

Perencanaan ulang jembatan Sungai Bajing (Tol Solo-Yogyakarta STA 19+648) dengan berbasis *building information modeling* (BIM) 5D

Adna Junius Caesar^{a*}, Irfan Arya Wanata^a, Asri Nurdiana^a, Bambang Setiabudia^a

^{a*},^aTeknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Indonesia

ARTICLE INFO

Corresponding author:

Email:

adnajuniuscaesar@gmail.com

Article history:

Received : 05 August 2024

Accepted : 26 June 2025

Publish : 30 June 2025

Keywords:

Autodesk Navisworks, Autodesk Revit,
BIM, bridge, microsoft project

ABSTRACT

BIM or Building Information Modeling is an integration of modeling for building desain and construction Management that includes methods, Management, and systems in a Project. The use of BIM technology can increase efficiency in various construction works such as bridge construction work. Based on these benefits, the author will apply Building Information Modeling (BIM) to the re-planning of the construction of the Bajing River Bridge (Solo - Yogyakarta Toll Road STA 19 + 648). The re-planning includes field data analysis, manual loading calculations, desain determination, desain modeling using Autodesk Revit BIM software, work scheduling with Microsoft Project software, and desain integration into Autodesk Navisworks software. The re-planning resulted in a RAB value of IDR 45.278.932.000,00 with a planned work duration of 36 weeks.

Copyright © 2025 PILARS-UNDIP

1. Pendahuluan

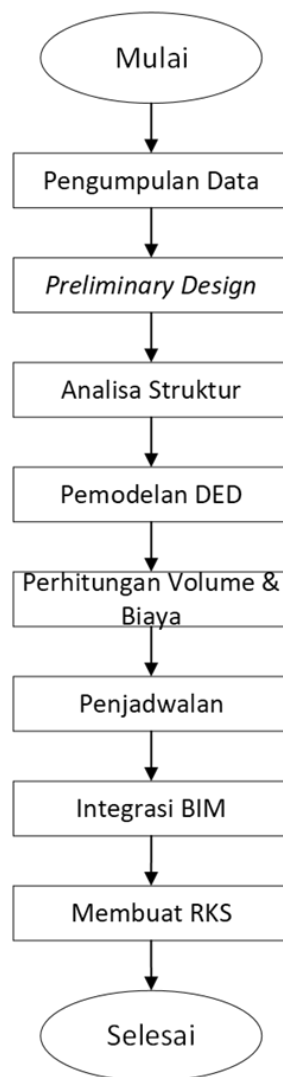
Pada dunia konstruksi, kesalahan dan kelalaian dokumen dapat menyebabkan kerugian di suatu proyek. Jumlah kerugian akibat hal tersebut dapat membengkak hingga cukup banyak, baik dalam hal biaya maupun waktu. Permasalahan yang demikian seringkali diakhiri dengan konflik antar stakeholder di dalam proyek konstruksi (Januar, 2021). Solusi dari masalah tersebut dapat dilakukan dengan mengintegrasikan data-data yang ada di dalam dunia konstruksi dengan cara yang lebih baik. Pembangunan infrastruktur memiliki beberapa tahapan mulai dari tahap pra-perencanaan, perencanaan teknis, konstruksi, dan pemanfaatan bangunan (Direktorat Jenderal Bina Marga No: 25.1/SE/Db/2023). Berbagai tahapan tersebut memiliki beragam informasi yang harus dikelola dengan tepat agar suatu pekerjaan konstruksi dapat berjalan dengan baik. Namun, pada pelaksanaannya seringkali terjadi kesalahan informasi akibat banyaknya informasi dan orang yang terlibat di dalamnya. Hambatan seperti ini dapat meningkatkan kerugian yang dialami oleh pelaku pekerjaan konstruksi di kemudian hari (Lutfi, 2018).

Infrastruktur merupakan salah satu faktor utama yang mendukung pertumbuhan ekonomi. Hal tersebut membuat banyak proyek infrastruktur yang dikerjakan secara masif. Perkembangan teknologi di era industri 4.0 memunculkan berbagai macam inovasi pada bidang pekerjaan konstruksi, dengan salah satunya adalah *Building Information Modeling* (BIM). *Building Information Modeling* merupakan seperangkat teknologi pemodelan yang mengelola informasi pada suatu siklus hidup konstruksi secara terintegrasi, digital, dan *real-time* (PUPR, 2018). Teknologi ini membantu pelaku pekerjaan konstruksi untuk merencanakan, mendesain, dan visualisasi data dengan lebih mudah. Penggunaan BIM memberikan manfaat berupa kinerja pekerjaan meningkat, faktor kesalahan berkurang, dan mempersingkat durasi (dibandingkan metode konvensional). Peralihan metode pengolahan informasi dari metode konvensional ke metode BIM secara bertahap mulai diterapkan secara masif pekerjaan konstruksi di Indonesia. Salah satu hal yang mendukung perubahan tersebut

adalah terbitnya surat edaran no. 25.1/SE/Db/2023 Direktorat Jenderal Bina Marga tentang pedoman implementasi *Building Information Modeling* (BIM) pada lingkup pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan. Oleh karena itu, penelitian ini akan melakukan perencanaan ulang Jembatan Sungai Baging, Tol Solo-Yogyakarta STA 19+648 dengan berbasis *Building Information Modeling* (BIM). Perencanaan yang dilakukan menggunakan *software Autodesk Revit* untuk pemodelan 3D (ruang), *Microsoft Project* untuk penjadwalan (4D) dan biaya (5D). Komponen 3D, 4D, dan 5D kemudian diintegrasikan menggunakan *Autodesk Naviswork Manage*.

2. Data dan metode

Perencanaan ulang Jembatan Sungai Baging (Tol Solo–Yogyakarta STA 19+648) secara garis besar menggunakan metode sesuai dengan diagram alir yang berisikan pengumpulan data, *preliminary* desain, analisa struktur, pemodelan DED, perhitungan volume dan biaya, penjadwalan, integrasi BIM, serta pembuatan RKS yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Analisis struktur

Struktur pada jembatan terbagi menjadi dua yaitu struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas terdiri dari parapet, pelat lantai, pelat *deck*, diafragma, PC-I girder, *bearing pad*, dan pelat injak, serta

struktur bawah terdiri dari wing wall, abutmen, dan pondasi. Acuan perencanaan menggunakan Surat Edaran Bina Marga no. 06/SE/Db/2021 tentang panduan praktis perencanaan teknis jembatan.

1) Parapet

Dalam melakukan analisis struktur dapat dilakukan terlebih dahulu perencanaan spesifikasi mutu dan dimensi parapet yang dijabarkan pada Tabel 1. Setelah itu dapat menghitung beban yang bekerja pada parapet untuk perencanaan tulangan sebagaimana dijelaskan pada Tabel 2 dan rekapitulasi beban yang bekerja pada parapet untuk perencanaan tulangan disajikan pada Tabel 3 sedangkan untuk detail penulangan parapet ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 1. Rencana desain dan spesifikasi mutu parapet

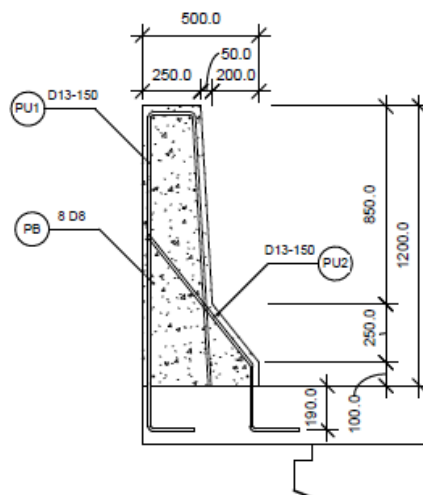
Parameter	Satuan	Nilai
Mutu beton	MPa	30
Mutu baja tulangan	MPa	420
Tebal selimut beton	mm	30
Tinggi parapet	mm	1200

Tabel 2. Beban dan momen yang bekerja pada parapet

No	Jenis beban	Beban (kN)	Lengan gaya (m)	Faktor beban	Momen <i>ultimate</i> (kNm)
1	Tumbukan	20	1,25	1,0	25

Tabel 3. Perencanaan tulangan parapet

No	Parameter	Nilai	
		Tulangan utama	Tulangan bagi
1	Mn	27,778 kNm	14,409 kNm
2	Rn	0,574 N/mm ²	0,213 N/mm ²
3	m	16,471	16,471
4	ρ_b	0,030	0,030
5	ρ_{min}	0,003	0,003
6	ρ_{max}	0,023	0,023
7	ρ	0,001	0,001
8	As minimum tulangan	733,33 mm ²	366,667 mm ²
9	Tulangan rencana	D13-150	8.D8
10	As tulangan rencana	884,882 mm ²	402,124 mm ²



Gambar 2. Detail penulangan parapet

2) Pelat lantai jembatan

Dalam melakukan analisis struktur pada pelat lantai jembatan dapat menggunakan SAP2000, terlebih dahulu perencanaan spesifikasi mutu dan dimensi pelat lantai jembatan yang dijabarkan pada Tabel 4. Adapun setelah dilakukan perhitungan beban mati dan beban hidup yang bekerja dan didapatkan nilai momen dengan menggunakan faktor beban kondisi kuat 1 SNI 1725:2016 dan telah direncanakan kebutuhan tulangan pelat lantai jembatan seperti yang disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 3.

Tabel 4. Rencana desain dan spesifikasi mutu pelat lantai jembatan

Parameter	Nilai
Mutu beton (f_c')	30 MPa
Mutu tulangan (f_y)	420 MPa
Selimut beton	50 mm
Bentang jembatan (L_b)	45800 mm
Lebar pelat lantai (w_r)	12600 mm
Lebar pelat ditinjau (b)	1000 mm
Tebal pelat (t_s)	250 mm
Tebal pelat efektif (d_e)	200 mm
Jumlah gelagar (n_g)	6 buah
Jarak antar gelagar (s_g)	2100 mm
Jumlah diafragma (n_d)	7 buah
Jarak antar diafragma (s_d)	6700 mm; 7300 mm; dan 8500 mm
Berat jenis beton (γ_c)	25 kN/m ³
Berat jenis aspal (γ_a)	22 kN/m ³

Tabel 5. Perencanaan tulangan pelat lantai jembatan

No	Parameter	Nilai	
		Tulangan utama	Tulangan bagi
1	As minimum tulangan	1403,984 mm ²	421,195 mm ²
2	Tulangan rencana	D16-100	D13-200
3	As tulangan rencana	2010,619 mm ²	663,661 mm ²



Gambar 3. Pelat lantai

3) Pelat deck

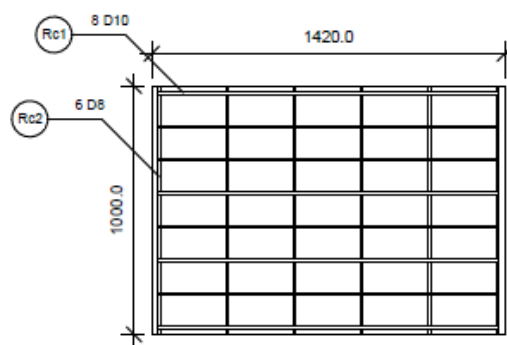
Dalam melakukan analisis struktur dapat dilakukan terlebih dahulu perencanaan spesifikasi mutu dan dimensi pelat deck yang disajikan pada Tabel 6 dan perencanaan tulang pelat deck disajikan pada Tabel 7 dan Gambar 4.

Tabel 6. Rencana desain dan spesifikasi mutu pelat deck

Parameter	Nilai
Mutu beton (f_c')	30 MPa
Mutu tulangan (f_y)	420 MPa
Lebar pelat deck	1420 mm
Panjang pelat deck	1000 mm
Tebal pelat deck	70 mm
Selimut beton	20 mm
Tebal efektif	50 mm
Berat jenis beton	25 kN/m ³

Tabel 7. Perencanaan tulangan pelat *deck*

No	Parameter	Nilai
1	Mn	9,303 kNm
2	Rn	3,721 N/mm ²
3	m	16,471
4	ρ b	0,030
5	ρ min	0,003
6	ρ max	0,023
7	ρ	0,0096
8	As minimum tulangan utama	481,147 mm ²
9	Tulangan utama	8.D10
10	As tulangan utama	628,319 mm ²
11	As minimum tulangan bagi	240,574 mm ²
12	Tulangan bagi	6.D8
13	As tulangan bagi	301,593 mm ²

**Detail RCP**
1 : 20**Gambar 4.** Pelat *deck*

4) Pelat injak

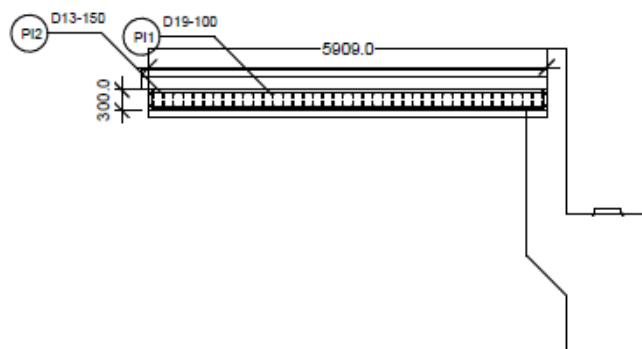
Dalam melakukan analisis struktur dapat dilakukan terlebih dahulu perencanaan spesifikasi mutu dan dimensi pelat injak yang disajikan pada Tabel 8 dan rekapitulasi beban injak pada pelat injak disajikan pada Tabel 9 dan visual pelat injak ditunjukkan pada Gambar 5.

Tabel 8. Rencana desain dan spesifikasi mutu pelat injak

Parameter	Nilai
Mutu beton (f_c')	30 MPa
Mutu tulangan (f_y)	420 MPa
Panjang pelat injak	5909 mm
Lebar pelat injak	12600 mm
Tebal pelat injak	300 mm
Selimut beton	50 mm
Tebal efektif	250 mm
Berat jenis beton	25 kN/m ³
Berat jenis tanah	17 kN/m ³

Tabel 9. Rekapitulasi beban pada pelat injak

Jenis beban	Kode beban	W_i kN/m	P_i kN	M_i kNm
Berat sendiri (pelat injak)	MS	7,500		
Beban mati tambahan (<i>rigid pavement, lean concrete, LPA</i>)	MA	14,265		
Beban lajur "D"	TD	9,00	68,600	
Gaya rem	TB			18,912



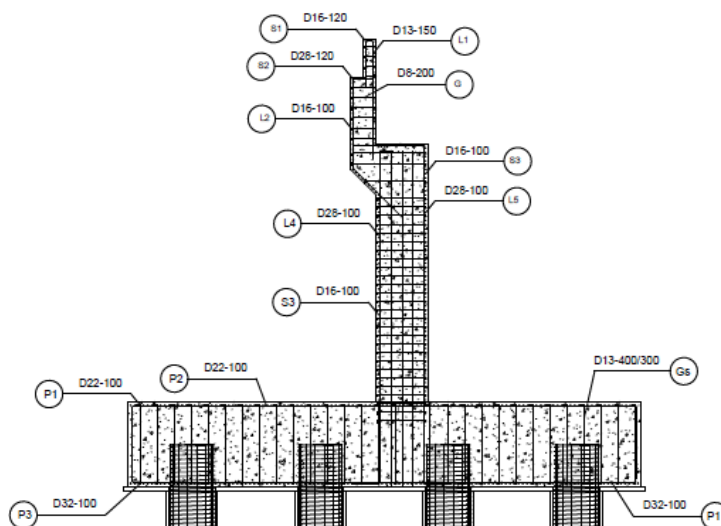
Gambar 5. Pelat injak

5) Abutmen

Dalam melakukan analisis struktur dapat dilakukan terlebih dahulu perencanaan spesifikasi mutu dan dimensi abutmen yang disajikan pada Tabel 10 dan hasil desain abutmen ditunjukkan pada **Error! Reference source not found.**

Tabel 10. Rencana desain dan spesifikasi mutu abutmen

Parameter	Abutmen 1	Abutmen 2
Mutu beton (f_c')	25 MPa	25 MPa
Mutu tulangan (f_y)	420 MPa	420 MPa
Tinggi abutmen	10500 mm	11600 mm
Lebar <i>pile cap</i>	12000 mm	12000 mm
Tinggi <i>pile cap</i>	2000 mm	2000 mm
Lebar dinding abutmen	1219 mm	1219 mm
Tinggi dinding abutmen	6050 mm	7150 mm



Gambar 6. Abutmen

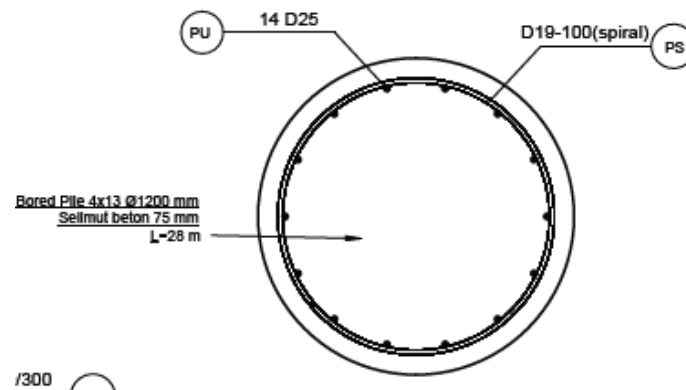
6) Fondasi

Desain fondasi yang digunakan pada perencanaan digunakan data seperti yang disajikan pada Tabel 11 dan visual desain perencanaan ditunjukkan pada Gambar 7.

Tabel 11. Desain fondasi

Parameter fondasi	Nilai	Satuan
Diameter (D)	120	cm
Keliling penampang (kell)	3,770	m
Luas penampang (A)	1,131	m ²

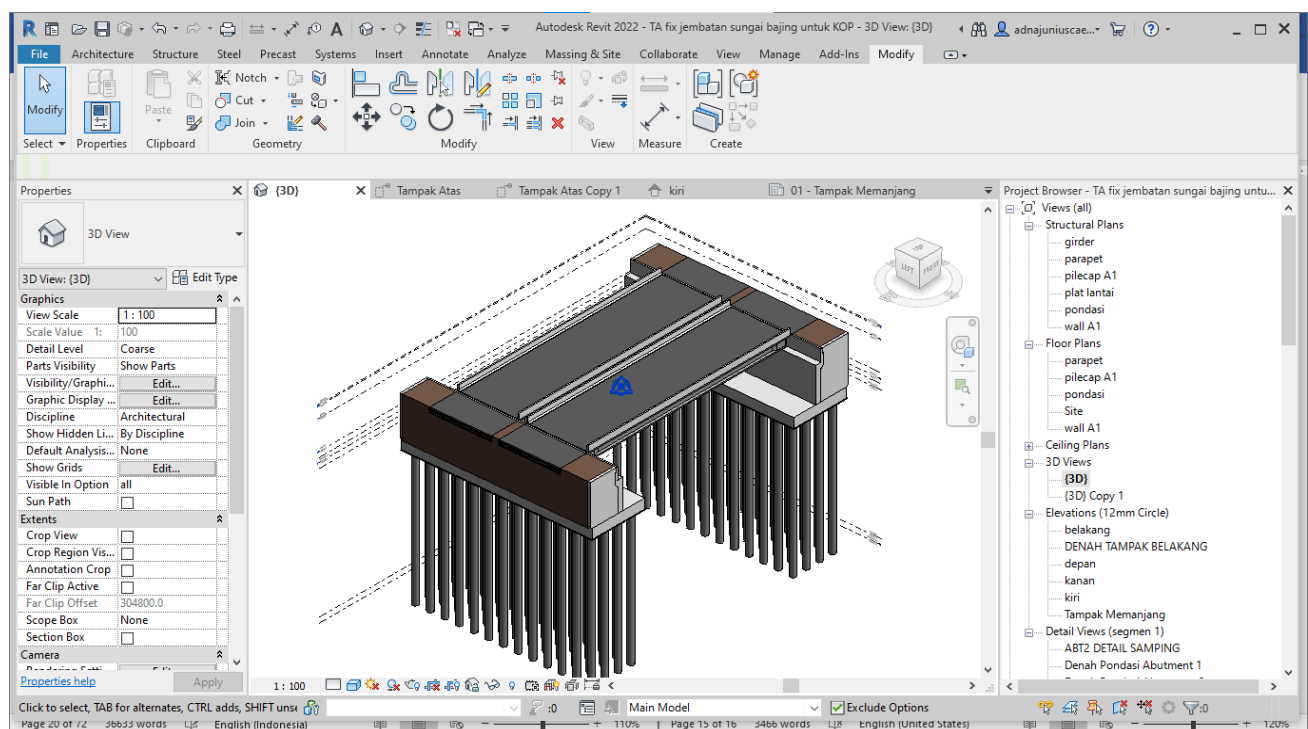
Parameter fondasi	Nilai	Satuan
Panjang (L)	28	m
Jumlah (n_i)	52	buah
konfigurasi (m x n)	4 x 13	buah
Jarak antar tiang (S)	3,00	m
Berat satu tiang (V_p)	791,681	kN



Gambar 7. Fondasi bore pile

3.2. Pemodelan 3 Dimensi

Pemodelan 3D dilakukan menggunakan *software Autodesk Revit* setelah setiap desain yang terbuat dalam perhitungan struktur sudah selesai. Penggunaan Revit menghasilkan pemodelan virtual bangunan atau infrastruktur sebelum direalisasikan yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan mulai dari dokumentasi gambar kerja, visualisasi, pembuatan RAB, analisis performa bangunan, sampai memfasilitasi kerja sama antar disiplin yang berbeda dalam suatu proyek. Berikut adalah hasil dari pemodelan 3D menggunakan *Autodesk Revit* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Pemodelan menggunakan revit

Berdasarkan hasil pemodelan yang telah dilakukan akan diperoleh *quantity take off* berupa volume beton dan tulangan secara otomatis. Hasil dari *quantity take off* akan digunakan untuk perhitungan volume pada Rencana Anggaran Biaya (RAB) seperti pada gambar Gambar 9

Item Pekerjaan	type	mutu beton	Volume
Pekerjaan Abutment 1	wingwall kiri tahap 3	fc' 25 mpa	6.76 m ³
Pekerjaan Abutment 1	wingwall kiri tahap 4	fc' 25 mpa	5.80 m ³
Pekerjaan Abutment 1	wingwall kiri tahap 5	fc' 25 mpa	0.75 m ³
15			407.25 m ³
Pekerjaan Abutment 2	backwall 1	fc' 25 mpa	123.20 m ³
Pekerjaan Abutment 2	backwall 2	fc' 25 mpa	39.20 m ³
Pekerjaan Abutment 2	backwall 3	fc' 25 mpa	14.49 m ³
Pekerjaan Abutment 2	breast wall 1	fc' 25 mpa	147.38 m ³
Pekerjaan Abutment 2	breast wall 2	fc' 25 mpa	95.08 m ³
Pekerjaan Abutment 2	wingwall kanan tahap 1	fc' 25 mpa	9.74 m ³
Pekerjaan Abutment 2	wingwall kanan tahap 2	fc' 25 mpa	6.31 m ³
Pekerjaan Abutment 2	wingwall kanan tahap 3	fc' 25 mpa	6.76 m ³
Pekerjaan Abutment 2	wingwall kanan tahap 4	fc' 25 mpa	5.80 m ³
Pekerjaan Abutment 2	wingwall kanan tahap 5	fc' 25 mpa	0.75 m ³
Pekerjaan Abutment 2	wingwall kiri tahap 1	fc' 25 mpa	9.74 m ³
Pekerjaan Abutment 2	wingwall kiri tahap 2	fc' 25 mpa	6.31 m ³
Pekerjaan Abutment 2	wingwall kiri tahap 3	fc' 25 mpa	6.76 m ³
Pekerjaan Abutment 2	wingwall kiri tahap 4	fc' 25 mpa	5.80 m ³
Pekerjaan Abutment 2	wingwall kiri tahap 5	fc' 25 mpa	0.75 m ³
15			478.05 m ³
Pekerjaan Diafragma	kanan D1	fc' 30 mpa	1.60 m ³
Pekerjaan Diafragma	kanan D1	fc' 30 mpa	1.60 m ³
Pekerjaan Diafragma	kanan D1	fc' 30 mpa	1.60 m ³
Pekerjaan Diafragma	kanan D1	fc' 30 mpa	1.60 m ³

Gambar 9. Quantity take off

3.3. Rencana anggaran biaya

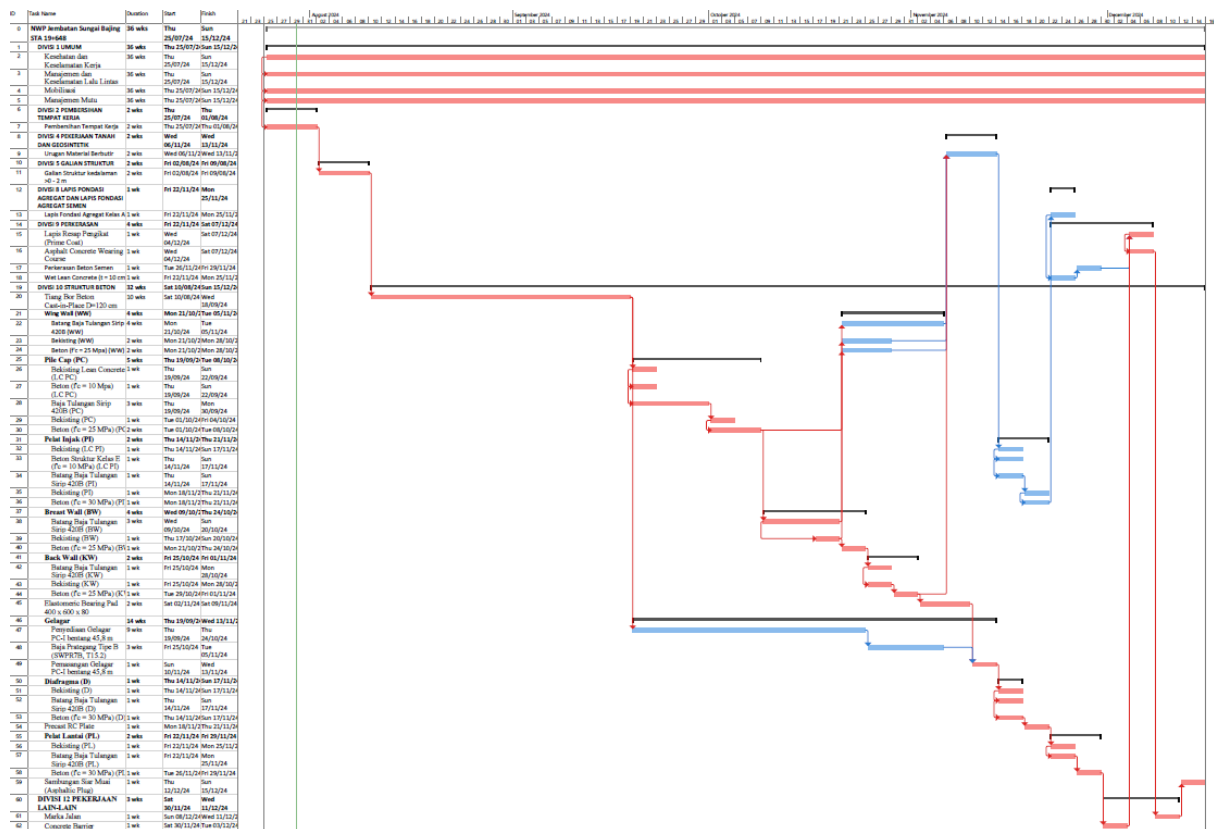
Pembuatan Rencana Anggaran Biaya dilakukan setelah pemodelan 3D dan mendapatkan hasil berupa *quantity take off*. Dasar perencanaan saat penyusunan harga menggunakan Spesifikasi Umum Jalan Bebas Hambatan dan Jalan Tol 2020, Peraturan Wali Kota Semarang Nomor 40 Tahun 2023, dan HSP Konstruksi Bina Marga Mas Petruk Edisi Ke-1 Tahun 2024 Kabupaten Klaten. Dari perhitungan anggaran biaya didapatkan nilai Rp 45.278.932,00 untuk membangun proyek Jembatan Sungai Baging. Rincian hasil perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) yang dihitung berdasarkan divisi-divisi pekerjaan seperti pada Tabel 12.

Tabel 12. Rencana anggaran biaya jembatan sungai baging

No. Divisi	Uraian	Jumlah harga pekerjaan (rupiah)
1	Umum	232.378.475
2	Pembersihan Tempat Kerja	24.474.537
4	Pekerjaan Tanah Dan <i>Geosynthetic</i>	1.127.881.930
5	Galian Struktur	1.010.108.613
8	Lapis Fondasi Agregat dan Lapis Fondasi Agregat Semen	30.805.542
9	Perkerasan	553.680.827
10	Struktur Beton	37.593.053.983
12	Pekerjaan Lain-Lain	219.447.268
	(a) jumlah harga pekerjaan	40.791.831.174
	(b) pajak pertambahan nilai (ppn) = 11% x (a)	4.487.101.429
	(c) JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (a) + (b)	45.278.932.603
	DIBULATKAN	45.278.932.000
Terbilang: Empat Puluh Lima Miliar Dua Ratus Tujuh Puluh Delapan Juta Sembilan Ratus Tiga Puluh Dua Ribu Rupiah		

3.4. Penjadwalan proyek konstruksi

Pada perencanaan perkiraan jadwal pelaksanaan proyek Jembatan Sungai Baging diperoleh total waktu pelaksanaan selama 36 minggu dimulai dari 25 Juli 2024 hingga 15 Desember 2024 ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Penjadwalan

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dalam perencanaan yang dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal penting sebagai berikut :

- Dari hasil analisa struktur disimpulkan bahwa desain Jembatan Sungai Baging aman untuk menanggung beban-beban yang bekerja
- Dari hasil pemodelan 3D menggunakan Revit Autodesk dapat disimpulkan bahwa penggunaan software tersebut dapat meningkatkan efisiensi dalam perencanaan konstruksi, terutama dalam proses perhitungan volume
- Dari hasil perhitungan rencana anggaran biaya menggunakan Microsoft Excel diperoleh nilai untuk keseluruhan biaya proyek Jembatan Sungai Baging sebesar rp 45.278.932,00
- Dari hasil perencanaan jadwal proyek Jembatan Sungai Baging menggunakan Microsoft Project didapatkan perkiraan waktu pelaksanaan selama 36 minggu dimulai dari tanggal 25 Juli 2024 hingga 15 Desember 2024.

Referensi

- Abdul R., Hendra C., Fathurrahman. (2021). Analisis Daya Dukung Pondasi Bore Pile Menggunakan Data Sondir dan SPT pada Proyek Pembangunan Reservoir Sungai Loban. Universitas Islam Kalimantan.
- Alfian, M. Taufiq. (2020). Perencanaan Pondasi Bored Pile pada Proyek Gedung Retail Mitra 10 Solo. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Anandita, Dianya Puan. (2023). Perencanaan Jembatan Beton Prategang RSUD Temanggung dengan Berbasis Building Information Modeling (BIM). Universitas Diponegoro.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). SNI-1154-2016 Tujuh Kawat Baja Tanpa Lapisan Dipili untuk Konstruksi Beton Pratekan (PC Strand/KBJP-P7). Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). SNI-1725-2016 Pembebanan untuk Jembatan. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). SNI-2833-2016 Perencanaan jembatan terhadap beban gempa. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Himawan, Adam M. (2022). Perbandingan Penggunaan PC-I-Girder H-210 dan H-170 pada Bentang 40 meter Jembatan HKS. Universitas Islam Indonesia.

- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2020). Spesifikasi Umum untuk Jalan Bebas Hambatan dan Jalan Tol. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2021). Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2023). Pedoman Implementasi Building Information Modelling (BIM) pada Lingkup Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Kristanto, Ridwan. (2012). Perencanaan Ulang Jembatan Sardjito II dengan Struktur Gelagar Pelat Baja. Universitas Islam Indonesia.
- Luthfi, M. (2018). Sistem Informasi Pengendalian Pekerjaan Konstruksi Bangunan Sipil. Universitas Ibnu Khaldun.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). SE NO:07/SE/M/2015 tentang Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan. Jakarta.
- Pantiga, J., Soekiman, A. (2021). Kajian Implementasi Building Information Modeling (BIM) di Dunia Konstruksi Indonesia.
- Wang, S., Chong, H. Y., Zhang, W. (2024). The impact of BIM-based integration Management on megaProject performance in China. Alexandria Engineering Journal (Volume 94), halaman 34-43.