

PEMODELAN 3D JEMBATAN LENGKUNG, STUDI KASUS JEMBATAN BUKIT SULAP, MENGGUNAKAN SOFTWARE AUTODESK REVIT

MUHAMMAD IHSANUL KHARIMAH, BENNY HIDAYAT*

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.

*Corresponding Author : ✉ bennyhidayat@eng.unand.ac.id

Naskah diterima : 16 Desember 2023. Disetujui: 26 Desember 2023. Diterbitkan : 30 Desember 2023

ABSTRAK

Infrastruktur menjadi sektor yang penting dalam suatu negara, perkembangan infrastruktur mencerminkan kemajuan negara tersebut. Pembangunan infrastruktur menjadi prioritas, namun pelaksanaan proyek infrastruktur tersebut perlu memperhatikan biaya waktu dan mutu. *Building Information Modelling* (BIM) mempunyai potensi meminimalkan kesalahan dan meningkatkan efisiensi. BIM merupakan suatu metode yang awalnya diterapkan pada industri AEC (*Architecture, Engineering and Construction*). Teknologi BIM memungkinkan untuk membuat model bangunan secara 3D yang di dalamnya terdapat informasi, analisa perhitungan volume pekerjaan, penjadwalan dan perhitungan biaya. Terdapat beberapa *software* yang menerapkan teknologi BIM seperti *Autodesk Revit*, *Autodesk Advanced Steel*, *Tekla Structures* dan *Navisworks*. Teknologi BIM sudah banyak diterapkan di proyek konstruksi di Indonesia, baik itu bangunan gedung, jalan maupun jembatan. Pada penelitian ini dilakukan *modelling* jembatan rangka baja dengan tipe lengkung dan *modelling* dilakukan menggunakan *software Autodesk Revit*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan serta batasan-batasan *software Autodesk Revit* dalam memodelkan struktur jembatan rangka baja tipe lengkung. Pemodelan dalam penelitian ini menggunakan sumber gambar DED (*Detailed Engineering Design*) pada proyek Jembatan Bukit Sulap, yang diperoleh dari Dinas PUPR Kota Lubuklinggau. Pemodelan yang dilakukan berupa rangka baja, *bracing*, balok girder dan sambungan pada jembatan.

Kata kunci : *Building Information Modelling, Arch Bridge, Modelling, Autodesk Revit, Construction*

1. PENDAHULUAN

Salah satu indikator penting untuk kemajuan suatu negara adalah perkembangan infrastruktur yang ada di negara tersebut. Infrastruktur yang lengkap dan baik akan menunjang kemajuan negara, karena ketersediaan infrastruktur berpengaruh kuat terhadap pertumbuhan ekonomi negara. Dalam beberapa tahun terakhir pemerintah meningkatkan laju perkembangan infrastruktur. Laporan Komite Percepatan Penyediaan Infrastruktur

Prioritas (KPPIP) Semester 1 tahun 2021 memperlihatkan 110 proyek strategis nasional telah diselesaikan dengan nilai total Rp 604 Triliun, yang tercatat mulai tahun 2016 sampai Juni 2021.

Terkait dengan perkembangan infrastruktur, pemerintah melalui kementerian PUPR menerbitkan Peraturan Menteri Nomor 22/PRT/M/2018 tentang Pembangunan Gedung Negara mengatur tentang penggunaan teknologi Building Information Modelling (BIM). Dalam peraturan menteri tersebut diwajibkan penerapan BIM pada Bangunan Gedung Negara tidak sederhana dengan kriteria luas di atas 2000m² (dua ribu meter persegi) dan di atas dua lantai.

Pembangunan infrastruktur pada dasarnya adalah berupa proyek konstruksi, yang perlu memperhatikan aspek biaya, waktu dan mutu dalam pelaksanaannya. Diperlukan pengelolaan proyek infrastruktur yang baik sehingga suatu infrastruktur bisa sukses selesai (Hidayat & Kamil, 2023). Teknologi BIM menjadi salah satu solusi dalam pengelolaan proyek, mempunyai potensi dalam efisiensi waktu dan mempercepat proses pelaksanaan proyek.

BIM pertama kali dikenalkan oleh professor Eastman pada akhir tahun 1970 dalam jurnalnya yang berjudul "*Building Description Modeling: The Key to Integrated Constructuoin CAD*". Istilah *Building Information Modeling* pertama kali dicetuskan dalam sebuah makalah yang ditulis oleh G.A Van Nederveem dan F.P Tolman pada tahun 1992. Dan pada tahun 2005 dengan diadakannya suatu konferensi yang dilakukan oleh para ahli industri konstruksi, istilah baru untuk teknologi *Computer Aided Design* (CAD) diubah menjadi *Building Information Modeling* (BIM). Kemudian BIM berkembang dengan pesat dalam disiplin ilmu yang sangat luas. Namun penggunaan BIM dalam suatu proyek ini juga perlu didukung oleh kualitas dari sumber daya serta kerjasama antar pelaku (Eastman et al., 2011).

Teknologi BIM sudah diterapkan di proyek konstruksi yang di Indonesia. Proyek-proyek tersebut meliputi berbagai proyek gedung, jalan serta jembatan. Pada penelitian ini jenis konstruksi yang digunakan ialah konstruksi jembatan. Jembatan merupakan suatu jenis konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan jalan melalui suatu rintangan yang berupa jalan air atau jalan lalulintas biasa (Struyk, H.J, Van der Veen, 1995). Jembatan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa tipe jembatan (Supriyadi & Muntohar, 2007), yaitu *stone arch bridge*, *truss bridge*, *suspension bridge*, *concrete bridge* dan *cable stayed*. Jembatan yang digunakan untuk penelitian ini merupakan jembatan dengan tipe arch bridge dengan bracing yang menggunakan baja hollow.

Autodesk Revit merupakan salah satu software yang menerapkan teknologi BIM, sehingga pengguna dapat berkolaborasi satu sama lain antar disiplin ilmu yang berbeda. Tidak hanya bisa memodelkan struktur, Autodesk Revit memungkinkan untuk memodelkan MEP (*Mechanical, Electrical, and Plumbing*). Pada Autodesk Revit dalam setiap gambar yang dimodelkan (2D ataupun 3D) diidentifikasi menjadi suatu objek yang memiliki informasi di dalamnya yang terkoordinasi secara kompleks. Sehingga apabila terdapat suatu objek pemodelan yang diubah, maka akan mempengaruhi objek-objek lain yang berkaitan. Secara garis besar terdapat empat elemen utama yang diterapkan pada Autodesk Revit, yaitu *relationship*, *representations*, *repetition* dan *restrictions*. Setiap elemen saling berkaitan agar dapat menghubungkan ke masing-masing objek. Hal ini memberikan kelebihan ketika memasukkan data, manajemen dan export data proyek guna koordinasi dan eksekusi (Kirby, L., Krygiel, E., & Kim, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemodelan jembatan dan mengetahui kemampuan serta batasan-batasan software Autodesk Revit dalam memodelkan struktur jembatan rangka baja.

2. METODA PENELITIAN

Pembuatan model 3D jembatan untuk BIM ini menggunakan acuan gambar DED pada Proyek Jembatan Bukit Sulap, dimana data diperoleh dari Dinas PUPR Kota Lubuklinggau. Jembatan ini dipilih karena tipe jembatan yang bukan jembatan standar sehingga akan mempunyai kompleksitas dalam pemodelannya.

Pemodelan menggunakan software Autodesk Revit dan objek yang dimodelkan pada penelitian ini adalah jembatan rangka baja dengan struktur jembatan tipe lengkung. Struktur jembatan tipe lengkung merupakan jenis struktur jembatan yang cukup kompleks, sehingga untuk memodelkannya tidak sesederhana pada pemodelan jembatan standar. Secara umum, pemodelan terbagi menjadi pemodelan abutmen, *steel arch truss*, *bracing*, sambungan dan dek jembatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dihasilkan model 3D jembatan dengan menggunakan Autodesk Revit dimana model akhir bisa dilihat pada **Gambar 1**.

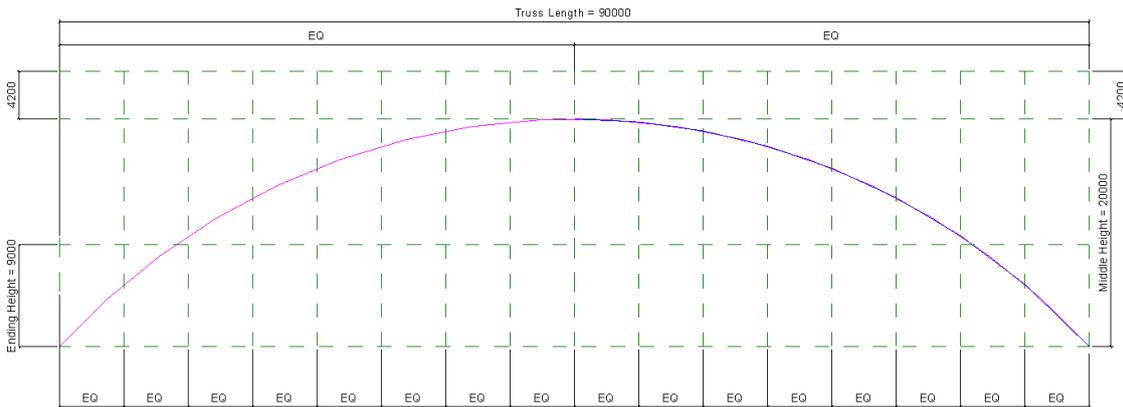


Gambar 1. Model 3D Jembatan Bukit Sulap

Pemodelan komponen-komponen jembatan akan dijelaskan pada bagian berikut.

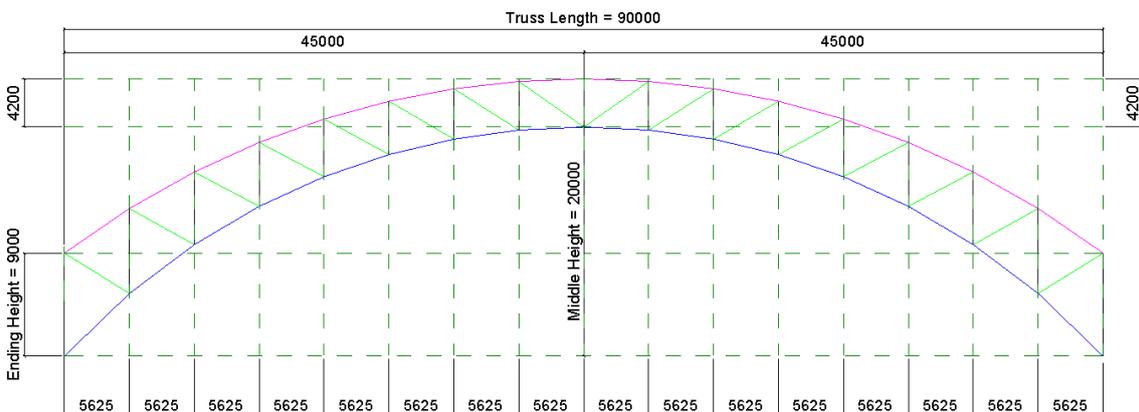
3.1. Steel Arch Truss

Rangka baja dimodelkan secara terpisah dari model utama yang dimodelkan menggunakan software Autodesk Revit. Pemodelan dilakukan dengan membuat *Family* baru dengan cara memilih template *Metric Structural Trusses*. Walaupun dinamakan struktur rangka baja lengkung, kenyataannya struktur jembatan tidak melengkung sepenuhnya. Namun struktur jembatan terdiri dari beberapa segmen baja profil yang disambung sedemikian rupa sehingga tampak seperti melengkung. Logika tersebut dijadikan landasan saat membuat pemodelan.



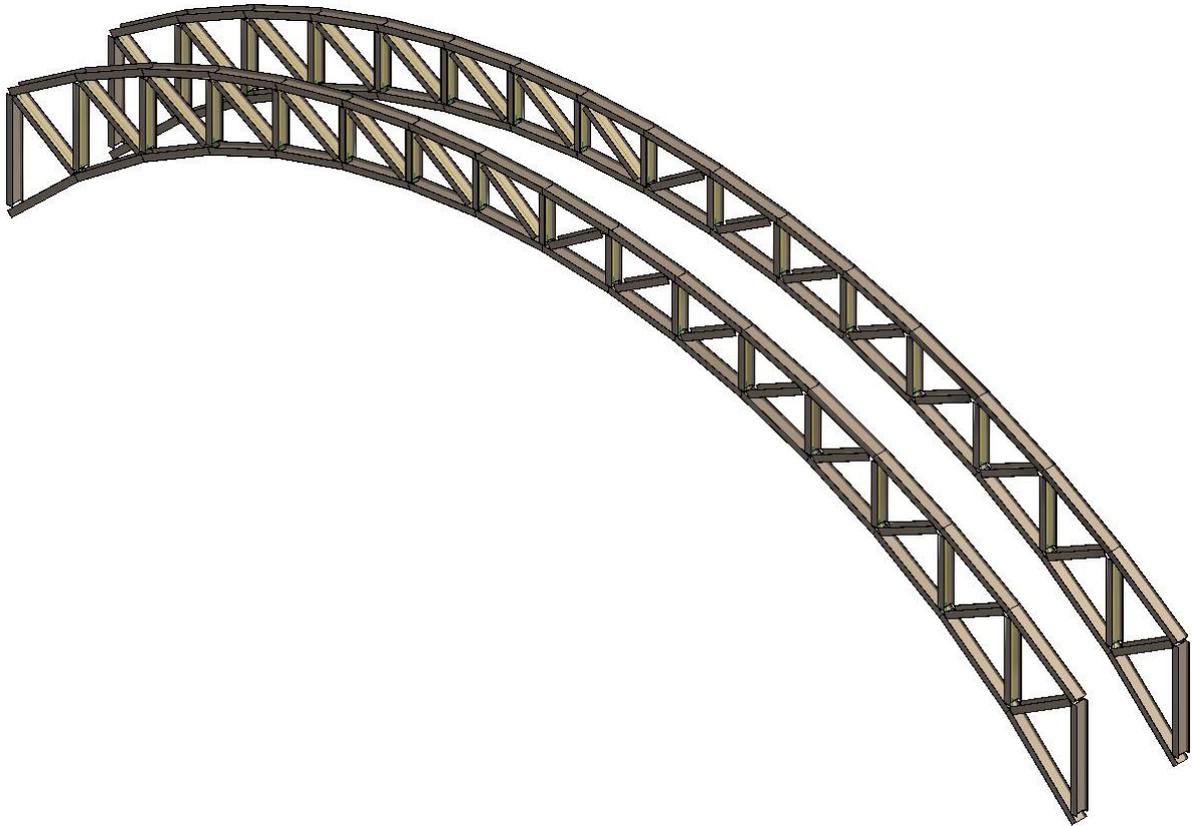
Gambar 2. Gambar referensi untuk jembatan pada Autodesk Revit

Pada bagian kiri **Gambar 2** dapat terlihat garis lengkung berwarna merah muda yang merupakan garis bantu untuk membantu penggambaran segmen. Sedangkan pada bagian kanan gambar terdapat garis berwarna biru muda yang merupakan segmen rangka baja yang tumpang tindih dengan garis merah muda. Segmen rangka baja dibuat dengan cara membuat garis baru pada perpotongan garis referensi dan garis bantu. Setelah segmen terbentuk, garis bantu dapat dihapus. Cara yang sama dilakukan untuk penggambaran bagian top chord. Web dibuat dengan menghubungkan ujung dari segmen-segmen yang terdapat pada *top-chord* dan *bottom-chord*, sehingga dapat terbentuk satu kesatuan utuh struktur rangka baja lengkung dan dapat dilihat hasil akhirnya pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Rangka baja lengkung

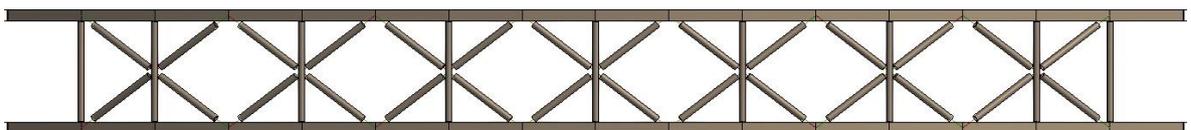
Setelah *family* rangka baja telah dibuat, import *family* ke lembar kerja pada Revit. Pada lembar kerja, masukkan struktur rangka baja yang telah dibuat sebanyak 2 buah dengan jarak 8,6 meter. Sehingga struktur rangka baja akan terlihat seperti pada **Gambar 4**.



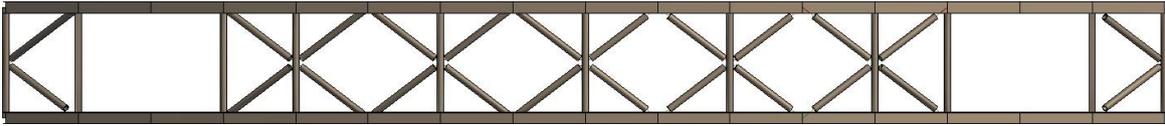
Gambar 4. Tampilan 3D struktur rangka baja lengkung

3.2. Bracing

Bracing merupakan struktur yang berperan untuk menahan gaya lateral pada struktur rangka yang disebabkan oleh beban angin. *Bracing* atau ikatan angin merupakan suatu elemen pada jembatan yang berfungsi untuk memperkuat struktur untuk menahan gaya pada bidang horizontal (Jemedan, 2016). *Bracing* yang berfungsi menahan gaya lateral sering disebut *lateral bracing* sedangkan *bracing* yang mencegah struktur bergoyang dapat disebut *sway bracing* (Syukri, 2021). Pada penelitian ini *bracing* terbagi menjadi dua yaitu *top bracing* yang mengikat struktur baja lengkung bagian atas dan *bottom bracing* yang mengikat struktur baja lengkung bagian bawah. Baja yang digunakan untuk *bracing* adalah baja hollow dengan bentuk tabung. *Bracing* ditempatkan di ujung dari segmen rangka baja lengkung (**Gambar 5** dan **Gambar 6**).



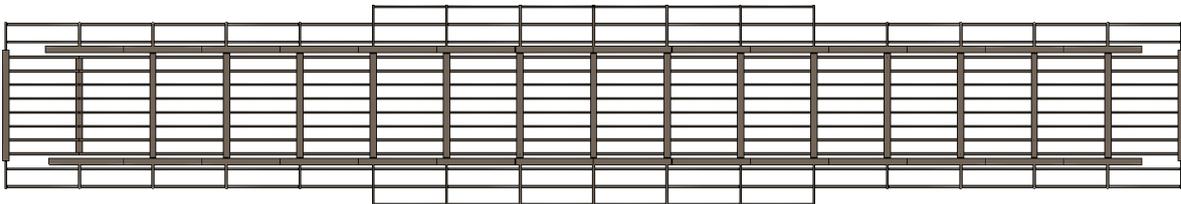
Gambar 5. Layout top bracing



Gambar 6. Layout *bottom bracing*

3.3. Balok Girder

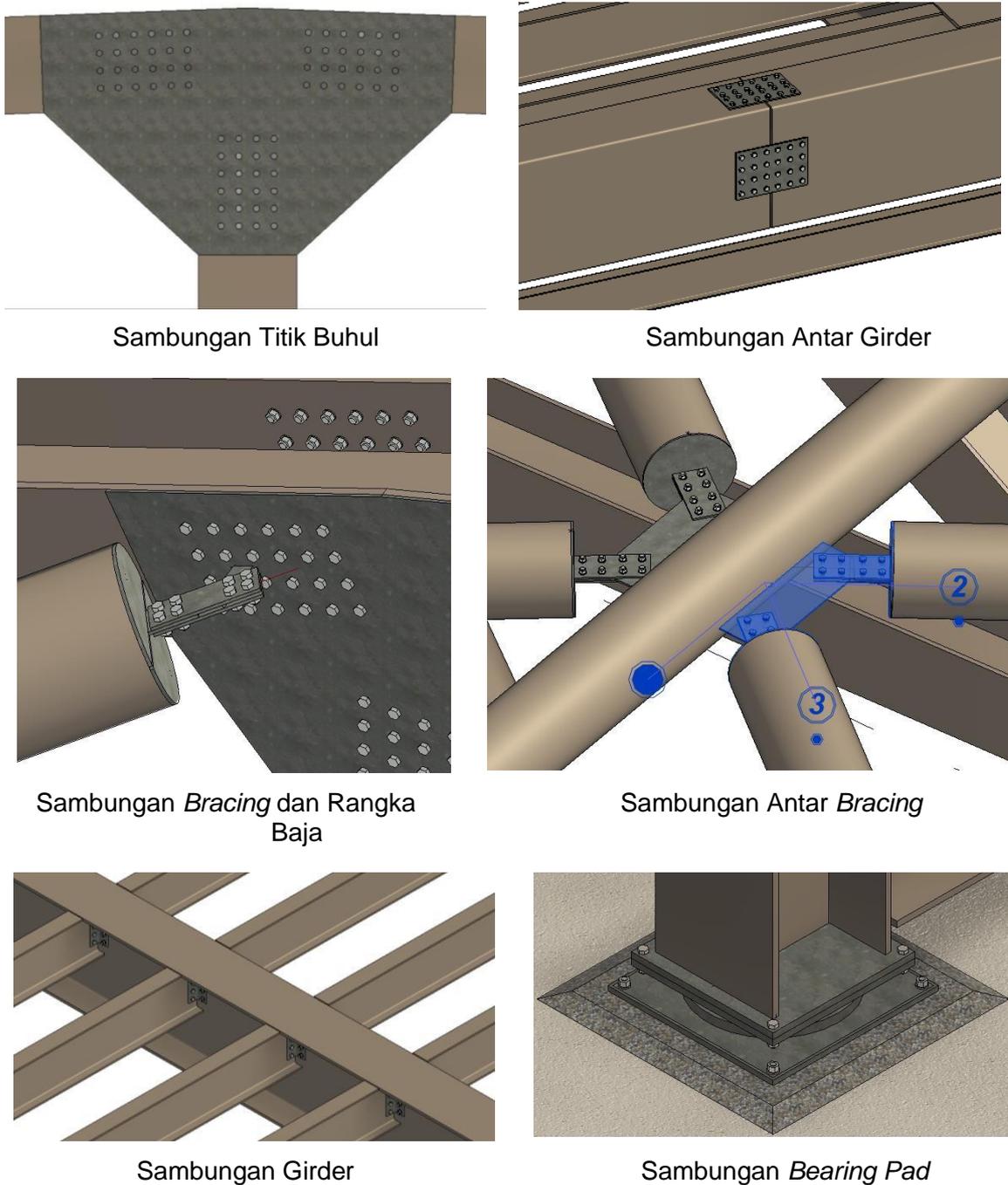
Girder atau balok gelagar pada jembatan merupakan struktur yang memikul beban yang bekerja pada jembatan dan diteruskan ke struktur bawah jembatan (Rahmawati, 2019). Pada jembatan baja tipe lengkung, girder tidak memikul beban struktur secara keseluruhan. Namun girder hanya memikul beban dari *deck* beton dan menyalurkannya ke rangka baja. Pemodelan balok girder (**Gambar 7**) dibagi menjadi beberapa segmen dengan panjang masing-masing segmen 6 meter pada girder utama dan 5,5 meter pada girder pendukung. Panjang segmen girder utama tidak sama dengan girder pendukung dikarenakan untuk mempermudah pembuatan sambungan pada girder melintang.



Gambar 7. Balok Girder

3.4. Sambungan

Sambungan merupakan sebuah struktur yang memiliki fungsi untuk menyalurkan beban pada titik pembebanan ke seluruh elemen struktur agar tidak terjadi kegagalan konstruksi (Putri, 2021). Pada penelitian ini, terdapat beberapa jenis sambungan, seperti sambungan titik buhul yang berfungsi untuk menyambung rangka baja, sambungan hollow dan sambungan bearing pad. Sambungan dimodelkan menggunakan fitur *connection* yang telah disediakan oleh Autodesk Revit. Dengan fitur tersebut, pemodelan dapat dilakukan secara otomatis, berdasarkan jenis sambungan yang telah dipilih. Serta pada fitur tersebut memungkinkan pengguna untuk mengatur parameter yang diperlukan, sehingga sambungan sesuai dengan apa yang diinginkan. Namun, fitur tersebut masih memiliki beberapa kekurangan yaitu, keterbatasan untuk memodelkan sambungan custom secara sederhana. Sehingga apabila terdapat sambungan yang tidak terdapat pada family Autodesk Revit, tentunya akan cukup sulit untuk dimodelkan. Berikut pada **Gambar 8** dapat dilihat hasil pemodelan sambungan menggunakan software Autodesk Revit.



Gambar 8. Model sambungan pada jembatan lengkung

Sambungan yang dimodelkan pada penelitian kali ini sebagian besar menggunakan media berupa baut, plat baja serta dengan las beberapa permukaan baja. Serta pemodelan dilakukan terbatas dengan cara melakukan observasi pada keadaan eksisting, tidak dilakukan analisa tertentu.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian yang menerapkan teknologi BIM 3D, 4D dan 5D pada Proyek Jembatan Bukit Sulap, Kota Lubuklinggau dapat disimpulkan jika fitur-fitur yang terdapat pada software Autodesk Revit lebih dikhususkan untuk memodelkan bangunan gedung, fitur-fitur yang tersedia masih memungkinkan untuk memodelkan jembatan, namun dalam pemodelan terdapat beberapa komponen yang cukup sulit untuk dimodelkan.

Pemodelan yang dilakukan menggunakan software Autodesk Revit memiliki tools dan fitur-fitur lainnya yang dapat mempermudah pemodelan. Selain itu terdapat petunjuk yang memberi penjelasan terkait fitur yang akan digunakan.

Pemodelan 3D menggunakan software Autodesk Revit yang diawali dengan memodelkan abutment dan bore pile, lalu rangka baja serta sambungan dan deck beton. Masing-masing elemen dimodelkan dengan langkah-langkah yang berbeda, sesuai dengan fitur yang disediakan oleh software Autodesk Revit. Output dari pemodelan 3D adalah quantity take-off.

DAFTAR PUSTAKA

- Eastman, C., Teicholz, P., Sack, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook, a Guide to Building Information Modelling* 2nd ed. In John Wiley & Sons, Inc. Wiley.
- Hidayat, B., & Kamil, I. (2023). Penilaian Kondisi Jembatan di Kabupaten Sijunjung. *Jurnal Bangunan: Konstruksi & Desain*, 1(2), 99–108. <https://doi.org/10.25077/jbkd.1.2.99-108.2023>
- Jemedan, Y. A. (2016). Alternatif Perencanaan Struktur Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja Tipe Warren Modeling dengan Menggunakan Metode LRFD pada Jembatan di Kabupaten Nunukan. *Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang*.
- Kerzner, Harold. (2006). *Project Management : A system approach to planning, scheduling, and controlling* (Second Edition). Wiley.
- Kirby, L., Krygiel, E., & Kim, M. (2018). *Mastering Autodesk® Revit® 2018*. Autodesk Authorized.
- Putri, M. D. A. (2021). Analisa Perkuatan Sambungan Pada Jembatan Model Cable Stayed (Studi Kasus Jembatan KJI XV K Tektona Bridge). *Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang*.
- Rahmawati, A. W. S. (2019). Perbandingan Desain Struktur Balok Sederhana Bentang 50 Meter Menggunakan Prestressed Concrete T-Girder dan Prestressed Concrete Box Girder. *Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia*.
- Struyk, H.J, Van der Veen, S. (1995). *Jembatan*. PT. Pradnya Paramita.
- Supriyadi, Bambang., & Muntohar, A. S. (2007). *Jembatan (Edisi Pertama)*. Beta Offset.
- Syukri, F. F. (2021). Optimasi Pemilihan Sambungan Pada Jembatan Model Pelengkung (Studi Kasus Pada Jembatan KJI XV : Kar Jaged Bridge). *Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang*.