

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan salah satu bencana hidrologis yang paling sering melanda wilayah pesisir utara Jawa Tengah, khususnya di Kabupaten Kudus, Jepara, dan Demak. Kondisi ini diperparah oleh pendangkalan dan penyempitan Sungai Wulan yang mengakibatkan berkurangnya kapasitas tampung sungai secara signifikan. (Kedeputian Bidang Sistem dan Strategi BNPB, 2023) Sebagai respons atas permasalahan tersebut, Pemerintah menetapkan proyek normalisasi Sungai Wulan sebagai bagian dari Proyek Strategis Nasional (PSN) sesuai Peraturan Presiden Nomor 109 Tahun 2020 tentang Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional (Presiden Republik Indonesia, 2023). Proyek Normalisasi Sungai Wulan Paket 2 yang dikerjakan oleh PT Utama Karya (Persero) Bangkit Berkah Perkasa (BBP) KSO ini mencakup kegiatan pengerukan sedimen dan perluasan penampang sungai dalam skala besar, sehingga diharapkan mampu meningkatkan kapasitas aliran dan mereduksi risiko banjir secara berkelanjutan.

Pekerjaan galian merupakan item utama dalam normalisasi sungai yang memiliki pengaruh dominan terhadap biaya, jadwal, dan pengelolaan material hasil galian. Dalam praktiknya, volume galian yang terealisasi di lapangan kerap berbeda dari volume yang direncanakan. (Setiawati & Prasetyo, 2022) Perbedaan ini dapat disebabkan oleh ketidakakuratan data topografi awal, perubahan kondisi tanah akibat curah hujan, hingga keterbatasan metode pengukuran konvensional yang digunakan pada tahap perencanaan. Deviasi volume galian berdampak langsung pada ketidaksesuaian jumlah ritase truk pengangkut material menuju lokasi disposal, yang pada gilirannya dapat memicu pembengkakan biaya transportasi, gangguan jadwal pekerjaan, dan inefisiensi sumber daya secara keseluruhan (Haryanto & Kusuma, 2020).

Lebih jauh, ketidakakuratan perhitungan volume galian dalam proyek konstruksi berskala besar berpotensi menimbulkan perselisihan kuantitas atau quantity claim antara

pemilik proyek, kontraktor, dan konsultan pengawas (Vidogah & Ndekugri, 1998) (Jeremy, 2023). Klaim kuantitas terjadi ketika terdapat perbedaan signifikan antara volume pekerjaan yang dibayarkan berdasarkan perhitungan rencana dengan volume aktual yang dikerjakan di lapangan (Enshassi et al., 2009). Pada proyek-proyek yang bersifat publik dan strategis nasional seperti normalisasi Sungai Wulan, potensi sengketa semacam ini tidak hanya berdampak finansial, tetapi juga dapat menghambat penyelesaian proyek dan mengurangi kepercayaan publik terhadap pengelolaan anggaran negara (Kumaraswamy, 1997; Vidogah & Ndekugri, 1998). Oleh karena itu, tersedianya metode perhitungan volume yang akurat, dapat diverifikasi, dan terdokumentasi secara digital menjadi keharusan, bukan sekadar pilihan teknis (Eastman et al., 2011).

Perkembangan teknologi informasi konstruksi memberikan dua pendekatan yang saling melengkapi untuk menjawab tantangan tersebut: *Building Information Modeling* (BIM) berbasis Autodesk Civil 3D dan *Fotogrametri* menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau drone. Pendekatan BIM dengan Autodesk Civil 3D memanfaatkan data pengukuran lapangan dari *Total Station* yang diolah menjadi *surface* tiga dimensi, sehingga perhitungan volume galian dapat dilakukan secara *surface-to-surface* yang terkoneksi langsung dengan model desain perencanaan (Autodesk, 2023). *Total Station* menghasilkan titik-titik koordinat yang sangat presisi, namun cakupan spasialnya terbatas pada titik-titik yang diukur secara manual, sehingga representasi permukaan tanah bergantung sepenuhnya pada kepadatan dan distribusi titik pengukuran yang dilakukan oleh surveyor (Ghilani & Wolf, 2018). Di sisi lain, *Fotogrametri* UAV memanfaatkan citra udara beresolusi tinggi yang diolah menjadi *point cloud* dan Digital Surface Model (DSM) melalui perangkat lunak seperti Agisoft Metashape atau Pix4D, yang kemudian diimpor ke Civil 3D sebagai *surface* aktual kondisi lapangan (Agisoft LLC, 2023). Berbeda dengan *Total Station* yang bersifat presisi pada titik tertentu, UAV bersifat objektif karena menangkap kondisi permukaan tanah secara menyeluruh dan kontinu, sehingga mampu merepresentasikan variasi topografi lapangan dengan lebih komprehensif meskipun akurasinya sangat bergantung pada kualitas Ground Control Point (GCP) dan kondisi tutupan lahan (Toth & Józków, 2016).

Meskipun kedua metode tersebut menawarkan keunggulan masing-masing, belum banyak penelitian yang secara khusus membandingkan akurasi volume galian yang dihasilkan dari model BIM berbasis *Total Station* dengan *Fotogrametri* UAV terhadap volume aktual yang tercatat pada proses pembuangan material galian (volume disposal) dalam konteks proyek normalisasi sungai di Indonesia. (Nex & Remondino, 2014) Volume disposal yang diukur berdasarkan jumlah ritase truk dan kapasitas bak merupakan representasi paling nyata dari volume lepas material galian di lapangan, sekaligus menjadi acuan pembayaran dalam kontrak pekerjaan tanah. Dengan demikian, gap penelitian yang ada adalah seberapa besar deviasi antara volume galian hasil model BIM (*Total Station*) dan *Fotogrametri* UAV terhadap volume disposal, dan metode manakah yang lebih mendekati kondisi aktual pekerjaan di lapangan.

Proyek Normalisasi Sungai Wulan Paket 2 menyediakan kelengkapan data yang ideal untuk menjawab pertanyaan tersebut, yakni tersedianya data model BIM dari pengukuran *Total Station*, data *Fotogrametri* UAV, serta data volume disposal dari catatan ritase aktual di lapangan. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis deviasi volume galian yang dihasilkan dari kedua metode tersebut, mengidentifikasi faktor-faktor penyebab deviasi, serta memberikan rekomendasi pemanfaatan teknologi pengukuran digital yang lebih tepat guna pada proyek konstruksi sungai. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi bagi kontraktor, konsultan, dan pemilik proyek dalam memilih metode perhitungan volume yang akurat, terverifikasi, dan mampu meminimalkan potensi sengketa kuantitas pada proyek-proyek konstruksi berskala besar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana kualitas pemodelan permukaan eksisting (*existing surface*) yang dihasilkan dari data pengukuran *Total Station* berbasis BIM (Autodesk Civil 3D) dibandingkan dengan *surface* yang dihasilkan dari *Fotogrametri* UAV pada pekerjaan galian Normalisasi Sungai Wulan Paket 2?

- b. Seberapa besar deviasi volume galian yang dihasilkan oleh metode BIM berbasis *Total Station* dan metode *Fotogrametri* UAV terhadap volume aktual disposal di lapangan pada pekerjaan galian Normalisasi Sungai Wulan Paket 2?
- c. Faktor-faktor teknis apa saja yang memengaruhi perbedaan ketelitian volume antara kedua metode tersebut, ditinjau dari aspek kerapatan *point cloud*, pengaruh vegetasi dan tutupan lahan, akurasi Ground Control Point (GCP), serta potensi kesalahan sistematis dalam pengukuran lapangan?
- d. Metode manakah di antara BIM berbasis *Total Station* dan *Fotogrametri* UAV yang menghasilkan nilai volume paling mendekati realisasi volume disposal, sehingga lebih andal digunakan sebagai acuan perhitungan kuantitas pekerjaan galian dan meminimalkan potensi sengketa kuantitas (quantity claim) pada proyek konstruksi sungai berskala besar?

1.3 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah:

- a. Mengevaluasi dan membandingkan kualitas pemodelan permukaan eksisting (*existing surface*) yang dihasilkan dari data *Total Station* berbasis Autodesk Civil 3D dengan *surface* yang dihasilkan dari *Fotogrametri* UAV pada pekerjaan galian Normalisasi Sungai Wulan Paket 2.
- b. Menganalisis besaran deviasi volume galian antara metode BIM berbasis *Total Station* dan metode *Fotogrametri* UAV terhadap volume aktual disposal di lapangan.
- c. Mengidentifikasi faktor-faktor teknis yang memengaruhi perbedaan ketelitian perhitungan volume antara kedua metode, meliputi kerapatan *point cloud*, pengaruh vegetasi dan tutupan lahan, akurasi GCP, serta potensi kesalahan sistematis pengukuran.
- d. Merekomendasikan metode perhitungan volume yang paling andal, BIM berbasis *Total Station* atau *Fotogrametri* UAV, sebagai acuan kuantitas pekerjaan galian

guna mendukung pengendalian biaya dan meminimalkan potensi quantity claim pada proyek konstruksi sungai berskala besar.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi berbagai pihak, baik secara teoritis maupun praktis, sebagai berikut:

a. Bagi Praktisi

1. Menjadi bahan pertimbangan dalam memilih metode yang lebih akurat dan efisien dalam menghitung volume galian, sehingga dapat meminimalkan deviasi terhadap volume aktual di lapangan serta meningkatkan pengendalian biaya dan material pada proyek konstruksi sungai.
2. Memberikan gambaran mengenai tingkat keakuratan perhitungan volume galian berbasis model BIM dan *Fotogrametri*, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan perencanaan yang lebih presisi.
3. Sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan standar prosedur pengukuran volume yang lebih transparan dan presisi guna meminimalisir sengketa perhitungan volume (claim) di lapangan.

b. Bagi Akademisi

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan metode survei dan pemodelan konstruksi digital, khususnya penerapan teknologi BIM dan *Fotogrametri* pada proyek konstruksi bangunan air.
2. Menjadi bahan ajar terkait pemetaan *Progress* dan perhitungan volume pekerjaan galian dengan menggunakan teknologi terbaru.
3. Menjadi referensi atau studi literatur bagi peneliti selanjutnya yang ingin mendalami analisis akurasi volume galian dengan berbagai metode pengukuran.

c. Bagi Masyarakat Umum

1. Dengan adanya normalisasi Sungai Wulan, diharapkan tidak terjadi banjir di area sekitar Sungai Wulan. Dengan analisis volume galian yang akurat, pekerjaan bisa dilakukan sesuai kebutuhan sehingga risiko banjir di sekitar Sungai Wulan berkurang.
2. Pekerjaan di proyek Sungai Wulan menggunakan metode BIM dan *Fotogrametri* diharapkan dapat membantu menghitung volume galian dengan lebih presisi dibandingkan dengan metode konvensional. Sehingga pekerjaan di proyek tidak boros biaya dan pekerja. Yang kita ketahui, proyek tersebut menggunakan dana masyarakat/APBN.
3. Dengan data yang akurat, volume galian dan disposal (pembuangan material) bisa dikendalikan. Ini mencegah dampak negatif seperti sedimentasi berlebihan atau kerusakan ekosistem sekitar.
4. Teknologi digital seperti BIM dan *Fotogrametri* menghasilkan dokumentasi yang jelas. Masyarakat bisa lebih percaya bahwa proyek dilakukan sesuai rencana dan tidak ada manipulasi data.
5. Sungai yang lebih teratur dan aman dari banjir mendukung aktivitas ekonomi, transportasi, dan kehidupan sehari-hari masyarakat sekitar.

1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini lebih terarah dan hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, maka ditetapkan batasan-batasan penelitian sebagai berikut:

- a. Penelitian dibatasi pada pekerjaan galian di Proyek Normalisasi Sungai Wulan Paket 2 yang dikerjakan oleh PT Hutama Karya (Persero)–Bangkit Berkah Perkasa (BBP) KSO dan hanya mencakup zona 2 atau STA 442+75 – 447+50. Memiliki ketersediaan data pengukuran *Total Station*, data *Fotogrametri* UAV, serta data volume disposal secara lengkap.

- b. Perhitungan volume galian dengan metode BIM dilakukan menggunakan perangkat lunak Autodesk Civil 3D melalui pendekatan *surface-to-surface*, di mana *existing surface* diperoleh dari data pengukuran *Total Station* dan *design surface* mengacu pada gambar rencana normalisasi yang telah ditetapkan.
- c. Volume aktual lapangan yang dijadikan acuan komparasi adalah volume disposal yang dihitung berdasarkan *Progress* galian dari divisi *quantity survey*. Penelitian tidak melakukan penimbangan langsung terhadap material galian.
- d. Analisis faktor teknis yang memengaruhi deviasi volume dibatasi pada empat aspek, yaitu: kerapatan *point cloud*, pengaruh vegetasi dan tutupan lahan terhadap akurasi *surface*, akurasi *Ground Control Point* (GCP) pada pengukuran UAV, dan potensi kesalahan sistematis pada pengukuran *Total Station*.
- e. Penelitian tidak membahas aspek biaya pengadaan peralatan, biaya operasional pengukuran, maupun aspek hukum kontraktual dari sengketa kuantitas; analisis dibatasi pada aspek teknis akurasi volume semata.
- f. Penelitian ini hanya menggunakan volume dari disposal yang telah selesai dan sudah disetujui oleh PPK (Pejabat Pembuat Komitmen) untuk nilai volumenya dan tidak menghitung volume dari disposal.