

## IMPLEMENTASI *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) DALAM PERENCANAAN DIMENSI SALURAN DRAINASE DI UB FOREST SUMBERSARI

### IMPLEMENTATION OF *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) IN THE DESIGN OF DRAINAGE CHANNEL DIMENSION IN UB FOREST SUMBERSARI

Kurnia Ulfi Listyana<sup>1)</sup>\* Very Dermawan<sup>1)</sup> Evi Nur Cahya<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Departemen Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya  
Jl. MT Haryono 167 Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia

\*Corresponding email: [listyanakurnia@gmail.com](mailto:listyanakurnia@gmail.com)

Diterima: 5 Agustus 2023; Direvisi: 6 Februari 2024; Disetujui: 13 Mei 2024

#### ABSTRACT

*UB Forest Sumbersari is a forest for multidisciplinary research and development in Brawijaya University. In order to improve and reducing the environmental damage around the road due to water flow, the planned drainage system by implementing BIM. BIM has a major role in coordinating and integrating information exchange and knowledge between various disciplines and phases in the project implementation. In this study, the Autodesk Civil 3D and Autodesk Storm and Sanitary Analysis (SSA) are employed as a BIM platform. Autodesk Civil 3D is the latest version of AutoCAD Land Desktop development that has used the dynamic modeling concept. Autodesk Civil 3D helps facilitate in case of design changes as well as in the calculating of job volume such as the volume of cut and fill of the soil and volume of required materials in drainage channel planning. While SSA facilities plan on hydraulics such as flow depth, maximum velocity, channel slope, and channel dimensions. Based on the result of the SSA analysis, the dimensions of drainage channel are 30 cm x 30 cm, 50 cm x 50 cm, 65 cm x 65 cm, and 80 cm x 80 cm. And generated volume of cut equals to 3148,02 m<sup>3</sup>, while the volume of fill equals to 296,93 m<sup>3</sup>, with total required volume of gravel reaches 444,8 m<sup>3</sup>.*

**Keywords:** *drainage, Building Information Modeling, Autodesk Civil 3D, Storm and Sanitary Analysis, UB Forest Sumbersari*

#### ABSTRAK

*UB Forest Sumbersari merupakan hutan yang dijadikan untuk keperluan penelitian dan pengembangan multidisiplin di Universitas Brawijaya. Guna meningkatkan dan mencegah terjadinya kerusakan lingkungan di sekitar jalan akibat aliran air maka direncanakan sistem drainase dengan mengimplementasikan BIM. BIM memiliki peran utama dalam mengkoordinasikan dan mengintegrasikan pertukaran informasi dan pengetahuan antara berbagai disiplin ilmu dan fase dalam proyek. Pada penelitian ini menggunakan platform Autodesk Civil 3D dan Autodesk Storm and Sanitary Analysis (SSA) sebagai platform BIM. Autodesk Civil 3D merupakan versi terbaru dari pengembangan AutoCAD Land Desktop yang telah menggunakan konsep dynamic modeling. Autodesk Civil 3D membantu memudahkan apabila terjadi perubahan desain serta dalam perhitungan volume pekerjaan seperti volume galian, timbunan tanah dan volume material yang dibutuhkan dalam perencanaan saluran drainase. Sedangkan SSA memudahkan perencanaan pada sifat hidraulik seperti kedalaman aliran, kecepatan maksimum, kemiringan saluran, serta dimensi saluran. Dimensi saluran yang dihasilkan berdasarkan hasil analisis SSA yaitu 30 cm x 30 cm, 50 cm x 50 cm, 65 cm x 65 cm, dan 80 cm x 80 cm. Total volume galian dan timbunan secara berurutan adalah 3148,02 m<sup>3</sup> dan 296,93 m<sup>3</sup> dengan total volume batu kali atau material yang dibutuhkan untuk perencanaan saluran drainase mencapai 444,8 m<sup>3</sup>.*

**Kata Kunci:** *drainase, Building Information Modeling, Autodesk Civil 3D, Storm and Sanitary Analysis, UB Forest Sumbersari*

**PENDAHULUAN**

UB Forest Sumpersari merupakan hutan yang terletak di lingkungan Universitas Brawijaya yang dijadikan lahan untuk mendukung keperluan penelitian dan pengembangan multidisiplin (Rencana Pengelolaan Jangka Panjang UB Forest,2022). Guna menciptakan suatu proses belajar-mengajar yang efektif, maka evaluasi dan pemantauan perlu dilakukan secara seksama dan berkesinambungan. Upaya peningkatan tersebut selayaknya diimbangi dengan penyediaan sarana dan prasarana sebagai fasilitas pendukung pelaksanaan kegiatan dalam kaitan ini adalah hutan pendidikan dengan pemanfaatan untuk multidisiplin (ubforest.ub.ac.id). Salah satunya dengan perencanaan sistem drainase pada lokasi penelitian.

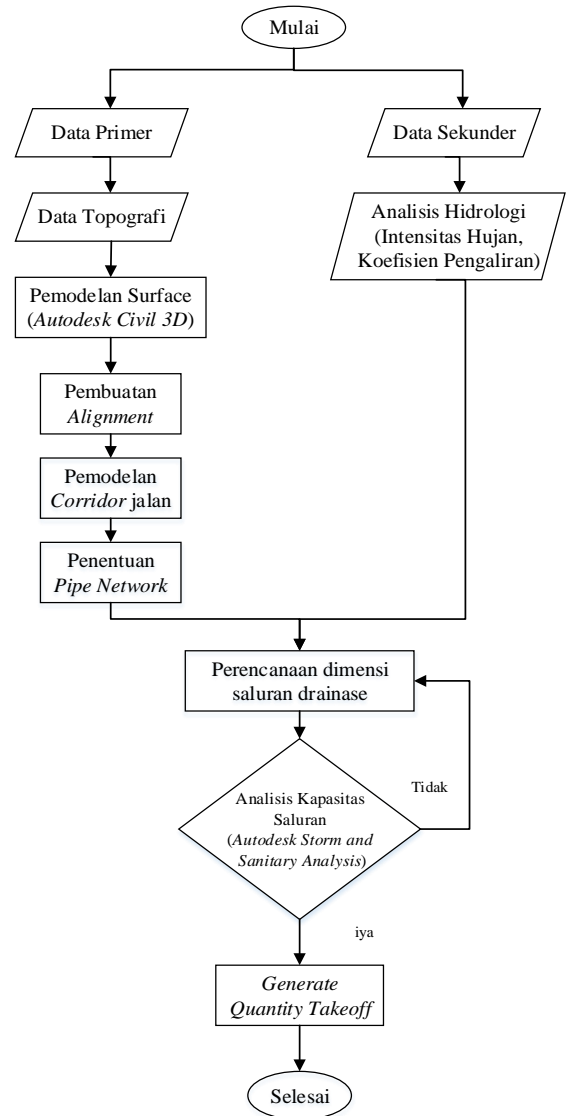
Drainase merupakan suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan tidak terganggu (Suripin 2004). Salah satu solusi digital yang paling menjanjikan disektor konstruksi adalah *Building Information Modeling* (BIM) (Azhar, S 2011). BIM adalah sistem informasi untuk mengelola sumber daya informasi dalam bentuk pemodelan bangunan untuk diberikan kepada pelaku proyek dalam aktivitas konstruksi sebagai dasar dalam pengambilan keputusan, proses menghasilkan dan mengelola data bangunan dalam siklus proyeknya (Handika dan Jane 2018). Dasar pemikiran BIM adalah kolaborasi oleh pemangku kepentingan yang berbeda pada berbagai fase siklus hidup pelaksanaannya dari mulai memasukkan data, mengekstrak, memperbaharui atau memodifikasi informasi dalam BIM untuk mendukung dan mewakili peran dari pemangku kepentingan tersebut (Mieslenna dan Wibowo 2019). Berdasarkan penelitian sebelumnya dengan mengimplementasikan BIM dapat mempercepat waktu perencanaan proyek, mengurangi kebutuhan SDM serta menghemat pengeluaran biaya (Berlian et. al 2016).

Penerapan BIM pada penelitian ini menggunakan platform *Autodesk Civil 3D* dan *Autodesk Storm and Sanitary Analysis* (SSA) sebagai platform BIM. *Autodesk Civil 3D* merupakan versi terbaru pengembangan *AutoCAD Land Desktop* yang telah menggunakan konsep *Dynamic Modeling* (Davenport and Voiculescu 2015). Penggunaan *Civil 3D* dalam penelitian ini untuk pemodelan 3D pekerjaan tanah atau pekerjaan linier, selain itu melalui *Civil 3D* dapat menghitung volume pekerjaan secara cepat dan akurat. *Autodesk Storm and Sanitary Analysis* merupakan pemodelan yang komprehensif untuk menganalisis dan merancang sistem drainase perkotaan, saluran pembuangan air hujan dan saluran sanitasi (Autodesk, Inc 2020).

Penelitian ini dimulai dengan analisis hidrologi untuk mendapatkan nilai debit rencana kala ulang 5 tahun serta nilai intensitas hujan dan nilai koefisien pengaliran yang akan digunakan dalam analisis menggunakan SSA. Analisis kemudian dilanjutkan dengan penerapan BIM menggunakan platform *Autodesk Civil 3D* untuk melakukan desain saluran yang terintegrasi dengan *Autodesk Storm and Sanitary Analysis* (SSA) yang akan menghasilkan dimensi saluran yang optimal dengan memenuhi perilaku hidraulik saluran.

**METODOLOGI**

Dalam penelitian ini dilakukan analisis hidrologi serta pemodelan untuk desain saluran menggunakan *Autodesk Civil 3D* yang terintegrasi dengan software SSA untuk mendapatkan dimensi saluran serta sifat hidraulik saluran. Pada Gambar 1 disajikan diagram alir pengerjaan dalam penelitian ini.



**Gambar 1** Diagram Alir Penerapan BIM

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di UB Forest Sumpersari yang merupakan hutan untuk pendidikan dan pelatihan yang berada di Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Seperti yang terlihat pada Gambar 2 kawasan UB Forest terdiri dari hutan lindung dan produksi dengan tanaman utamanya pinus dan mahoni. Selain tanaman pinus dan mahoni di kawasan UB Forest Sumpersari mempunyai beberapa jenis tanaman yang dikelola oleh masyarakat yang ada di kawasan (magersaren dan pesanggem) disekitar seperti kopi dan tanaman sayuran. UB Forest Sumpersari sangat strategis dengan potensi wisata keindahan alam dan kenyamanan iklim yang terdapat di Gunung Mujur. Untuk lokasi penelitian perencanaan saluran drainase memiliki luas sekitar  $\pm 7,17$  ha yang mana pada lokasi tersebut menjadi pusat kegiatan civitas akademik maupun masyarakat luar UB Forest.

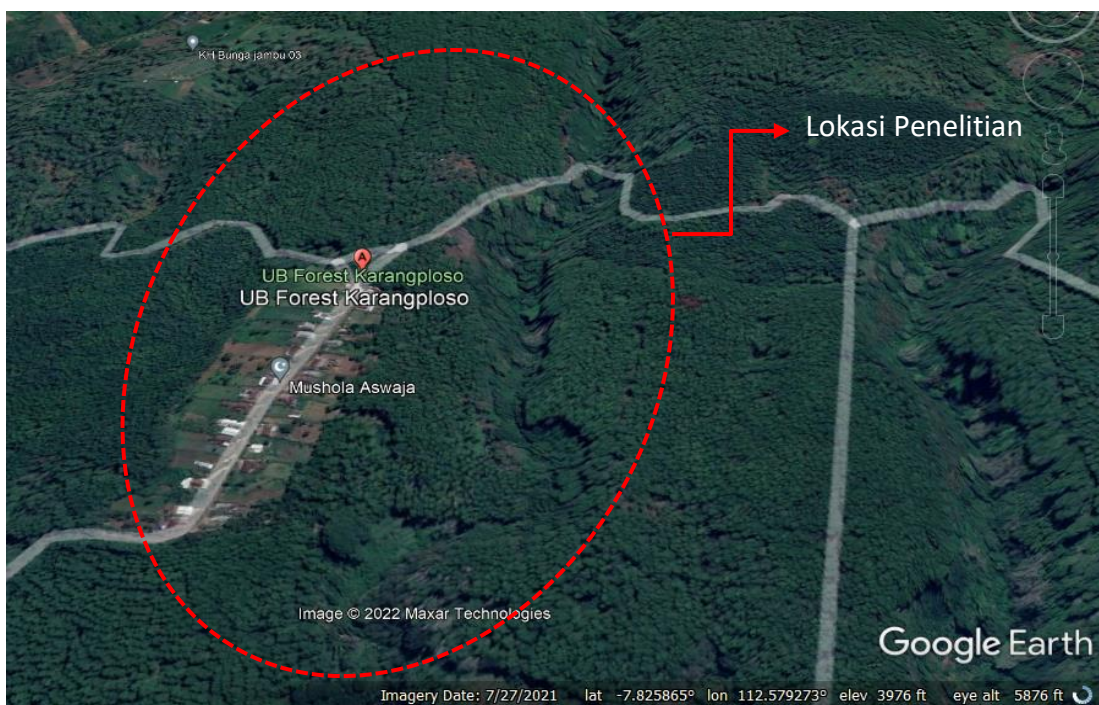
Kegiatan masyarakat sekitar kawasan hutan yang beraktifitas mencari penghidupan di kawasan hutan diantaranya adalah mereka yang menanam kopi di antara pohon-pohon produktif hutan, penanaman rumput gajah sebagai pakan ternak, dan penyadapan getah pohon pinus. Sedangkan masyarakat dari luar kawasan hutan yang memanfaatkan hutan sebagai sarana rekreasi diantaranya adalah komunitas motor trail, kendaraan *offroad* roda empat, komunitas olahraga sepeda gunung, selain itu ada pula masyarakat yang memanfaatkan untuk hiking. Kegiatan wisata yang

dapat dilakukan adalah *tracking* dan menikmati suasana alam yang menyegarkan karena masih sangat alami kondisi pegunungannya. Serta terdapat Kafe Kopi Alas UB Forest yang dapat dikunjungi masyarakat dari dalam dan luas kawasan hutan (Rencana Pengelolaan Jangka Panjang UB Forest,2022).

### Tahapan Analisis Hidrologi

Data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: peta topografi lokasi penelitian, data curah hujan 20 tahun. Adapun tahapan analisis hidrologi pada penelitian sebagai berikut:

- Perhitungan curah hujan daerah menggunakan metode *Polygon Thiessen* untuk mengetahui stasiun hujan yang berpengaruh terhadap lokasi penelitian.
- Perhitungan uji konsistensi data curah hujan menggunakan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS).
- Perhitungan curah hujan rancangan menggunakan metode *Log Pearson III*.
- Perhitungan uji kesesuaian distribusi menggunakan uji *Smirnov-Kolmogorov* dan uji *Chi-Square*.
- Perhitungan intensitas hujan (I) menggunakan rumus Mononobe
- Perhitungan koefisien pengaliran (C)
- Perhitungan dimensi saluran drainase.



Gambar 2 Lokasi Penelitian UB Forest Sumpersari

**Analisis Hidrologi**

Analisis hidrologi digunakan untuk memprediksi debit air yang masuk pada kala ulang tertentu (Yansyah dan Kusumastuti 2015). Pada penelitian ini analisis hidrologi hanya digunakan sampai dalam menentukan koefisien pengaliran dan intensitas hujan yang mana hasil perhitungan tersebut akan digunakan dalam melakukan analisis menggunakan *software* SSA.

**Uji Konsistensi Data**

Uji Konsistensi data menggunakan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS) ditunjukkan dengan nilai kumulatif penyimpangannya terhadap nilai rata-rata (*mean*), persamaan yang dapat digunakan sebagai berikut (Kamiana, 2010):

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{D_y} \dots\dots\dots(1)$$

$$D_y^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - \bar{Y})^2}{n} \dots\dots\dots(2)$$

- Dimana:  
*S<sub>k</sub><sup>\*\*</sup>*: *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS).  
*D<sub>y</sub>* : standar deviasi seri data Y.  
*S<sub>k</sub><sup>\*</sup>* : nilai kumulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata (*mean*).  
*Y<sub>i</sub>* : nilai data Y ke-i.  
 $\bar{Y}$  : nilai Y rata-rata.  
*n* : jumlah data Y.

**Curah Hujan Maksimum Daerah**

Metode poligon thiessen atau dikenal sebagai metode rata-rata timbang (*weighted mean*). Metode Poligon Thiessen menggunakan persamaan sebagai berikut (Suripin, 2004):

$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \dots + P_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_iA_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots(3)$$

- Dimana:  
*P* : curah hujan rata-rata daerah (mm)  
*P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, ... P<sub>n</sub>* : curah hujan yang tercatat di stasiun hujan 1,2, ..., *n* (mm)  
*A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> ... A<sub>n</sub>* : luas areal poligon 1,2, ..., *n* (km<sup>2</sup>)  
*n* : banyaknya stasiun hujan.

**Curah Hujan Rancangan**

Hujan rancangan maksimum merupakan curah hujan terbesar tahunan yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan kala ulang tertentu. Metode yang dapat digunakan antara lain distribusi *Gumbel*, *Log Normal*, *Log Pearson III* dan lain-lain. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat fisik statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu (Suripin, 2004).

**Uji Kesesuaian Distribusi**

**Uji Smirnov-kolmogorov**

Persamaan yang digunakan dalam uji ini sebagai berikut (Limantara 2018):

$$\Delta_{maks} = |P_e - P_t| \dots\dots\dots(4)$$

- Dimana:  
 $\Delta_{maks}$  : selisih maksimum antara peluang empiris dan teoritis  
*P<sub>e</sub>* : peluang empiris  
*P<sub>t</sub>* : peluang teoritis  
 $\Delta_{cr}$  : simpangan kritis

**Uji Chi-Square**

Persamaan yang dapat dipakai sebagai berikut (Limantara 2018):

$$X^2_{hitung} = \sum_{i=1}^k \frac{(F_e - F_t)^2}{F_t} \dots\dots\dots(5)$$

- Dimana:  
*X<sup>2</sup><sub>hitung</sub>* : harga Chi-Square hitung  
*F<sub>e</sub>* : Frekuensi pengamatan kelas i  
*F<sub>t</sub>* : Frekuensi teoritis kelas i  
*k* : Jumlah kelas

**Intensitas Hujan**

Intensitas hujan untuk *t<sub>c</sub>* tertentu dapat dihitung dengan rumus mononobe sebagai berikut (Suripin, 2004):

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(6)$$

- Dimana:  
*I* : intensitas hujan (mm/jam)  
*t* : lamanya hujan (jam)  
*R<sub>24</sub>* : curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm).

**Debit Air Hujan**

Metode yang dapat digunakan yaitu metode Rasional USSCS (1973). Persamaan metode Rasional sebagai berikut (Suripin, 2004):

$$Q_p = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(7)$$

- Dimana:  
*Q<sub>p</sub>* : debit puncak banjir (m<sup>3</sup>/detik)  
*C* : koefisien limpasan  
*I* : intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)  
*A* : luas daerah aliran (ha).

**Penerapan BIM**

Penerapan BIM pada penelitian ini menggunakan *platform Autodesk Civil 3D* yang terintegrasi dengan *Autodesk Storm and Sanitary Analysis (SSA)*. *Autodesk Civil 3D* merupakan versi terbaru dari pengembangan *AutoCAD Land Desktop*, dimana *software Autodesk Civil 3D* sudah menggunakan konsep *Dinamik Modeling*. *Dinamik Modeling* merupakan suatu konsep integrasi proses desain, dimana jika melakukan perubahan pada saat desain maka secara otomatis akan meng-update ke seluruh proses desain yang berkaitan. Sehingga dapat menghemat waktu dalam pekerjaan.



Perbedaannya dengan *AutoCAD* konvensional perlu melakukan perubahan dalam setiap tahapan desain. Dalam perencanaan saluran drainase membutuhkan desain tipikal saluran dengan menggunakan *subassemblies* seperti bentuk saluran, dan *daylight* berupa galian dan timbunan.

*Autodesk Storm and Sanitary Analysis (SSA)* merupakan pemodelan dengan ruang lingkup untuk menganalisis dan merancang sistem drainase dan saluran pembuangan, sanitasi. Penggunaan *Autodesk Storm and Sanitary Analysis* dapat langsung digunakan dengan perintah pada *Autodesk Civil 3D*, yaitu dengan mengimport atau edit di SSA berdasarkan hasil jaringan pipa (*pipe network*) dan secara otomatis sebagai lapisan latar belakang (*background layer*) pada SSA. *Software* ini dapat digunakan untuk merancang dan menganalisis: sistem drainase jalan raya (termasuk trotoar dan saluran selokan), jaringan saluran pembuangan sanitasi dan saluran pembuangan gabungan, sistem drainase, perancangan kolam detensi dan struktur *outlet*, jembatan dan gorong-gorong, penelitian kualitas air dan saluran pembuangan sanitasi. Lembar profil atau hasil analisis meliputi maksimum HGL dan EGL, kedalaman kritis, debit maksimum, kedalaman aliran maksimum, kecepatan aliran maksimum, dan dimensi saluran (*Autodesk Storm and Sanitary Analysis*, 2021). Adapun tahapan dalam perencanaan saluran menggunakan *Autodesk Civil 3D* dan *Autodesk Storm and Sanitary Analysis* sebagai berikut:

1. Berdasarkan data topografi menggunakan *Autodesk Civil 3D* dilakukan pemodelan *surface*,

pembuatan *alignment*, *assemblies*, *pipe network* selanjutnya *corridor* saluran

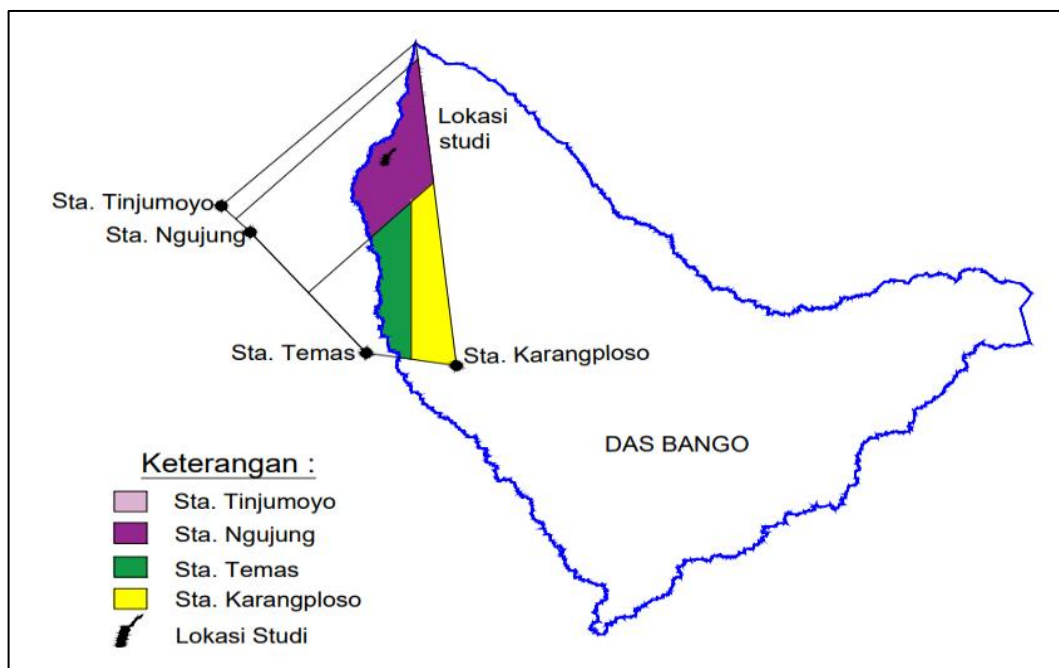
2. Dengan data hidrologi dan hasil penentuan *pipe network* dilanjutkan dengan analisis menggunakan *Storm and Sanitary Analysis (SSA)*. Tahapan pada SSA dimulai dengan penentuan *subbasins* sesuai dengan daerah tangkapan air pada saluran rencana, pembuatan *junction*, *conveyance link* atau sebagai saluran rencana dengan menginputkan dimensi saluran yang direncanakan, *outfall* atau peletakan *outlet* rencana serta menginputkan nilai intensitas hujan berupa kurva IDF.

3. Menganalisis kapasitas saluran apakah dengan dimensi rencana terjadi luapan atau tidak. Apabila hasil tersebut masih terjadi luapan maka merencanakan ulang dimensi saluran sampai tidak terjadi luapan / limpasan untuk mendapatkan dimensi saluran yang optimal.

Dalam analisis menggunakan SSA data yang digunakan untuk melakukan *running* yaitu menggunakan nilai intensitas hujan yang berupa kurva IDF dengan nilai intensitas hujan kala ulang 5 th. Serta menggunakan nilai koefisien pengaliran berdasarkan tata guna lahan daerah atau *subbasin* saluran tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Hidrologi



Gambar 3 Poligon Thiessen lokasi studi

**Curah Hujan Maksimum Daerah**

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *poligon thiessen* seperti pada Gambar 3 terdapat satu stasiun hujan yang berpengaruh terhadap lokasi penelitian yaitu stasiun hujan Ngujung.

**Uji Konsistensi Data**

Berdasarkan hasil perhitungan uji konsistensi data curah hujan menggunakan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS) didapatkan  $\frac{Q}{\sqrt{n}} = 0,587$  dan  $\frac{R}{\sqrt{n}} = 0,914$ . Dengan n atau jumlah data yang tersedia sebanyak 20 data dengan probabilitas 95%, sehingga didapatkan nilai  $\frac{Q}{\sqrt{n}}$  kritis sebesar 1,22 dan nilai  $\frac{R}{\sqrt{n}}$  kritis sebesar 1,43. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data curah hujan yang dimiliki merupakan data yang konsisten.

**Hujan Rancangan**

Curah hujan rancangan menggunakan metode *Log Pearson III* dikarenakan syarat distribusi untuk nilai Cs (koefisien kemencengan) dan Ck (koefisien puncak) tidak ditentukan. Berdasarkan hasil perhitungan dengan kala ulang 5 tahun didapatkan sebesar 96,429 mm dengan nilai S = 0,095, Cs = 0,8356.

**Uji Kesesuaian Distribusi**

Untuk mengetahui kebenaran hipotesa distribusi frekuensi yang dipilih perlu dilakukan uji kesesuaian distribusi antara lain:

**Uji Smirnov-kolmogorov**

Setelah didapatkan nilai curah hujan rancangan, dilakukan uji kesesuaian distribusi. Didapatkan berdasarkan hasil perhitungan nilai  $\Delta_{hitung} = 0,1004$  dengan nilai derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) = 5 % didapatkan  $\Delta_{cr} = 0,294$  maka  $\Delta_{hitung} < \Delta_{cr}$  dapat disimpulkan bahwa hasil hipotesa dapat diterima.

**Uji Chi-Square**

Berdasarkan hasil perhitungan untuk uji kesesuaian distribusi menggunakan uji Chi-square didapatkan nilai  $\Delta_{hitung} = 4,5$  dengan nilai derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) = 5 % didapatkan  $\Delta_{cr} = 5,991$  maka  $\Delta_{hitung} < \Delta_{cr}$  dapat disimpulkan bahwa hasil hipotesa dapat diterima.

**Intensitas Hujan**

Perhitungan intensitas hujan menggunakan metode Mononobe ini dapat mengestimasi hujan setiap jamnya dari hujan satuan yang ada dengan kala ulang 5 th yang nilai intensitas hujan tersebut akan digunakan dalam analisis menggunakan *software SSA* yang dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4** Hasil Perhitungan Intensitas Hujan

t(menit)	t(jam)	Q5 (96,429 mm)
5	0,083	175,223
15	0,250	84,238
30	0,500	53,067
60	1,000	27,712

**Koefisien Aliran (C)**

Pada lokasi penelitian terdapat berbagai macam peruntukan tanah maka koefisien pengaliran yang digunakan adalah koefisien ekuivalen dari berbagai peruntukan tanah. Koefisien pengaliran yang digunakan pada lokasi penelitian tergantung atau berdasarkan penggunaan lahan pada lokasi penelitian. Pada lokasi penelitian terdapat beberapa penggunaan lahan antara lain: hutan rimba, permukiman, tegalan, dan perkebunan. Pada Tabel 5 merupakan perhitungan koefisien pengaliran pada lokasi penelitian.

**Tabel 5** Perhitungan Koefisien Pengaliran

No	Nama Saluran	Tata Guna Lahan	A (ha)	A total (ha)	Koef. Peng. (C)	Koef. Peng. Gab.
1	Kanan 1	Hutan Rimba	0,26	0,34	0,2	0,12
		Tegalan	0,08		0,3	
2	Kiri 1	Hutan Rimba	0,12	0,125	0,2	0,04
		Tegalan	0,005		0,3	
3	Kanan 2	Tegalan	0,66	0,66	0,3	0,30
4	Kiri 2	Hutan Rimba	0,03	2,64	0,2	0,4
		Pemukiman	0,79		0,6	
		Tegalan	1,82		0,3	
5	Kiri 3	Tegalan	0,016	0,016	0,3	0,300
6	Kanan 4	Hutan Rimba	0,19	1,82	0,2	0,43
		Pemukiman	0,83		0,6	
		Tegalan	0,8		0,3	
7	Kandang Rusa	Perkebunan	0,23	1,09	0,4	0,32
		Tegalan	0,86		0,3	
8	Aula Kiri	Tegalan	0,244	0,244	0,3	0,20
9	Aula Kanan	Tegalan	0,22	0,235	0,3	0,3
		Hutan Rimba	0,015		0,2	

**Debit Air Hujan**

Menghitung Curah hujan rencana menggunakan metode rasional sesuai dengan persamaan (7). Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai debit saluran kanan sebesar 0,072 m<sup>3</sup>/s dan saluran kiri sebesar 0,114 m<sup>3</sup>/s.

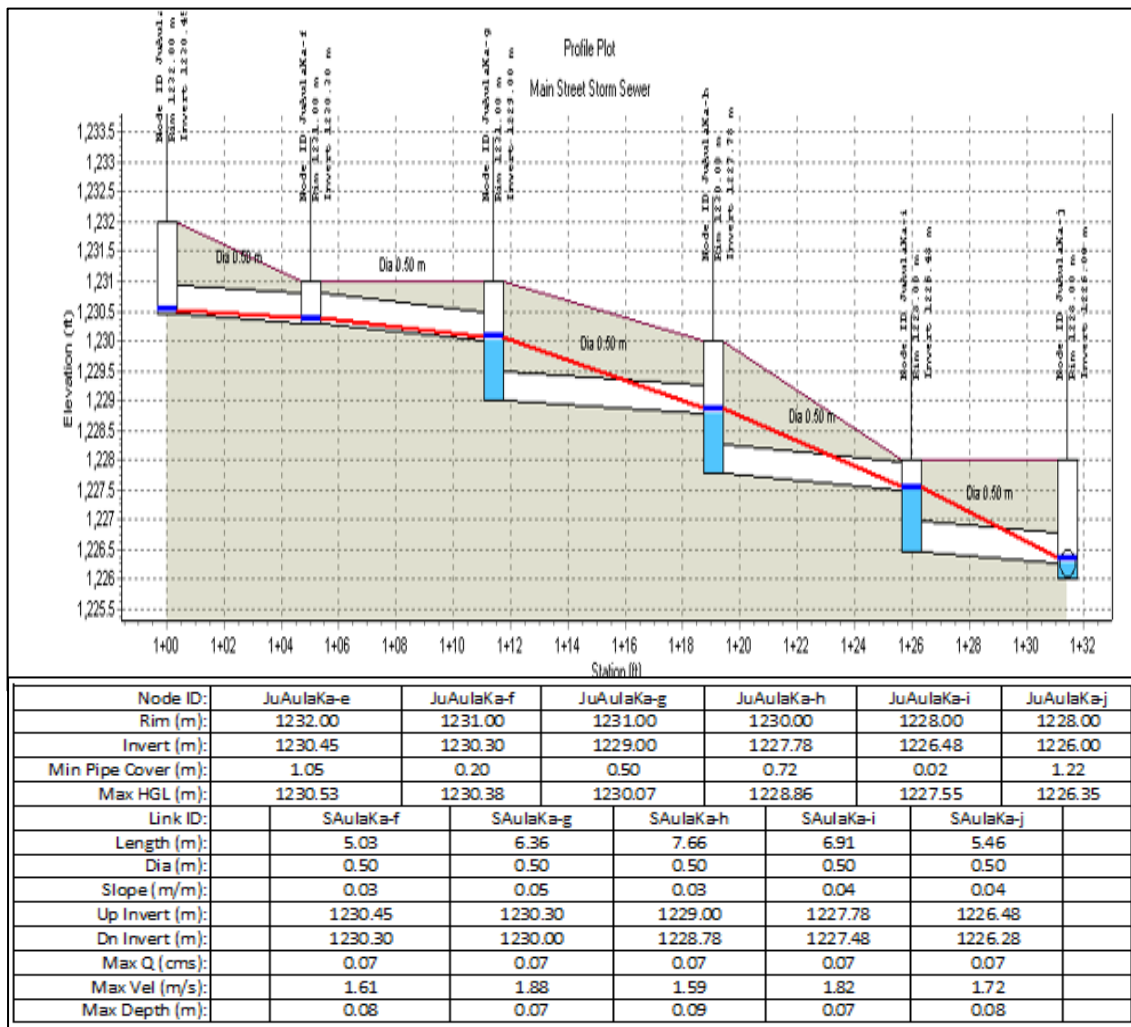
**Perencanaan Dimensi Saluran**

Dalam perencanaan dimensi saluran menggunakan *software Autodesk Civil 3D* dimulai dengan edit (terintegrasikan) pada *software Storm and Sanitary Analysis*. Pada *software SSA* secara otomatis hasil perencanaan akan menjadi *plan view*.

Yang mana hasil *pipe network* akan secara otomatis akan menjadi *junction*, *conveyance link*, Kemudian dilakukan *trial* dimensi saluran untuk mendapatkan dimensi saluran yang optimal yang dapat menampung debit yang mengalir dan tidak terjadi genangan. Pada penelitian ini direncanakan penampang saluran berbentuk persegi menggunakan bahan dari pasangan batu maka berdasarkan Pedoman Pd.T-02 2006-B untuk sifat hidraulik nilai koefisien manning 0,017 dengan nilai kecepatan maksimum aliran 1,5 – 2 m/dt.

Pada saluran yang direncanakan kisaran debit maksimum pada saluran kanan sebesar 0,072 m<sup>3</sup>/dt pada saluran kiri 0,114 m<sup>3</sup>/dt. Dengan debit yang dihasilkan pada saluran rencana mencapai kedalaman aliran maksimum antara lain pada saluran aula kedalaman aliran maksimum 0,17 m dengan tinggi jagaan 0,33 m, saluran kanan1 kedalaman aliran maksimum 0,03 m dengan tinggi jagaan 0,27 m, saluran kanan2 kedalaman aliran maksimum 0,15 m dengan tinggi jagaan 0,15 m, saluran kanan4 kedalaman aliran maksimum 0,56

m dengan tinggi jagaan 0,09 m, saluran kiri1 kedalaman aliran maksimum 0,05 m dengan tinggi jagaan 0,25 m, saluran kiri2a kedalaman aliran maksimum 0,15 m dengan tinggi jagaan 0,25 m, saluran kiri2b kedalaman aliran maksimum 0,42 m dengan tinggi jagaan 0,23, saluran kiri2c kedalaman aliran maksimum 0,72 m dengan tinggi jagaan 0,08 m, serta saluran kandang rusa kedalaman aliran maksimum 0,03 m dengan tinggi jagaan 0,27 m. Hasil analisis menggunakan *software* SSA dapat berupa *profile plot* sebagai contoh pada saluran Aula Ka- e sampai dengan saluran Aula Ka-j dapat dilihat pada Gambar 4. Pada gambar tersebut diketahui hasil analisis menggunakan *software* SSA dapat diketahui perilaku hidrolika pada saluran tersebut. Disajikan pada Gambar 5 merupakan *plan view* dengan hasil dimensi saluran yang optimal atau aman dari terjadinya luapan dengan keterangan simbol sebagai berikut: *junction* (📍), *conveyance link* (🔧), *outfall* (❌), *subbasin* (🌳).



Kemudian untuk mendapatkan nilai volume pekerjaan (*Quantity Take Off*) agar memudahkan dalam perhitungan, maka dapat dilakukan pemodelan saluran dengan hasil dimensi saluran tersebut pada *Autodesk Civil 3D*. Direncanakan pada lokasi penelitian menggunakan lebar jalan 5 m dengan kemiringan 3%, dengan lebar bahu jalan 0,5 m dengan kemiringan 5%. Pada Gambar 7 merupakan hasil pemodelan *cross section* pada saluran kanan4 dan kiri 2b STA 0+100,00 dengan mengimplementasikan BIM dengan tambahan keterangan memunculkan volume pekerjaan galian, timbunan tanah, dan material saluran yang digunakan dalam perencanaan saluran drainase secara otomatis. Didapatkan total volume galian = 3184,02 m<sup>3</sup>, volume timbunan = 296,93 m<sup>3</sup> dan

volume batu kali atau material yang dibutuhkan = 444,8 m<sup>3</sup>.

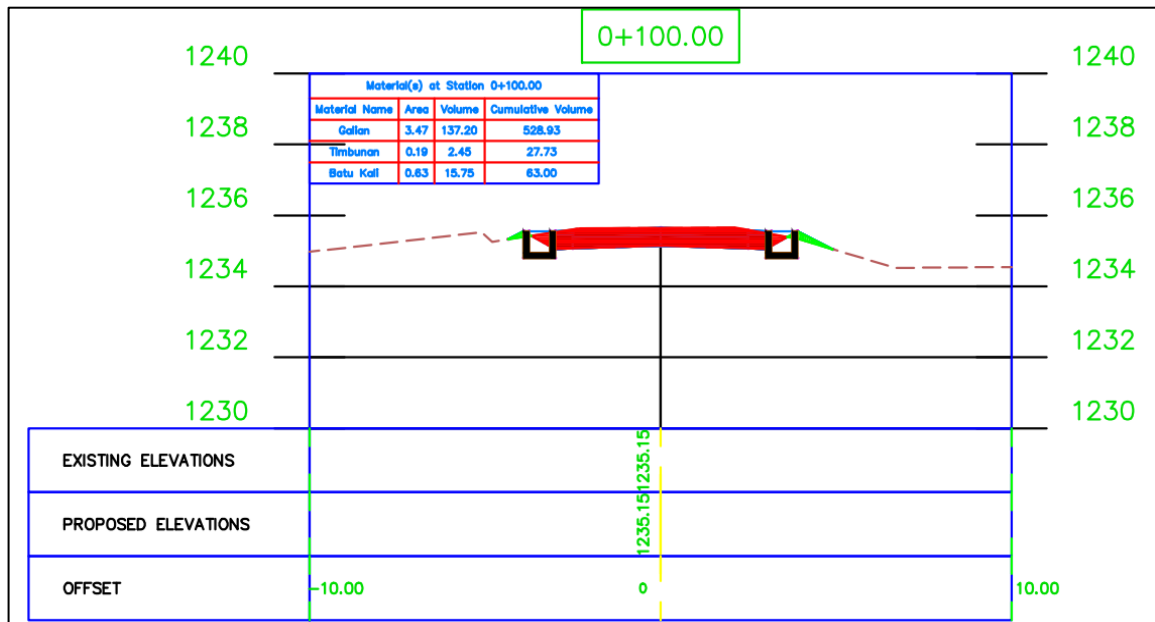
### KESIMPULAN

Berdasarkan data curah hujan serta hasil analisis hidrologi didapatkan hasil debit rancangan kala ulang 5 tahun (Q5th) saluran kanan sebesar 0,07 m<sup>3</sup>/dt pada saluran kiri 0,11 m<sup>3</sup>/dt. Dengan mengimplementasikan BIM menggunakan *Autodesk Civil 3D* memudahkan pada saat melakukan perubahan desain yang akan secara otomatis



Gambar 5 Hasil *Plan View* Dimensi Saluran Optimal





Gambar 6 Pemodelan Cross Section mengimplementasikan BIM

merubah desain keseluruhan tanpa mengedit satu per satu. Kemudian dapat terintegrasi dengan *Autodesk Storm and Sanitary Analysis SSA* (SSA), dengan menggunakan SSA didapatkan hasil dimensi saluran drainase yang paling optimal yang tidak terjadi genangan dan terdapat tinggi jagaan serta memenuhi sifat hidraulik didapatkan dimensi saluran hasil *running software SSA* yaitu 30 cm × 30 cm, 50 cm × 50 cm, 65 cm × 65 cm, dan 80 cm × 80 cm. Serta dengan *Autodesk Civil 3D* memudahkan dalam memperoleh volume pekerjaan tanpa melakukan perhitungan satu persatu. lebih efektif dan efisien, mengurangi jumlah SDM yang dibutuhkan serta dapat mengurangi pengeluaran biaya. Dihasilkan total volume galian = 3184,02 m<sup>3</sup>, volume timbunan = 296,93 m<sup>3</sup> dan volume batu kali atau material yang dibutuhkan = 444,8 m<sup>3</sup>.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur yang telah membantu dalam hal penyediaan data sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonin. (2006). *Pedoman Konstruksi dan Bangunan Perencanaan Sistem Drainase Jalan*. Pd.T-02-2006-B. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. (2013). *Kriteria Perencanaan Bangunan KP-04*. Jakarta: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum.

- Anonim. (2018). *Modul 5 Pemodelan 3D, 4D, 5D, 6D dan 7D serta Simulasinya dan Level of Development (LOD): Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*.

- Autodesk, Inc. (2020). *Autodesk Storm and Sanitary Analysis 2021 User' Guide*.

- Azhar, S. (2011). *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry*. Leadership and Management in Engineering. 11 (3):241-252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)

- Berlian et. al. (2016). *Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya dan Sumber Daya Manusia Antara Metode Building Information Modeling (BIM) dan Konvensional (Penelitian Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai)*. 5(2): 220-229.

- Davenport & Voiculescu. (2015). *Matering AutoCAD Civil 3D 2016: Autodesk Official Press*. John Wiley & Sons.

- Handika Rizky dan Jane Sekarsari. (2018). *Analisa Faktor Penghambat Penerapan Building Information Modeling Dalam Proyek Konstruksi*. 4(1):25-31. <https://doi.org/10.35814/infrastruktur.v4i1.716>

- Kamiana, I Made. (2010). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Kota Malang. (2022). *Peraturan Walikota Malang Nomor 10 Tahun 2022 tentang Harga Satuan Pekerjaan Konstruksi*. Kota Malang.

- Limantara, Lily Montarcih. (2018). *Rekayasa Hidrologi*. Yogyakarta: Andi.
- M. Jazuli Mustofa, et. al. (2015). *Analisis Hidrologi dan Hidrolika Pada Saluran Drainase Ramanuju Hilir Kotabumi (Menggunakan Program HEC-RAS)*. 3(2):303-312.
- Mieslenna, Cindy F. dan Wibowo, Andreas. (2019). *Mengeplorasi Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada Industri Konstruksi Indonesia dari Perspektif Pengguna*, 44-58.
- Nurhapni. Hani, Burhanudin. (2017). *Kajian Pembangunan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan di Kawasan Perumahan*, 11(1): 1-12.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Semarang: Andi.
- UB Forest. (2022). *Rencana Pengelolaan Jangka Panjang UB Forest*. Kota Malang.
- Yansyah. Riyo, Ardi. dan Dyah I. K. (2015). *Analisis Hidrologi dan Hidrolika Saluran Drainase Box Culvert di Jalan Antasari Bandar Lampung menggunakan Program HEC-RAS*, 3(1): 1-12.