

**PENGEMBANGAN MODUL PANDUAN “PERENCANAAN DAN ANALISIS
SISTEM DRAINASE DIGITAL BERBASIS BIM: AUTODESK CIVIL 3D DAN
STORM AND SANITARY ANALYSIS (SSA)”**

Adelya Sefira Lenadya^{*1}, Fadila Fitria Wulandari²

¹²Universitas Negeri Malang, Indonesia

Alamat e-mail : ¹adelya.sefira.2205216@students.um.ac.id,

²fadila.fitria.ft@um.ac.id

ABSTRACT

This research is driven by the limited availability of Indonesian-language teaching materials and practical references that support the improvement of drainage system planning, analysis, and learning based on Building Information Modeling (BIM). The objective of this study is to develop a comprehensive guidebook for the Modeling and Evaluation of Drainage Systems using Autodesk Civil 3D – Storm and Sanitary Analysis (SSA) within a BIM framework. This study follows a Research and Development (R&D) approach, utilizing the 3D model (Define, Design, Development). Conducted at the State University of Malang, the research involved two subject matter experts and two media experts as evaluators. The research instrument consisted of a validation questionnaire used by these experts to assess the feasibility and quality of the guidebook. The results indicate that the developed product meets quality standards and is categorized as "Feasible." Evaluations from subject matter experts yielded an overall average score of 96.5%, while implementation trials resulted in a score of 93.3%. Consequently, this guidebook is declared suitable for use as a reference for civil engineering students and practitioners in BIM-based drainage system planning and evaluation.

Keywords: Guide module; Drainage system; Autodesk Civil 3D; Storm and Sanitary Analysis (SSA).

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh keterbatasan bahan ajar dan referensi aplikatif berbahasa Indonesia guna mendukung peningkatan kualitas perencanaan, analisis dan pembelajaran sistem drainase berbasis Building Information Modelling (BIM). Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan modul panduan mengenai Pemodelan dan Evaluasi Sistem Drainase berbasis Building Information Modelling (BIM) menggunakan Autodesk Civil 3D – Storm and Sanitary Analysis (SSA). Jenis penelitian ini termasuk dalam kategori pengembangan atau R&D (Research and Development). Penelitian berfokus pada pengembangan ini dirancang menggunakan model 3D (Define, Design, Development) Lokasi penelitian di Universitas Negeri Malang dengan subjek penelitian 2 ahli materi dan 2 ahli media dengan subjek yang terlibat terdiri dari dua ahli materi dan dua ahli media.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar kuesioner untuk validasi dari para ahli dan media bagi aspek kelayakan modul panduan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk dihasilkan memenuhi standar kualitas yang dinilai sebagai "Layak". Penilaian dari ahli materi menghasilkan rata-rata keseluruhan sebesar 96,5% dan dari uji coba implementasi menunjukkan angka 93,3%. Untuk itu, modul panduan dinyatakan layak digunakan sebagai sumber referensi bagi mahasiswa dan praktisi teknik sipil dalam perencanaan dan evaluasi sistem drainase berbasis BIM.

Kata Kunci: Modul panduan; Sistem Drainase;Autodesk Civil 3D; Storm and Sanitary Analysis (SSA).

A. Pendahuluan

Dalam teknik sipil, drainase berfungsi mengelola air berlebih di atas maupun bawah permukaan tanah untuk menjaga fungsi kawasan (Saidah et al., 2021). Namun, pesatnya alih fungsi lahan dan berkurangnya daerah resapan saat ini menyebabkan penurunan kapasitas lingkungan dalam mengendalikan limpasan, sehingga banjir perkotaan menjadi fenomena yang kini sering terjadi. Kondisi ini menuntut perencanaan sistem drainase penting direncanakan dengan baik untuk memastikan suatu Kawasan mampu mengendalikan, menyalurkan dan meresapkan air berlebih (Sibuea, 2023).

Namun, perencanaan sistem drainase menggunakan metode konvensional atau penggunaan berbagai perangkat lunak yang berbeda untuk setiap tahapan desain

masih dominan digunakan (Harahap et al., 2024). Penggunaan software yang tidak terintegrasi antara analisis hidrologi dan pemodelan geometri meningkatkan risiko kesalahan teknis serta keterlambatan proyek. Sebagai solusi, pemerintah melalui Surat Edaran Dirjen SDA No. 04/SE/DA/2023 menginstruksikan penerapan Building Information Modelling (BIM) dalam infrastruktur sumber daya air untuk mengurangi kesalahan risiko desain dan mempercepat pelaksanaan pekerjaan.

Penerapan BIM pada perencanaan sistem drainase termasuk dalam dimensi BIM 3D dan 6D karena berfokus pada aspek pemeliharaan, pengelolaan dan keberlanjutan infrastruktur. Implementasi BIM dalam perencanaan sistem drainase dapat dilakukan dengan memanfaatkan

software Autodesk Civil 3D untuk permodelan geometri dan Storm and Sanitary Analysis (SSA) untuk analisis hidrologi-hidrolika (Megantoro et al., 2024)

Regulasi penggunaan BIM di lapangan dan capaian pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan, Perguruan Tinggi teknologi ini sudah relevan. Tetapi, implementasinya di masih terkendala oleh rendahnya pemahaman praktisi serta terbatasnya literasi serta materi pelatihan (Fitriani et al., 2021). Kesenjangan literasi tersebut diperparah oleh minimnya referensi teknis berbahasa Indonesia. Berdasarkan penelusuran katalog penerbit dan basis data publikasi, 0% modul teknis berbahasa Indonesia yang membahas Autodesk Civil 3D secara spesifik mengintegrasikan Storm and Sanitary Analysis (SSA) untuk pemodelan sistem drainase, sementara 100% referensi yang ditemukan dalam konteks tersebut berupa jurnal atau karya ilmiah, bukan modul pegangan teknis.

Berdasarkan urgensi tersebut, disusunlah modul panduan "Perencanaan dan Analisis Sistem Drainase Digital Berbasis BIM: Autodesk Civil 3D dan Storm And Sanitary Analysis (SSA)". Modul ini

diharapkan menjadi panduan komprehensif untuk meningkatkan literasi digital dan standarisasi alur kerja perencanaan drainase.

Sejumlah penelitian terdahulu menjadi acuan penulis dalam penelitian ini, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh (Sari et al., 2023) yang berjudul "Implementation of Building Information Modeling (BIM) on Drainage Channel Design UB Forest Sumberwangi Area" Pada jurnal tersebut fokus merencanakan sistem drainase di kawasan UB Forest Sumberwangi dengan menerapkan Building Information Modeling (BIM). Hasil penelitiannya, BIM terbukti dengan sistem integrasi BIM dapat membantu mempercepat proses pemodelan dan analisis jaringan drainase. Namun, kajian tersebut umumnya bersifat kasuistik dan tersebar dalam bentuk jurnal ilmiah yang tidak terdapat panduan teknis operasional perangkat lunak secara sistematis.

Kebutuhan akan literatur yang mengintegrasikan metode konvensional dengan transformasi digital semakin diperlukan, terutama dalam pengelolaan sistem drainase perkotaan. Transformasi tersebut

dapat dicapai dengan mengadopsi platform digital Building Information Modelling (BIM) yang dapat mengintegrasikan antara pemodelan geometri serta analisis hidrologi dan hidrolika.

Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan akan modul panduan yang tidak hanya berfungsi sebagai jendela wawasan, melainkan instrumen untuk mendukung Tri Dharma Perguruan Tinggi baik sebagai acuan kurikulum maupun dasar konseptual penelitian (Zahedi et al., 2022). Dalam memaksimalkan kualitas modul panduan digunakan beberapa indikator utama seperti: 1) Relevansi modul dengan kebutuhan, 2) Isi modul harus terstruktur secara logis dan sistematis agar mudah dipahami, 3) Penggunaan bahasa yang jelas dan sesuai dengan tingkat kemampuan pembaca, 4) Desain visual modul menarik termasuk ilustrasi dan tata letak (Refan, 2025).

Perencanaan drainase dapat mengacu pada Ketentuan Teknis Elemen Geometrik Jalan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021) yang mencakup, 1) elemen geometrik jalan, 2) kemiringan perkerasan, 3) superelevasi, 4) hubungan elevasi

dengan saluran, dan 5) ketentuan talang dan inlet.

Dalam perencanaan dan evaluasi drainase, analisis hidrologi menjadi dasar untuk menentukan debit rencana. Penentuan debit rencana memerlukan data curah hujan desain, yang biasanya disajikan dalam bentuk kurva IDF (Intensity–Duration–Frequency) atau hietograf. Salah satu metode yang paling umum digunakan dalam perhitungan debit rencana adalah Metode Rasional. Berikut bentuk umum rumus rasional dari analisis debit banjir (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021).

$$Q = 0,002778 C.I.A \quad (1)$$

Dimana:

Q = Debit maksimum (m^3/dtk)

C = Faktor aliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas wilayah (Ha)

Dalam alur kerja digital, Autodesk Civil 3D berperan membangun model geometri tiga dimensi yang dinamis, mulai dari pembuatan surface hingga jaringan pipa (pipe network) yang presisi. Model tersebut kemudian diintegrasikan dengan Storm and Sanitary Analysis (SSA) untuk melakukan simulasi hidrologi dan hidrolika. Salah satu data yang akan

diinput pada software SSA yaitu hasil perhitungan analisis debit banjir.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model pengembangan yang diterapkan adalah model 3D (Define, Design, and Development) karena strukturnya yang logis dan komprehensif untuk pengembangan media pembelajaran teknis (Sihombing et al., 2024).



Gambar 1. Tahapan Model 3D

Tahapan penelitian dimulai dengan fase Define untuk analisis kebutuhan dan penetapan instruksional. Design guna menyusun struktur konten dan prototipe modul yang mengintegrasikan Autodesk Civil 3D dan SSA. Develop merupakan inti pengembangan yang melibatkan validasi ahli materi dan uji implementasi.

Penelitian dilaksanakan di Universitas Negeri Malang pada Oktober 2025 hingga Januari 2026.

Data penelitian yang digunakan yaitu data kualitatif dari saran perbaikan dari ahli dan data kuantitatif

dari skor validasi. Analisis data kuantitatif menggunakan Skala Likert (1–5) dengan rumus persentase sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum St}{\sum Smax} \tag{2}$$

P = Persentase (%)

$\sum St$ = jumlah skor yang didapat

$\sum Smax$ = jumlah skor maksimum (Sugiyono, 2019).

Dari hasil yang diperoleh diatas, selanjutnya peneliti menggunakan kriteria persentase interpretasi sebagai acuan dari penelitian yang didapatkan dari ahli. Berikut skala persentasenya.

Tabel 1. Kriteria tingkat validitas.

Kriteria tingkat validitas.		
Kriteria Validitas (%)	Tingkat Validitas	Keterangan
81% – 100%	Sangat Baik	Layak
61% – 80 %	Baik	Layak
41% – 60%	Cukup	Cukup layak
21% – 40%	Kurang Baik	Kurang layak
0% – 20%	Tidak Baik	Tidak layak

sumber : dimodifikasi dari (Sugiyono, 2019)

Tingkat validitas produk dikategorikan "Sangat Layak" jika mencapai skor 81%–100% dan "Layak" pada rentang 61%–80%. Sedangkan, data kualitatif diolah melalui reduksi dan klasifikasi saran sebagai dasar revisi iteratif untuk menyempurnakan kualitas modul panduan.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

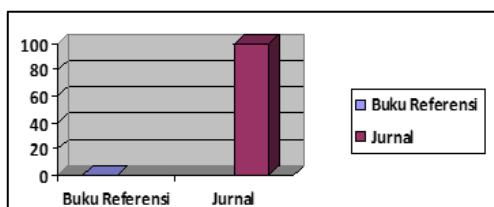
Hasil

Tahap *Define* (Pendefinisian)

Menurut Windari 2022, terdapat beberapa tahapan *define* yaitu: 1) analisis awal (*front-end analysis*), 2) analisis konsep (*concept analysis*), 3) analisis tugas (*task analysis*) dan 4) perumusan tujuan pembelajaran (*specifying instructional objectives*).

1) Analisis awal (*front-end analysis*)

Berdasarkan pengamatan pada berbagai platform digital, kendala utama yang dihadapi oleh siswa, mahasiswa, serta praktisi teknik sipil adalah penerapan BIM dalam drainase di Indonesia belum optimal meski regulasi sudah tersedia.



Gambar 2. Penelusuran Katalog Modul panduan

- 0% Modul Teknis Berbahasa Indonesia: Belum ada modul pegangan teknis yang secara spesifik membahas alur kerja integrasi Autodesk Civil 3D dengan SSA untuk pemodelan drainase.
- 100% Referensi Academic: Seluruh referensi yang tersedia saat ini masih berupa jurnal atau karya

ilmiah. Meskipun akurat secara teori, referensi ini sulit dijadikan panduan praktis operasional karena tidak disusun dalam format modul pegangan (*handbook*) yang sistematis.

2) Analisis konsep (*concept analysis*)

Memetakan bagian-bagian penting yang akan dipelajari dan menyusunnya dalam struktur yang koheren di dalam modul seperti konsep sistem drainase, dasar-dasar hidrologi dan hidrolika, serta pemodelan berbasis BIM dengan memanfaatkan Autodesk Civil 3D dan SSA.

3) Analisis tugas (*task analysis*)

Memetakan kemampuan teknis yang diperlukan untuk menjadi landasan dalam menetapkan spesifikasi format dan desain modul panduan yang akan dihasilkan.

4) Perumusan tujuan pembelajaran (*specifying instructional objectives*).

Pembaca diharapkan mampu mengintegrasikan teknologi BIM untuk perencanaan, evaluasi, dan dokumentasi drainase secara mandiri. Menghasilkan modul panduan yang dipublikasikan.

Tahap *Design* (Perancangan)

Kegiatan yang dilakukan pada tahap design adalah:

1) Pemilihan Media

Media yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu modul panduan

2) Format Kepenulisan

Materi disusun dengan kombinasi narasi, tangkapan layar perangkat lunak, dan langkah kerja sistematis (*step-by-step*).

Menggunakan huruf *Book Antiqua* (10.5 pt)

3) Format Isi Media

a. Bab 1

Membedah peran drainase perkotaan dan pengenalan paradigma BIM dalam integrasi data geometri serta hidrologi.

b. Bab 2

Panduan membangun model jaringan 3D di Autodesk Civil 3D, mulai dari surface hingga pembuatan catchment area.

c. Bab 3

Simulasi aliran air menggunakan SSA untuk mengidentifikasi titik overload atau sistem yang bermasalah.

d. Bab 4

Proses sinkronisasi balik data SSA ke Civil 3D untuk memastikan model fisik tervalidasi oleh perhitungan teknis.

e. Bab 5

Dokumen final seperti layout rencana, profil memanjang, dan pengaturan skala.

f. Bab 6

Latihan Implementasi Evaluasi Sitem Drainase Berbasis BIM untuk pembaca mencoba berlatih untuk menerapkan konsep BIM 6D.

Tahap Development (Pengembangan)

Pada tahap ini dilakukan oleh validasi ahli materi dan validasi implementasi.

1) Hasil Validasi Materi

Pemilihan subjek ahli didasarkan pada kriteria, 1) Koordinator Program Studi S1 Pendidikan Teknik Bangunan FT UM, 2) Dosen Teknik Sipil FT UM yang tergabung dalam Kelompok Bidang Keahlian (KBK) Sumber Daya Air serta memiliki kompetensi dan pengalaman dalam penulisan karya ilmiah.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Materi

Hasil Validasi Ahli Materi		
Aspek	Skor Rata Rata Per Aspek	
	Validator 1	Validator 2
Aspek Kelayakan Isi Materi	95%	95%
Aspek Kesesuaian Konsep dan Kedalaman Materi	90%	100%
Aspek Ketepatan Penggunaan Bahasa dan Istilah Teknis	95%	100%
Aspek Keterpaduan Penyajian Materi	95%	100%

Aspek Kelengkapan Unsur dan Kualitas Penerbitan	95%	100%
Rata rata penilaian produk per validator	94%	99%
Presentase Kelayakan $P = (\sum St) / (\sum Smax)$	96.5%	
Tingkat Validitas	Sangat Baik	
Tingkat Kelayakan	Layak	

2) Hasil Validator Implementasi

Pemilihan subjek validator implementasi didasarkan pada kriteria mahasiswa dengan latar belakang pendidikan alumni SMK dan SMA yang belum memiliki pengalaman dalam penggunaan perangkat lunak drainase.

Tabel 3. Hasil Validasi Implementasi

Aspek	Skor Rata Rata Per Aspek	
	Validator 1	Validator 2
	Aspek Kejelasan Penjelasan Materi	100%
Aspek Kemudahan Mengikuti Langkah-langkah dalam Buku	100%	100%
Aspek Kesesuaian Materi dengan Tingkat Pemahaman Pengguna	87%	87%
Aspek Daya Dukung Buku dalam Proses Belajar Mandiri	93%	87%
Rata rata penilaian produk per validator	95%	92%
Presentase Kelayakan $P = (\sum St) / (\sum Smax)$	93.3%	
Tingkat Validitas	Sangat Baik	
Tingkat Kelayakan	Layak	

3) Revisi dan Penyempurnaan Produk

Modul panduan yang telah divalidasi oleh ahli media dan validator implementasi kemudian

disempurnakan oleh masukan yang diberikan. Berdasarkan catatan validator, dilakukan penyempurnaan pada:

- 1) Penambahan Bab VI (Latihan Implementasi) untuk memicu pemahaman mandiri pembaca.
- 2) Perbaikan kualitas resolusi gambar interface perangkat lunak dan penambahan detail pada desain potongan melintang (cross-section).
- 3) Penajaman instruksi pada langkah pemodelan alignment, corridor, dan pengaturan subbasin secara manual pada SSA agar lebih ramah bagi pengguna pemula.

Pembahasan

Pengembangan modul panduan sistem drainase berbasis Building Information Modeling (BIM) ini berhasil menjawab kesenjangan literatur teknis di Indonesia. Hasil tahap define mengonfirmasi bahwa meskipun regulasi BIM telah tersedia, terdapat kekosongan (0%) pada modul pegangan teknis berbahasa Indonesia yang mengintegrasikan Autodesk Civil 3D dan Storm and Sanitary Analysis (SSA). Hal ini menegaskan bahwa referensi yang ada saat ini masih didominasi oleh karya ilmiah teoretis (100%), sehingga

kehadiran modul ini menjadi urgensi sebagai jembatan antara teori akademis dan kebutuhan prosedural di lapangan.

Pada tahap design, penyusunan materi dilakukan secara bertahap mulai dari konsep dasar hingga dokumentasi gambar kerja untuk memastikan alur kerja (workflow) logis bagi pembelajar. Kekuatan modul ini terletak pada pendekatan visual-prosedural yang memungkinkan pengguna memahami bagaimana data geometri dari Civil 3D ditransformasikan menjadi model analitis dalam SSA. Integrasi ini merupakan representasi dari dimensi BIM yang lebih tinggi, di mana sinkronisasi data antarperangkat lunak menjadi kunci efisiensi desain.

Hasil tahap develop menunjukkan tingkat validitas yang sangat tinggi, dengan skor 96,5% dari ahli materi dan 93,3% dari uji implementasi. Berdasarkan kriteria Sugiyono (2019), capaian ini mengategorikan produk sebagai "Sangat Layak". Tingginya skor pada aspek kemudahan langkah kerja dan kejelasan bahasa membuktikan bahwa integrasi teknologi kompleks dapat disederhanakan menjadi panduan yang aksesibel bagi

pengguna pemula (alumni SMK/SMA). Masukan validator, seperti penambahan latihan implementasi pada Bab VI dan perbaikan resolusi gambar, telah diakomodasi untuk memperkuat fungsi modul sebagai media pembelajaran mandiri yang aplikatif.

E. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merealisasikan modul panduan desain sistem drainase berbasis Building Information Modeling (BIM) yang mengintegrasikan penggunaan Autodesk Civil 3D dan Storm and Sanitary Analysis (SSA) secara komprehensif. Produk yang dikembangkan mencakup seluruh alur kerja digital, mulai dari pemodelan geometri, analisis hidrologi dan hidrolika, hingga dokumentasi teknis. Berdasarkan hasil uji validasi, modul ini memperoleh skor 96,5% dari ahli materi (kategori sangat baik) dan 93,3% pada uji implementasi pengguna (kategori layak), sehingga dinyatakan sangat valid untuk digunakan sebagai referensi akademik maupun praktis.

Berdasarkan kesimpulan diatas, adapun saran dari peneliti adalah sebagai berikut:

1. Modul panduan ini dapat digunakan sebagai bahan ajar resmi pada mata kuliah atau mata pelajaran yang berkaitan dengan sistem drainase, BIM, dan pemodelan infrastruktur.
2. Pengembangan lanjutan disarankan menambahkan studi kasus proyek nyata, sehingga penerapan BIM dalam modul semakin sesuai dengan kondisi lapangan di Indonesia.
3. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji efektivitas penggunaan modul ini terhadap peningkatan kompetensi BIM pengguna secara kuantitatif.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). Surat edaran direktur jenderal bina marga nomor 23/SE/db/2021 tentang pedoman desain drainase jalan (pedoman nomor 15/PBM/2021).

Fitriani, H., Yanti, A. F., Foralisa, M., & Muhtarom, A. (2021). Understanding Civil Engineering and Architectural Engineering Students' Perceptions about BIM Practices. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 23(2), 125–133.

<https://doi.org/10.15294/jtsp.v23i2.29907>

Harahap, M. A. K., Judijanto, L., Guna, B. W. K., Jasman, & Samanlangi, I. (2024). Innovative approaches to urban drainage system: A review. *Indonesia Journal of Engineering and Education Technology (IJEET)*, 2(2), 257–266.

Megantoro, C. V., Cahya, E. N., & Dermawan, V. (2024). BIM 6D dengan Integrasi Civil 3D dan Storm and Sanitary Analysis pada Jaringan Drainase Bandara. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 4(1), 1082–1095. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2024.004.01.091>

Refan. (2025). Penelitian pengembangan modul: Strategi inovatif meningkatkan kualitas pembelajaran. *Ruang Jurnal*.

Saidah, H., Nur, N., Rangan, P., Mukrim, M., Tamrin, Tumpu, M., Nanda, A., Jamal, M., Mansida, A., & Sindagamanik, F. (2021). *Drainase Perkotaan*.

Sari, R. R., Dermawan, V., & Cahya, E. N. (2023). Implementation of building information modeling (BIM) on drainage channel design in UB forest sumberwangi area. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water*

- Resources Engineering, 14(2), 178–184.
- Sibuea, H. R. (2023). Analisis sistem drainase sebagai pengendali banjir dan genangan pada das citarik [Other]. Universitas Komputer Indonesia.
- Sihombing, B., Zamsiswaya, & sawaluddin. (2024). Model pengembangan 4D (define, design, develop, dan disseminate) dalam pembelajaran pendidikan islam. *Journal of Islamic Education El Madani*, 4(1), 11–19.
- Sugiyono, P. D. (2019). Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D (M. Dr. Ir. Sutopo. S. Pd. ALFABETA, Cv.
- Windari, E. P. (2022). PENGEMBANGAN MODEL PROBLEM BASED LEARNING BERBANTUAN MEDIA FACEBOOK DALAM PEMBELAJARAN MENULIS TEKS EKSPOSISI DI MTS - UPI repository.
- Zahedi, F., Majrouhi Sardroud, J., & Kazemi, S. (2022). Global BIM adoption movements and challenges: An extensive literature review. 382–395.