

IMPLEMENTASI *BUILDING INFORMATION MODELLING* PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN ALTERNATIF LINGKAR CIPANAS KABUPATEN GARUT

Putra Alkamal¹

Jurusan Teknik Sipil

Institut Teknologi Nasional Bandung

Jl. Khp Hasan Mustopa No.23, Neglasari,

Cibeunying Kaler, Kota Bandung, Jawa Barat 40124

Sofyan Triana

Jurusan Teknik Sipil

Institut Teknologi Nasional Bandung

Jl. Khp Hasan Mustopa No.23, Neglasari,

Cibeunying Kaler, Kota Bandung, Jawa Barat 40124

Abstract

The Industrial Revolution 4.0 requires actors in the construction sector to utilize technology in infrastructure planning and development, such as the application of Building Information Modeling (BIM). BIM is managing and realizing construction data defined in BIM-based software. The analysis was carried out using BIM implementation of the geometry design for the Alternative Cipanas Ring Road, which has a length of 2 km, using Autodesk Civil 3D. The design result is four horizontal and six vertical curves, which were then used to make a three-dimensional road model. The use of Civil 3D contributes to quickening the analysis process and the exactness of the road geometry design results. The 3D model contains spatial information that can be used for further research using other BIM-based software. For example, these three-dimensional models can be imported into Autodesk InRoads for bridge design.

Keywords: industrial revolution 4.0, building information modeling, Autodesk Civil 3D, road geometry design, three-dimensional model

Abstrak

Revolusi Industri 4.0 menuntut pelaku dibidang konstruksi untuk memanfaatkan teknologi pada perencanaan maupun pembangunan infrastruktur, seperti penerapan *Building Information Modelling* (BIM). BIM merupakan proses pengelolaan dan pewujudan dari data konstruksi yang didefinisikan pada suatu *software* berbasis BIM. Analisis yang dilakukan berupa implementasi BIM terhadap kegiatan perancangan geometri Jalan Alternatif Lingkar Cipanas sepanjang 2 Km menggunakan *software* Autodesk Civil 3D yang mengacu pada AASHTO 2011. Hasil desain diperoleh 6 lengkung horizontal dan 4 lengkung vertikal yang kemudian digunakan dalam pembuatan model tiga dimensi. Penggunaan Civil 3D membantu dalam kecepatan proses analisis serta keakuratan hasil desain geometri jalan. Model tiga dimensi memuat informasi spasial yang dapat dipergunakan untuk penelitian lebih lanjut menggunakan *software* berbasis BIM lainnya. Sebagai contoh, gambar tiga dimensi tersebut dapat diimpor kepada *software* Autodesk InRoads apabila akan dilanjutkan dengan perencanaan jembatan.

Kata kunci: revolusi industri 4.0, *building information modelling*, Autodesk Civil 3D, perancangan geometri jalan, model tiga dimensi

PENDAHULUAN

Revolusi Industri 4.0 menuntut seluruh personil yang terlibat dalam dunia konstruksi agar memanfaatkan teknologi untuk memaksimalkan keakuratan dan kecepatan pekerjaan perencanaan maupun pelaksanaan pada suatu proyek pembangunan, namun tetap menggunakan sumber daya alam secara efektif dan efisien. Realisasinya dapat dilakukan dengan menerapkan konsep *Building Information Modelling* (BIM). BIM adalah suatu sistem atau proses berupa rangkaian penyampaian informasi serta representasi digital dari

¹ Corresponding author: putraak878@gmail.com

karakteristik fisik dan fungsional suatu proyek pembangunan. Pada penelitian ini dilakukan implementasi BIM pada kegiatan perancangan geometri jalan. Analisis geometri jalan dilakukan menggunakan *software* Autodesk Civil 3D yang mengacu pada standar *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* Tahun 2011.

TINJAUAN PUSTAKA

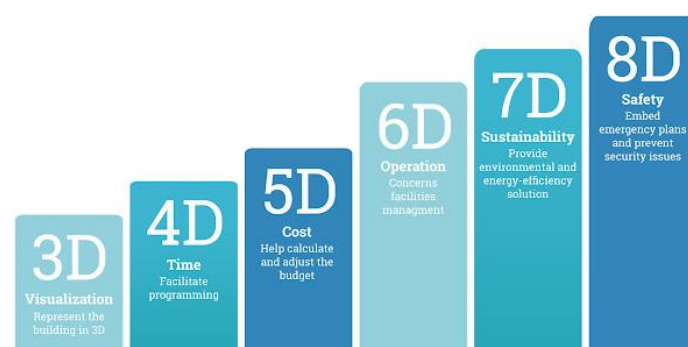
Building Information Modelling (BIM)

BIM adalah salah satu teknologi di bidang AEC (*Architecture, Engineering, and Construction*) yang mampu mensimulasikan seluruh informasi di dalam proyek pembangunan ke dalam model tiga dimensi (Andy, Francis, dan Nadeem, 2010). Model tersebut mencakup keseluruhan fase desain konstruksi, sehingga dapat memungkinkan kegiatan analisis dan kontrol yang lebih optimal daripada proses secara manual.

Konsep BIM memvisualisasikan sebuah konstruksi bangunan sebelum proyeknya dilaksanakan. Hal tersebut dilakukan untuk meminimalisir ketidakpastian, ketidaksesuaian, bahaya/kecelakaan, dan permasalahan yang mungkin terjadi saat pelaksanaan konstruksi, serta menyimulasi dan menganalisis komponen strukturnya. Selain itu, visualisasi tersebut dapat digunakan sebagai antisipasi terjadinya konflik antar komponen struktur.

Dimensi konstruksi BIM

Dalam pengimplementasiannya, BIM terbagi menjadi sejumlah tingkatan dimensi konstruksi yaitu BIM 3D, 4D, 5D, 6D, 7D dan 8D. Setiap tingkatan dimensi menambahkan ataupun menerapkan fundamental yang berbeda-beda ke dalam proyek yang dikerjakan. Ilustrasi tiap tingkatan tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Dimensi konstruksi BIM

Adapun uraian untuk setiap tingkatan dimensi konstruksi tersebut yaitu sebagai berikut:

1. BIM 3D adalah penambahan sumbu ketiga pada sistem koordinat untuk menampilkan bangunan dalam bentuk 3D.

2. BIM 4D menyertakan elemen waktu yang dapat digunakan untuk mengurutkan serta menjadwalkan tahapan konstruksi.
3. BIM 5D menambahkan elemen biaya yang berfungsi untuk mengestimasi besarnya biaya material, peralatan, ataupun upah pekerja.
4. BIM 6D menerapkan sistem manajemen fasilitas untuk mendukung manajemen dan operasi siklus hidup bangunan.
5. BIM 7D menganalisis efisiensi energi serta dampak suatu bangunan terhadap lingkungan.
6. BIM 8D menerapkan peraturan dan penyediaan fasilitas meliputi aspek keamanan, keselamatan, dan kesehatan.

Perencanaan Geometri Jalan

Menurut Sukirman, S., 1999, perencanaan geometri jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititikberatkan pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan, yaitu memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas dan sebagai akses ke rumah-rumah dengan tujuan untuk menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan rasio tingkat penggunaan/biaya pelaksanaan.

Kriteria desain geometri jalan

Kriteria desain berperan sebagai parameter awal dalam mendesain geometri jalan. Utamanya, kriteria desain terbagi menjadi dua macam, yaitu kecepatan rencana dan kendaraan rencana. Kecepatan rencana yang ditentukan berdasarkan fungsi jalan dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan kendaraan rencana pada Tabel 2.

Tabel 1. Kecepatan rencana

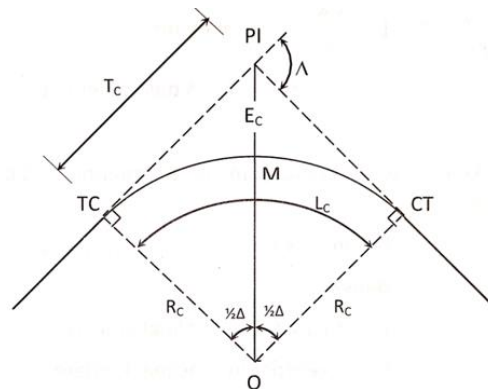
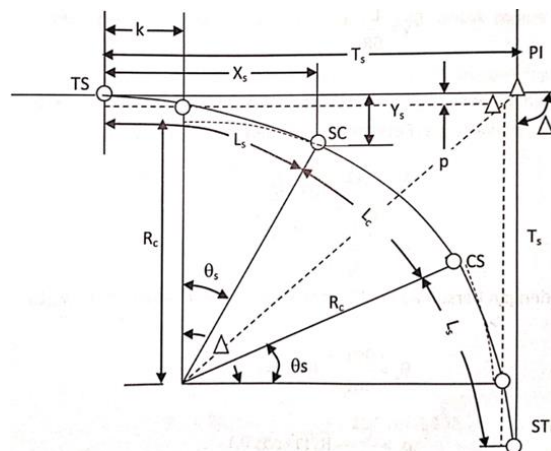
Fungsi Jalan	SPPJ	Tipe Jalan	Rentang V_D (km/jam)		
			Datar	Bukit	Gunung
Arteri Primer	JBH	4/2-T	80 - 120	70 - 110	60 - 100
	JRY	4/2-T	60 - 100	50 - 90	40 - 80
	JRY	4/2-T			
Kolektor Primer	JLR	2/2-TT	15 - 60	15 - 50	15 - 40
	JRY	4/2-T	40 - 80	30 - 70	20 - 60
	JLR	2/2-TT	15 - 40		
Lokal Primer	JSD	2/2-TT	40 - 80	30 - 70	20 - 69
	JSD	2/2-TT			
	JSD	2/2-TT			
	JSD	2/2-TT	20 - 60	20 - 50	20 - 40
	JSD	2/2-TT			
	JKC	2/2-TT			
	JKC	2/2-TT			
Lingkungan Primer	JLR	2/2-TT			
	JLR	1/2	15 - 30		

Tabel 2. Kendaraan rencana

Jenis Kendaraan Rencana		Dimensi Kendaraan (m)			Dimensi Tonjolan (m)		Radius Putar Minimum (m)
Bina Marga	AASHTO	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	
Mobil Penumpang	P	1,3	2,13	5,79	0,91	1,52	7,31
Bus	S-Bus 11	3,2	2,44	10,91	0,76	3,66	11,86
Truk 2 as	SU	4,1	2,44	9,15	1,22	1,83	12,8
Truk 3 as		4,1	2,44	12	1,2	1,8	
Truk 4 as	WB-12	4,1	2,44	13,87	0,91	0,86	12,2

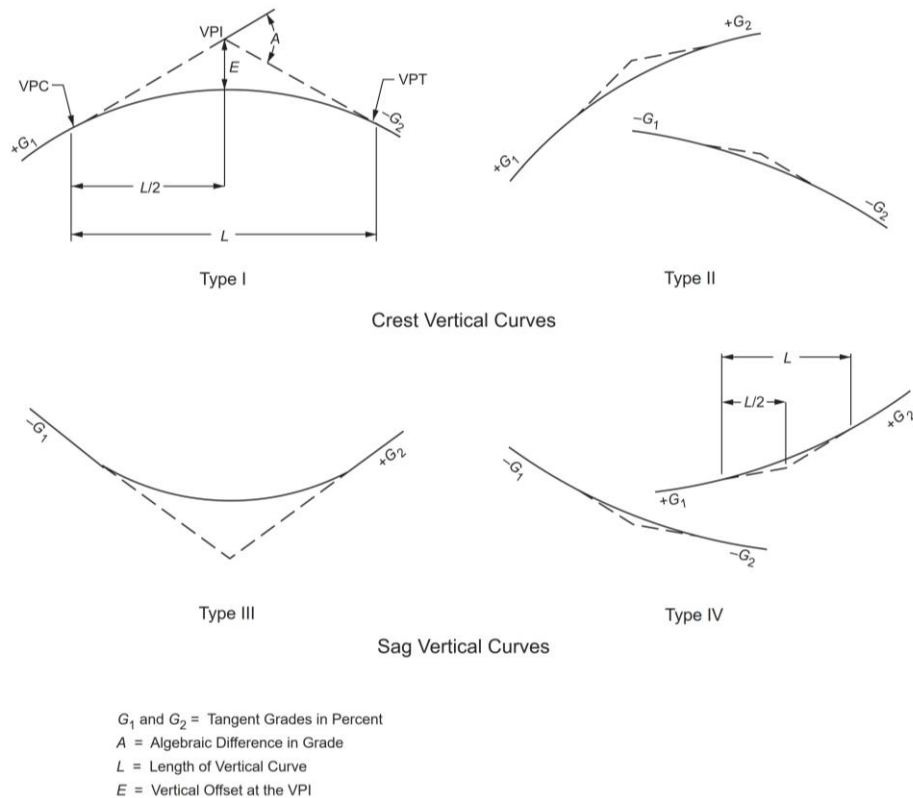
Alinyemen horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan untuk jalan tanpa median, atau proyeksi tepi perkerasan sebelah dalam untuk jalan dengan median (Sukirman, 2015). Alinyemen horizontal jalan terdiri dari dua bagian, yaitu bagian lurus dan melengkung. Terdapat tiga bentuk tikungan yaitu *Full Circle* (FC), *Spiral-Circle-Spiral* (SCS), dan *Spiral-Spiral* (SS). Bentuk lengkung FC dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan SCS pada Gambar 3.

Gambar 2. Bentuk lengkung *Full Circle*Gambar 3. Bentuk lengkung *Spiral-Circle-Spiral*

Alinyemen vertikal

Alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan untuk jalan dua lajur dua arah atau melalui tepi dalam masing-masing perkerasan untuk jalan dengan median (Sukirman, 2015). Lengkung vertikal terbagi menjadi dua bentuk, yaitu lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung. Bentuk dan jenis lengkung vertikal dapat dilihat pada Gambar 4.



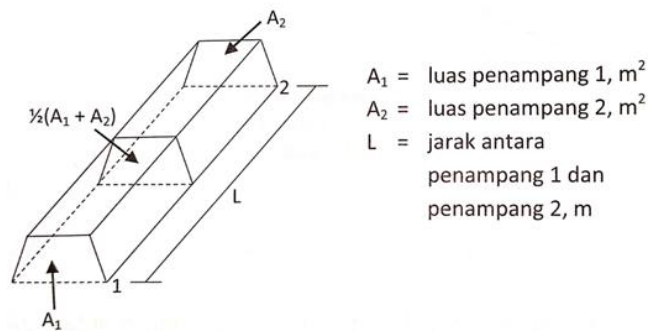
Gambar 4. Bentuk dan tipe lengkung vertikal

Tahapan perancangan lengkung vertikal harus memperhatikan berbagai aspek, dimana:

1. Untuk desain lengkung vertikal cembung, harus memperhatikan aspek jarak pandang, drainase, dan kenyamanan.
2. Untuk desain lengkung vertikal cekung, harus memperhatikan aspek kenyamanan pengemudi, jarak pandang henti, drainase, dan bentuk visual

Pekerjaan tanah

Perhitungan volume galian-timbunan tanah menggunakan metode penampang melintang rata-rata. Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 5, sedangkan rumus untuk menghitungnya ditunjukkan pada persamaan 1.



Gambar 5. Perhitungan volume galian dan timbunan dengan metode penampang melintang rata-rata

$$V = \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) L \quad (1)$$

Studi Terdahulu

Studi terdahulu merupakan studi yang telah dilakukan sebelumnya yang dipergunakan sebagai acuan serta inspirasi dalam penyusunan penelitian ini. Studi terdahulu juga berfungsi sebagai bahan perbandingan dan kajian dengan penelitian ini. Pada penelitian ini, studi terdahulu yang dipergunakan merupakan sebuah penelitian yang dilakukan oleh Nisa Fahira Sabillah (2021) dengan judul “Perancangan Geometri Ruas Jalan Gudang Cijambu STA 1+400 s/d STA 3+400 Menggunakan AutoCAD Civil 3D 2018”.

METODE PENELITIAN

Persiapan Penelitian

Langkah-langkah dalam mempersiapkan penelitian yaitu menentukan topik penelitian, objek penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan batasan masalah.

Penentuan Lokasi/Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini dimulai dari STA 0+000 sampai dengan STA 2+000 Jalan Alternatif Lingkar Cipanas yang berlokasi di Kecamatan Tarogong Kidul, Kabupaten Garut.

Kajian Pustaka

Referensi literatur yang digunakan pada penelitian ini berupa teori mengenai BIM dan perancangan geometri jalan dengan AASHTO Tahun 2011.

Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data teknis jalan yang diperoleh dari CV. Citra Lestari selaku konsultan perencana.

Implementasi BIM pada Kegiatan Perencanaan Jalan

Implementasi BIM yang dilakukan mencakup dimensi konstruksi ketiga, yaitu pemodelan tiga dimensi dari infrastruktur jalan secara digital yang menggunakan bantuan *software* Autodesk Civil 3D.

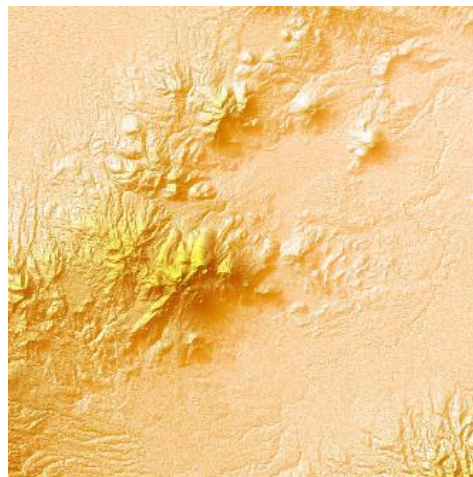
ANALISIS DATA

Spesifikasi Teknis Jalan Rencana

Spesifikasi teknis dari Jalan Alternatif Lingkar Cipanas yaitu menggunakan jenis perkerasan kaku, fungsi jalan kolektor primer, tipe jalan 4 lajur 2 arah terbagi, kecepatan rencana 50 Km/jam, lebar badan jalan 2 x 7 m, dan lebar bahu jalan 2 x 2 m. Kemudian untuk kemiringan melintang bahu 4%, kemiringan melintang normal 2%. dan kemiringan melintang maksimum 8%, sedangkan kelandaian memanjang maksimum 10%.

Peta Topografi

Peta topografi diperoleh dari *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS). Peta tersebut mencakup posisi objek penelitian, yaitu wilayah Kecamatan Tarogong Kaler, Kabupaten Garut. Peta topografi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta topografi Tarogong Kaler, Kabupaten Garut

Hasil Perancangan Geometri Jalan

Perancangan alinyemen horizontal

Trase jalan yang digambarkan menghasilkan 6 buah *point of intersections* dengan desain tikungan sebanyak 3 buah untuk lengkung FC dan 3 buah untuk lengkung S-C-S. Adapun rincian dari hasil desain lengkung horizontal ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perancangan alinyemen horizontal

Keterangan Data	<i>Points of Intersection</i>					
	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	PI 5	PI 6
Bentuk	FC	S-C-S	S-C-S	FC	S-C-S	FC
Station	0+116.07	0+579.59	0+955.67	1+318.87	1+512.02	1+707.65
X (m)	817500.960	817867.319	817344.428	817636.884	817746.455	817746.896
Y (m)	9203288.811	9203744.247	9204142.145	9204617.794	9204617.794	9204779.314
Δ (°)	4.275	2.8258	3.1238	8.6266	14.7876	29.8608
V (km/jam)	50	50	50	50	50	50
Rmin (m)	73.000	73.000	73.000	73.000	73.000	73.000
Rc (m)	73.000	350.000	240.000	73.000	170.000	73.000
Lc (m)	5.447	17.262	13.085	10.991	43.876	38.045
e (%)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

Perancangan alinyemen vertikal

Perancangan alinyemen vertikal yang dilakukan menghasilkan sebanyak 4 buah lengkung dengan 2 buah lengkung vertikal cembung dan 2 buah lengkung vertikal cekung. Rincian desain dari keempat lengkung vertikal tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil perancangan alinyemen vertikal

Keterangan Data	<i>Points of Vertical Intersection</i>			
	PVI 1	PVI 2	PVI 3	PVI 4
Bentuk	Cembung	Cekung	Cembung	Cekung
Station	0+329.98	0+834.74	1+200.00	1+637.73
Elevasi (m)	+777.851	+766.689	+770.000	+758.872
g1 (%)	+0.34	-2.21	+0.91	-2.54
g2 (%)	-2.21	+0.91	-2.54	+1.90
A (%)	2.55	3.12	3.45	4.44
K	68.885	35.456	37.761	21.537
L (m)	175.95	110.55	130.225	95.75
V (km/jam)	50	50	50	50
Ev (m)	0.561	0.431	0.562	0.531

Volume galian dan timbunan tanah

Berdasarkan perhitungan pada Civil 3D, volume dari galian dan timbunan tanah yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Volume galian dan timbunan tanah

Galian (m ³)	Timbunan (m ³)	Selisih (m ³)
77160.05	88636.7	11476.65

Volume material perkerasan

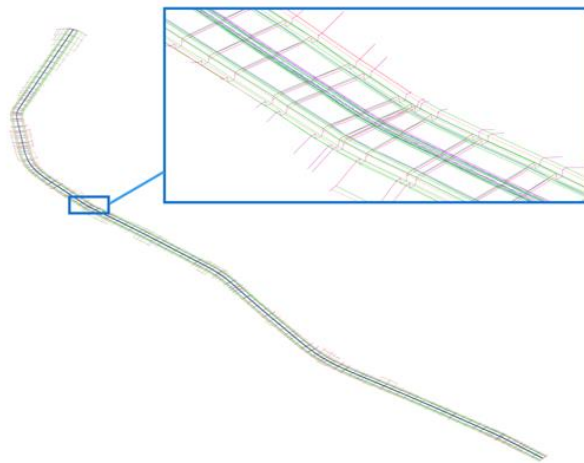
Berdasarkan perhitungan pada Civil 3D, volume total dari setiap material perkerasan ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Volume material perkerasan

Jenis Material	Volume (m ³)
K-350	5661.88
K-175	2830.94
Agregat Kelas A	19209.95
Urugan Pilihan	2123.21
Kanstin	707.74

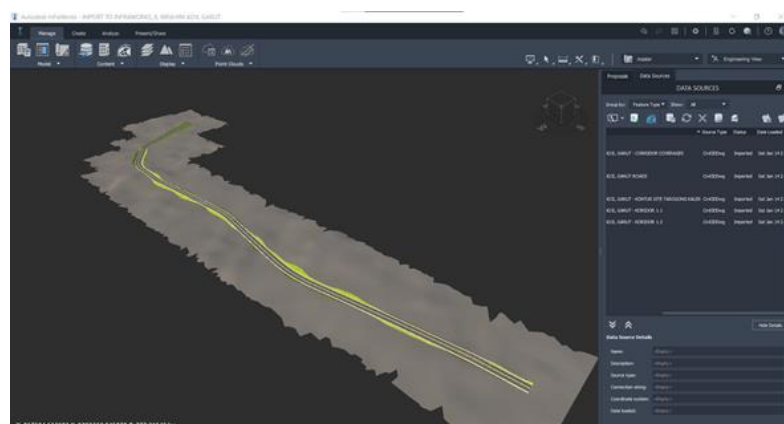
Hasil Implementasi BIM pada Perencanaan Jalan

Produk dari penerapan BIM berupa model tiga dimensi yang berdasarkan pada hasil desain geometri jalan. Gambar 7 menunjukkan output model tiga dimensi tersebut.



Gambar 7. Model 3D jalan

Gambar tersebut memuat informasi spasial yang dapat dipergunakan untuk penelitian lebih lanjut menggunakan *software* berbasis BIM lainnya. Sebagai contoh, model tersebut dapat diimport, seperti pada Gambar 8, ke dalam *software* Infraworks yang juga dari Autodesk untuk melakukan desain jembatan.

Gambar 8. Input hasil gambar 3D pada *Software Infraworks*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil, yaitu:

1. Hasil desain geometri jalan telah memenuhi spesifikasi yang berdasarkan pada standar AASHTO Tahun 2011, dimana:
 - a. Alinyemen horizontal menghasilkan 6 buah tikungan dengan jumlah sebanyak 3 buah untuk bentuk FC dan 3 buah untuk bentuk S-C-S.
 - b. Alinyemen vertikal menghasilkan 4 buah lengkung dengan jumlah sebanyak 2 buah untuk lengkung vertikal cekung dan 2 buah lengkung vertikal cembung.
2. Penggunaan kecepatan rencana 50 Km/jam dapat digunakan untuk fungsi jalan kolektor primer pada Jalan Alternatif Lingkar Cipanas Kabupaten Garut yang merupakan bagian dari sistem jaringan jalan (SJJ) primer untuk jalan antar kota, berdasarkan peraturan yang berlaku di Indonesia.
3. Implementasi BIM pada pekerjaan perencanaan geometri jalan menggunakan *software* Civil 3D membantu dalam kecepatan proses analisis serta keakuratan hasil desain geometri jalan. Adapun *output* model tiga dimensi sebagai hasil implementasi BIM yang dapat di-*input*-kan pada *software* lainnya sebagai bahan penelitian lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2004). *AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. Washington, D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2011). *AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. Washington, D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2021). *Pedoman Bidang Jalan dan Jembatan Nomor 13 / P / BM / 2021 tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan*.
- Sabillah, N. F., & Elkhassnet. (2021). Perancangan Geometri Ruas Jalan Gudang Cijambu STA 1+400 s/d STA 3+400 Menggunakan AutoCAD Civil 3D 2018. *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*.
- Sukirman, S. (1999). *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Penerbit NOVA.
- Sukirman, S. (2010). *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung: Penerbit NOVA.
- Sukirman, S. (2015). *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Karyamanunggal Lithomas.
- Syrymbetov, A. (2022, November 20). *7D-BIM or effective BEM management of the lifecycle of the property!* Retrieved from LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/7d-bim-effective-bem-management-lifecycle-property-azamat-syrymbetov/>

Undang-undang (UU) Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan.
(n.d.).

Wong, A. K., Wong, F. K., & Nadeem, A. (2010). Attributes of Building Information.
Architectural Engineering and Design Management, 289.