan P3 secara berurutan-turut 5,8m³, 29,4m³, dan 4,02m³, material besi tulangan 644,98kg, 3.586,06kg, dan 437,73kg, dengan total biaya Rp111.443.565,23-. Signifikansi dari hasil penelitian ini tidak hanya membantu pelaksanaan proyek JPO di RSUD dr. Soeselo, tetapi juga dapat menjadi referensi bagi pelaksanaan proyek serupa dalam mencari volume pekerjaan lain, terutama pekerjaan *Pile Cap* untuk memastikan material yang digunakan sesuai dengan perencanaan.

Kata Kunci: Analisis, Anggaran, *Pile Cap*, Volume

Pendahuluan

Konstruksi infrastruktur, khususnya dalam pembangunan jembatan penyeberangan orang (JPO), merupakan bagian krusial dalam pemenuhan kebutuhan transportasi dan mobilitas pasien dan pengunjung rumah sakit. Pada proyek konstruksi seperti JPO RSUD dr. Soeselo Slawi, elemen struktural seperti *Pile Cap* memegang peran penting dalam memastikan kekuatan, stabilitas, dan ketahanan struktur terhadap beban yang diterimanya [1].

Pile Cap merupakan bagian penting dari sistem pondasi JPO yang berfungsi mendistribusikan beban dari struktur di atasnya secara merata ke *Borepile* dan selanjutnya ke tanah yang lebih luas, sehingga mencegah penumpukan tekanan berlebihan pada tanah di sekitarnya serta memastikan stabilitas struktur, terutama pada konstruksi JPO yang memerlukan dukungan tambahan untuk menahan beban besar. [2].

Perhitungan volume dan material yang dibutuhkan untuk *Pile Cap* sangat penting untuk memastikan efisiensi penggunaan material dan biaya dalam proyek konstruksi. Volume beton yang tepat akan mempengaruhi kekuatan struktural dan durabilitas JPO. Selain itu, pemilihan material yang sesuai akan memastikan kualitas dan ketahanan struktur dalam jangka panjang.

Novelty (kebaruan) dari penelitian ini terletak pada pendekatan terperinci dalam menganalisis volume material *Pile Cap* pada Jembatan RSUD dr. Soeselo Slawi, yang berfokus pada perhitungan volume material dan anggaran biaya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baru dalam pemahaman praktik konstruksi dan manajemen biaya pada proyek-proyek infrastruktur serupa, sambil menyediakan informasi yang berguna bagi para praktisi dan peneliti di bidang teknik sipil [3].

Rumusan masalah dari penelitian mengenai analisis volume pondasi *Pile Cap* pada

Jembatan RSUD dr. Soeselo Slawi ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana proses perhitungan volume
2. Bagaimana hasil perhitungan volume material
3. Berapa anggaran biaya yang dibutuhkan

Tujuan dari penelitian mengenai analisis volume pondasi Pile Cap pada Jembatan RSUD dr. Soeselo Slawi ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Mengetahui proses perhitungan volume
2. Mengetahui hasil volume material
3. Mengetahui anggaran biaya yang dibutuhkan

Landasan Teori

Landasan teori dalam penelitian ini berfokus pada konsep perencanaan struktur fondasi, khususnya *pile cap*, serta pendekatan kuantitatif dalam menghitung volume dan kebutuhan material. Pemahaman mendalam mengenai teori ini diperlukan untuk menjamin akurasi perencanaan dan efisiensi pelaksanaan konstruksi.

Pile cap merupakan bagian penting dari sistem pondasi yang berfungsi untuk mendistribusikan beban dari kolom ke tiang pancang. *Pile cap* dirancang untuk memaksimalkan stabilitas dan efisiensi sistem pondasi dalam menahan beban struktural [4].

Perhitungan volume pekerjaan *pile cap* mengacu pada rumus geometris sederhana seperti rumus (1). Selain itu, estimasi kebutuhan tulangan baja didasarkan pada standar berat baja per satuan panjang sesuai SNI 2052-2017, Baja tulangan beton.

$$\text{Volume} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \times \text{jumlah} \dots \dots \dots (1)$$

Manajemen material merupakan komponen kunci dalam proyek konstruksi, terutama pada tahap pondasi. Akurasi dalam perhitungan volume material membantu pengendalian anggaran proyek dan meminimalkan pemborosan [5].

Landasan teori yang telah diuraikan memberikan dasar yang kuat untuk mendukung penghitungan volume pekerjaan pile cap pada proyek JPO di RSUD dr. Soeselo Slawi. Dengan pendekatan ini, diharapkan penelitian dapat memberikan hasil yang akurat dan aplikatif dalam praktik konstruksi.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan pendekatan analisis teknik kuantitatif karena penelitian ini melibatkan perhitungan angka atau data numerik. Metode penelitian kuantitatif adalah pendekatan penelitian yang berfokus pada pengumpulan dan analisis data dalam bentuk angka atau kuantitas. Metode ini bertujuan untuk memahami fenomena tertentu melalui perhitungan matematis, statistik, atau komputasi, serta menghasilkan informasi yang objektif dan dapat diukur [6].

Objek penelitian yang akan diteliti adalah struktur beton bertulang *Pile Cap* dalam proyek Jembatan Penyebrangan Orang (JPO) RSUD dr. Soeselo. Lokasi Proyek ini adalah bangunan Jembatan Penyebrangan Orang (JPO) RSUD dr. Soeselo Jl. DR. Soetomo No.63, Slawi Kulon, Kec. Slawi, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah 52419.

Proses Pembuatan:

1. Pekerjaan penggalian

Proses penggalian untuk pembuatan pondasi pilecap melibatkan serangkaian langkah yang penting dalam persiapan sebelum pengecoran beton pilecap yang menjadi bagian penting dari pondasi tiang pancang.

2. Pemasangan besi tulangan

Proses dimulai dengan pemasangan besi tulangan yang berada dibawah kedalam lubang pondasi, kemudian ditambahkan tulangan atas dan samping untuk mengikat tulangan utama dan melengkapi kebutuhan besi tulangan pada struktur.

3. Pemasangan bekisting

Bekisting yang digunakan dalam pekerjaan ini adalah bekisting kayu. Papan kayu dipotong dan dirakit sesuai dengan desain yang diinginkan untuk membentuk bekisting. Papan-papan tersebut kemudian dipasang di sekeliling area pondasi pilecap, membentuk kerangka yang akan menampung beton selama pengecoran.

4. Pengecoran

Beton yang telah disiapkan dengan campuran yang tepat dicurahkan ke dalam bekisting secara perlahan-lahan. Proses ini harus diawasi dengan cermat untuk memastikan bahwa beton merata dan tidak terjadi retakan atau kekosongan udara di dalamnya.

5. Penggurunan ulang

Penggurunan ulang dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan bahwa perubahan yang diperlukan pada struktur tanah atau ketinggian area telah dilakukan dengan akurat dan sesuai dengan rencana konstruksi.

Metode Pengumpulan Data:

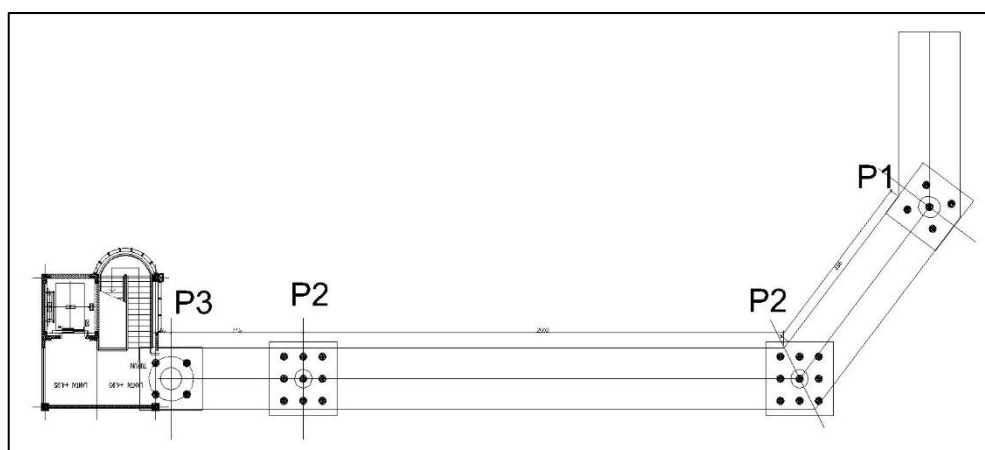
1. Data Perencanaan

Data perencanaan didapat dari-data yang sudah ada seperti data bangunan, gambar DED Jembatan Penyebrangan Orang (JPO), dan data RAB yang memuat material dari proyek tersebut.

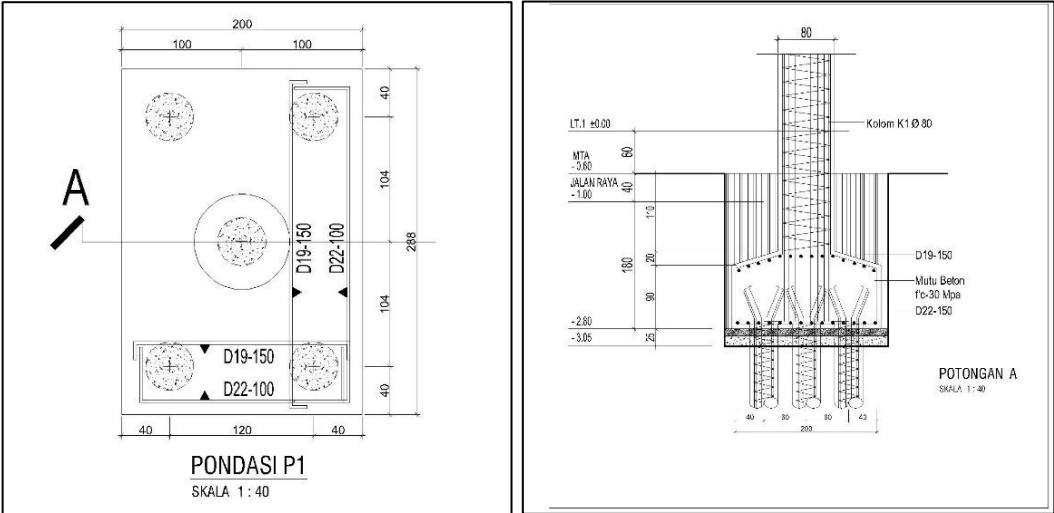
2. Data Proyek:

Data proyek didapat dari pengukuran langsung di lapangan setelah struktur dibuat.

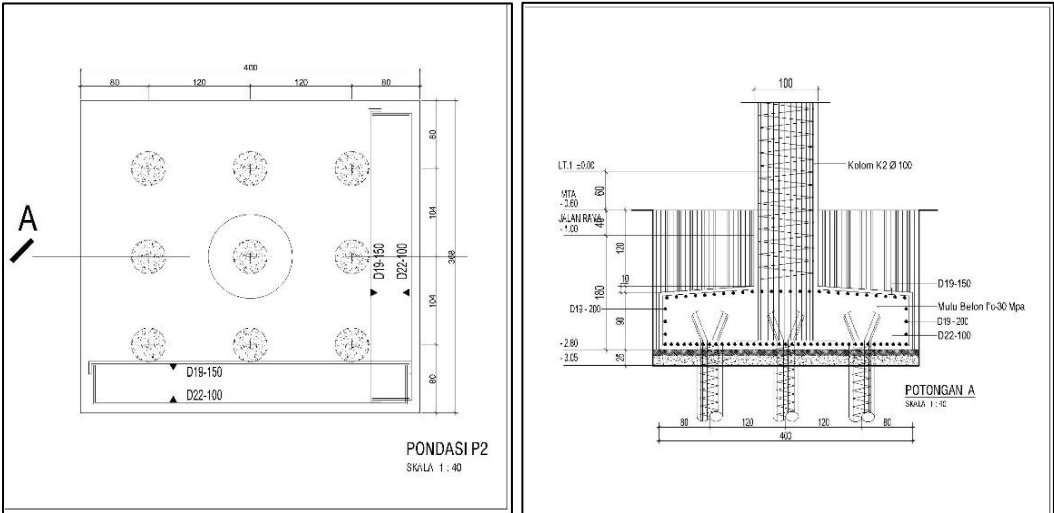
- Nama struktur: Struktur beton bertulang *Pile Cap*
- Fungsi struktur: Menyalurkan beban dari kolom ke tiang pancang secara merata
- Tipe struktur: Pondasi
- Jenis-jenis struktur: P1, P2, P3
- Jumlah struktur: 4 unit (P1 = 1 unit, P2 = 2 unit, P3 = 1 unit)
- Volume struktur total (Beton): 39,8 m³
- Gambar *Detailed Engineering Drawing* (DED):



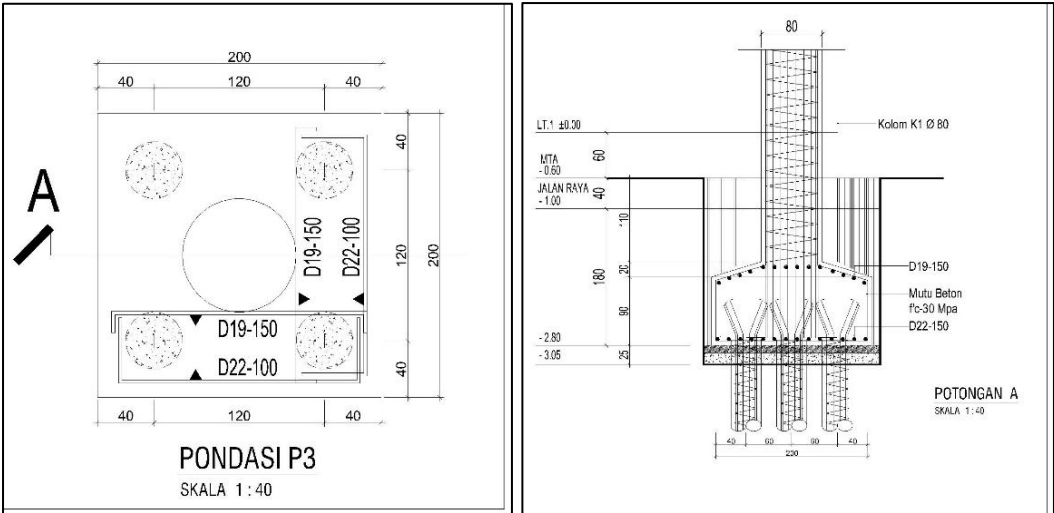
Gambar 1. Denah Pile Cap



Gambar 2. Gambar Kerja Struktur *Pile Cap* P1



Gambar 3. Gambar Kerja Struktur *Pile Cap* P2



Gambar 4. Gambar Kerja Struktur *Pile Cap* P3

3. Data Material:

- Mutu beton yang digunakan dalam pembuatan struktur ini memiliki kekuatan ($f'c$) sebesar 30 MPa.
- Tulangan yang digunakan dalam struktur ini adalah tulangan ulir D22-100 untuk bagian bawah, D19-150 untuk bagian atas, dan D19-200 untuk bagian samping.

Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Analisis Backup Volume:

1. Penggalian tanah biasa sedalam > 1 m s.d. 2 m

Hasil hitungan volume penggalian tanah menurut rumus (1) adalah:

a. *Pile Cap* tipe P1

$$V_{p1} = 3,3 \times 2,4 \times 2 \times 1 = 15,84 \text{ m}^3$$

b. *Pile Cap* tipe P2

$$V_{p2} = 4,1 \times 4,4 \times 2 \times 2 = 72,16 \text{ m}^3$$

c. *Pile Cap* tipe P3

$$V_{p3} = 2,4 \times 2,4 \times 2 \times 1 = 11,52 \text{ m}^3$$

- d. Berdasarkan perhitungan a, b, c, volume penggalian tanah total dapat dihitung menggunakan rumus (2) adalah:

$$V_{total} = V_{p1} + V_{p2} + V_{p3} \dots\dots\dots (2)$$

$$V_{total} = 15,84 + 72,16 + 11,52 = 99,52 \text{ m}^3$$

2. Membuat beton untuk lantai kerja $f'c = 7,4$ s.d. $9,8$ MPa (bedding)

Hasil hitungan volume beton untuk lantai kerja menurut rumus (1) adalah:

a. *Pile Cap* tipe P1

$$V_{p1} = 2,9 \times 2 \times 0,05 \times 1 = 0,29 \text{ m}^3$$

b. *Pile Cap* tipe P2

$$V_{p2} = 3,7 \times 4 \times 0,05 \times 2 = 1,48 \text{ m}^3$$

c. *Pile Cap* tipe P3

$$V_{p3} = 2 \times 2 \times 0,05 \times 1 = 0,2 \text{ m}^3$$

- d. Berdasarkan perhitungan a, b, c, volume lantai kerja total dapat dihitung menggunakan rumus (2) adalah:

$$V_{total} = 0,29 + 1,48 + 0,2 = 1,97 \text{ m}^3$$

3. Tulangan *Pile Cap*

$$V = p \times BJ \times QY \times n \dots\dots\dots (3)$$

Hasil hitungan volume tulangan *Pile Cap* menurut rumus (3) adalah:

a. *Pile Cap* tipe P1

1) Vertikal

a) Besi D22 (Bawah)

$$V_{p1v1} = 5 \times 2,834 \times 13 \times 1 = 184,21 \text{ Kg}$$

b) Besi D19 (Tengah)

$$V_{p1v2} = 3,2 \times 2,169 \times 6 \times 1 = 41,6448 \text{ Kg}$$

c) Besi D19 (Atas)

$$V_{p1v3} = 3,05 \times 2,169 \times 13 \times 1 = 86,00085 \text{ Kg}$$

Total volume pondasi 1 vertikal dapat dihitung menggunakan rumus (2), yaitu:

$$V_{total} = V_{p1v1} + V_{p1v2} + V_{p1v3}$$

$$V_{total} = 184,21 + 41,6448 + 86,00085 = 311,85565 \text{ Kg}$$

2) Horizontal

a) Besi D22 (Bawah)

$$V_{p1_{h1}} = 4,1 \times 2,834 \times 19 \times 1 = 220,7686 \text{ Kg}$$

b) Besi D19 (Tengah)

$$V_{p1_{h2}} = 2,3 \times 2,169 \times 6 \times 1 = 29,9322 \text{ Kg}$$

c) Besi D19 (Atas)

$$V_{p1_{h3}} = 1,9 \times 2,169 \times 20 \times 1 = 82,422 \text{ Kg}$$

Total volume pondasi 1 horizontal dapat dihitung menggunakan rumus (2), yaitu:

$$V_{total} = V_{p1_{h1}} + V_{p1_{h2}} + V_{p1_{h3}}$$

$$V_{total} = 220,7686 + 29,9322 + 82,422 = 333,1228 \text{ Kg}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, volume tulangan jenis pondasi P1 total juga dapat dihitung menggunakan rumus (2), yaitu:

$$V_{p1_v} + V_{p1_h} = 311,85565 + 333,1228 = 644,97845 \text{ Kg}$$

b. *Pile Cap* tipe P2

1) Vertikal

a) Besi D22 (Bawah)

$$V_{p2_{v1}} = 5,98 \times 2,834 \times 38 \times 2 = 1287,996 \text{ Kg}$$

b) Besi D19 (Tengah)

$$V_{p2_{v2}} = 4,18 \times 2,169 \times 6 \times 2 = 108,797 \text{ Kg}$$

c) Besi D19 (Atas)

$$V_{p2_{v3}} = 4,18 \times 2,169 \times 26 \times 2 = 471,4538 \text{ Kg}$$

Total volume pondasi 2 vertikal dapat dihitung menggunakan rumus (2) yaitu:

$$V_{total} = V_{p2_{v1}} + V_{p2_{v2}} + V_{p2_{v3}}$$

$$V_{total} = 1287,996 + 108,797 + 471,4538 = 1868,247 \text{ Kg}$$

2) Horizontal

a) Besi D22 (Bawah)

$$V_{p2_{h1}} = 5,7 \times 2,834 \times 36 \times 2 = 1163,074 \text{ Kg}$$

b) Besi D19 (Tengah)

$$V_{p2_{h2}} = 3,9 \times 2,169 \times 6 \times 2 = 101,5092 \text{ Kg}$$

c) Besi D19 (Atas)

$$V_{p2_{h3}} = 3,9 \times 2,169 \times 26 \times 2 = 439,8732 \text{ Kg}$$

Total volume pondasi 2 horizontal dapat dihitung menggunakan rumus (2) yaitu:

$$V_{total} = V_{p2_{h1}} + V_{p2_{h2}} + V_{p2_{h3}}$$

$$V_{total} = 1163,074 + 101,5092 + 439,8732 = 1704,456 \text{ Kg}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, volume tulangan jenis pondasi P2 total juga dapat dihitung menggunakan rumus (2), yaitu:

$$V_{total} = V_{p2_v} + V_{p2_h}$$

$$V_{total} = 1868,247 + 1704,456 = 3572,703 \text{ Kg}$$

c. *Pile Cap* tipe P3

1) Vertikal

a) Besi D22 (Bawah)

$$V_{p3_{v1}} = 3,9 \times 2,834 \times 19 \times 1 = 210 \text{ Kg}$$

b) Besi D19 (Tengah)

$$V_{p3_{v2}} = 3,1 \times 2,169 \times 2 \times 1 = 9,11 \text{ Kg}$$

c) Besi D19 (Atas)

$$V_{p3_{v3}} = 2,1 \times 2,169 \times 13 \times 1 = 59,2 \text{ Kg}$$

Total volume pondasi 3 vertikal dapat dihitung menggunakan rumus (2), yaitu:

$$V_{total} = V_{p3_{v1}} + V_{p3_{v2}} + V_{p3_{v3}}$$

$$V_{total} = 210 + 9,11 + 59,2 = 278,31 \text{ Kg}$$

2) Horizontal

a) Besi D22 (Bawah)

$$V_{p3_{h1}} = 4,1 \times 2,834 \times 19 \times 1 = 220,77 \text{ Kg}$$

b) Besi D19 (Tengah)

$$V_{p3_{h2}} = 2,1 \times 2,169 \times 2 \times 1 = 9,11 \text{ Kg}$$

c) Besi D19 (Atas)

$$V_{p3_{h3}} = 2,1 \times 2,169 \times 13 \times 1 = 59,2 \text{ Kg}$$

Total volume pondasi 3 horizontal dapat dihitung menggunakan rumus (2), yaitu:

$$V_{total} = V_{p3_{h1}} + V_{p3_{h2}} + V_{p3_{h3}}$$

$$V_{total} = 220,77 + 9,11 + 59,2 = 289,08 \text{ Kg}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut volume tulangan jenis pondasi P3 total juga dapat dihitung menggunakan rumus (2), yaitu:

$$V_{p3_v} + V_{p3_h} = 278,31 + 289,08 = 567,38 \text{ Kg}$$

d) Berdasarkan perhitungan a, b, c, total volume tulangan dapat dihitung menggunakan rumus (2), yaitu:

$$V_{total} = V_{p1} + V_{p2} + V_{p3}$$

$$V_{total} = 0,29 + 1,48 + 0,2 = 1,97 \text{ m}^3$$

4. Beton *Pile Cap* (Ready Mix f'_c 30 MPa)

Untuk menghitung volume beton untuk lantai kerja, digunakan rumus:

$$V = p \times l \times t \times n \dots\dots\dots (4)$$

a. *Pile Cap* tipe P1

$$V_{p1} = 2,9 \times 2 \times 1 \times 1 = 5,8 \text{ m}^3$$

b. *Pile Cap* tipe P2

$$V_{p2} = 3,7 \times 4 \times 1 \times 2 = 29,6 \text{ m}^3$$

c. *Pile Cap* tipe P3

$$V_{p3} = 2 \times 2 \times 1,1 \times 1 = 4,4 \text{ m}^3$$

d. Berdasarkan perhitungan a, b, c, volume Beton *Pile Cap* (Ready Mix f'_c 30 MPa) total adalah

$$V_{total} = V_{p1} + V_{p2} + V_{p3}$$

$$V_{total} = 5,8 + 29,6 + 4,4 = 39,8 \text{ m}^3$$

Anggaran Biaya:

Berdasarkan jenis material yang digunakan, perhitungan volume yang sudah dihitung, dan harga satuan dari data proyek, maka anggaran biaya pekerjaan *Pile Cap* pada proyek Jembatan Penyebrangan Orang (JPO) RSUD dr.SOESELO Slawi Kabupaten Tegal dapat dibuat menggunakan *software* Microsoft Excel, yaitu:

Tabel 1. Anggaran biaya pekerjaan struktur *Pile Cap* pada proyek JPO RSUD dr.SOESELO.

No.	Pekerjaan Satuan	Volume Pekerjaan	Sat.	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
1.	PEKERJAAN PILE CAP				Rp 111.443.565,23
a	Penggalian tanah biasa sedalam > 1 m s.d. 2 m	99,52	m ³	Rp 77.265	Rp 7.689.412,80
b	Pengurugan Kembali Galian Tanah	55,98	m ³	Rp 45.450	Rp 2.544.291,00
c	Pemadatan tanah	55,98	m ³	Rp 45.450	Rp 2.544.291,00
d	Pengurugan dengan Pasir Urug	1,97	m ³	Rp219.170	Rp 431.764,90
e	Membuat beton untuk lantai kerja (bedding) Beton f'c' = 7,4 s.d. 9,8 MPa (K-100 s.d. K-125) dengan cara manual	1,97	m ³	Rp691.009	Rp 1.361.287,36
f	Pelaksanaan Curring Beton menggenangi 100 m2 permukaan beton dengan air selama 4 hari	-	m ²	Rp 689	-
g	Beton Bertulang Pile Cap				
1)	Pile Cap Type P.1				
a)	Beton Ready Mix f'c 30 MPA	5,80	m ³	Rp932.379	Rp 5.407.798,91
b)	Penulangan dengan Besi Tulangan	644,98	kg	Rp 11.691	Rp 7.540.299,94
-	Pemasangan Bekisting untuk Pondasi Telapak Beton Bangunan Gedung 2x pakai	9,60	m ²	Rp121.334	Rp 1.164.806,40
2.	Pile Cap Type P.2				
-	Beton Ready Mix f'c 30 MPA	29,40	m ³	Rp932.379	Rp 27.411.946,21
-	Penulangan dengan Besi Tulangan	3.586,06	kg	Rp 11.691	Rp 41.923.730,95
-	Pemasangan Bekisting untuk Pondasi Telapak Beton Bangunan Gedung 2x pakai	30,40	m ²	Rp121.334	Rp 3.688.553,60
3	Pile Cap Type P3				
-	Beton Ready Mix f'c 30 MPA	4,02	m ³	Rp932.379	Rp 3.744.434,56
-	Penulangan dengan Besi Tulangan	437,73	kg	Rp 11.691	Rp 5.117.342,80
-	Pemasangan Bekisting untuk Pondasi Telapak Beton Bangunan Gedung 2x pakai	7,20	m ²	Rp121.334	Rp 873.604,80

Kesimpulan

Penelitian ini menyoroti berbagai aspek yang terkait dengan proses pembuatan pondasi *Pile Cap* pada Jembatan RSUD dr. Soeselo Slawi. Jurnal ini perlu penelitian tambahan untuk mengetahui kekuatan yang dihasilkan oleh *Pile Cap* karna jurnal ini tidak menganalisa jenis tanah sehingga tidak dapat mengetahui kekuatan yang dihasilkan. Berdasarkan analisa yang dilakukan terhadap perhitungan volume material anggaran biaya, ditemukan beberapa poin penting, yaitu:

1. Volume beton untuk *Pile Cap* tipe P1 adalah 5,8m³ dengan biaya Rp5.407.798,91 dan tulangnya 644,98kg dengan biaya Rp7.540.299,94-
2. Volume beton untuk *Pile Cap* tipe P2 adalah 29,4m³ dengan biaya Rp27.411.946,21- - dan tulangnya 3.586,06kg dengan biaya Rp41.923.730,95-
3. Volume beton untuk *Pile Cap* tipe P3 adalah 4,02m³ dengan biaya Rp3.744.434,56- dan tulangnya 437,73kg dengan biaya Rp5.117.342,80-
4. Ditambah dengan pekerjaan lain yang berhubungan dengan pekerjaan *Pile Cap*, jumlah biaya total adalah Rp111.443.565,23-

Keterangan Notasi

- m : meter
m² : meter persegi
m³ : meter kubik
v : volume
kg : kilogram

Daftar Pustaka

- [1] A. Bloodworth, P. Jackson, and M. Lee, "Strength of reinforced concrete pile caps," *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Structures and Buildings*, vol. 156, no. 4, pp. 347–358, Nov. 2003.
- [2] A. Golam Rabbany, S. Islam, and M. Hasan-Uz-Zaman, "Pile Cap Performances in Different Consequences," *Architecture Research*, vol. 8, no. 2, pp. 51–61, Jan. 2018, doi: 10.5923/j.arch.20180802.02.
- [3] I. Frederick E. Willcox, "PILE CAP," 5,531,544, Jul. 02, 1996
- [4] R. Yanita, R. Setyadi, K. Mochtar, R. Ajid, and Haryadi, "EVALUASI VOLUME DAN BIAYA MATERIAL KONSTRUKSI BANGUNAN BETON DENGAN VARIASI SUMBER SEMEN DAN PASIR," *TECHNOPEX*, pp. 146–253, Nov. 2019, Accessed: Dec. 17, 2024. [Online]. Available: <https://technopex.iti.ac.id/ocs/index.php/tpx19/tpx19/paper/view/216/0>
- [5] M. Risky Ashar and M. Beatrix, "IMPLEMENTATION OF BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) IN VOLUME OF STRUCTURAL WORKS CASE STUDY OF THE CLASS III INPATIENT BUILDING PROJECT AT SIJUNJUNG REGIONAL HOSPITAL," *Journal of Scientech Research and Development*, vol. 6, no. 1, pp. 615–623, Jun. 2024, [Online]. Available: <http://idm.or.id/JSCR>
- [6] A. Sugianto, *Ekologi kuantitatif: metode analisis populasi dan komunitas*. Surabaya Usaha Nasional , 1994.