

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan Bendungan Cijurey menjadi bagian dari langkah pemerintah untuk memperkuat ketahanan sumber daya air, khususnya dalam mendukung irigasi, pengendalian banjir, dan penyediaan air baku. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat menempatkan pembangunan bendungan sebagai salah satu Program Strategis Nasional yang diarahkan untuk memperbesar kapasitas tampungan air sekaligus menopang ketahanan pangan nasional (Kementerian PUPR, 2023). Pada pelaksanaannya, pekerjaan timbunan *Main Dam* menjadi komponen krusial karena volume yang terbentuk berkaitan erat dengan progres pekerjaan, biaya konstruksi, hingga kualitas struktur bendungan itu sendiri, sehingga pengendaliannya harus dilakukan secara akurat.

Selama ini, pengukuran volume timbunan di lapangan masih banyak mengandalkan survei terestris menggunakan *Total Station* atau *Global Navigation Satellite System* (GNSS). Kedua metode tersebut memang dikenal presisi, namun proses pengerjaannya cenderung memakan waktu, terlebih pada *area* kerja yang luas dan topografinya rumit seperti kondisi proyek bendungan pada umumnya. Ditambah lagi, kebutuhan *monitoring* progres yang harus dilakukan secara berkala membuat pendekatan survei konvensional ini kurang efisien, baik dari sisi waktu maupun tenaga kerja yang harus dikerahkan (Ardiansyah & Irbah, 2024).

Kemunculan teknologi Fotogrametri berbasis *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) menawarkan alternatif bagi kegiatan survei dan pemetaan konstruksi. Dibandingkan metode konvensional, UAV mampu menghasilkan data spasial beresolusi tinggi dalam waktu yang jauh lebih singkat. Foto udara yang direkam kemudian dapat diolah menjadi *orthophoto*, *Digital Surface Model* (DSM), *Digital Terrain Model* (DTM), maupun *point cloud* tiga dimensi, yang selanjutnya dimanfaatkan untuk analisis volume pekerjaan tanah. Penerapan UAV pada pekerjaan konstruksi terbukti tidak hanya mempercepat pengumpulan data, tetapi juga menghadirkan visualisasi kondisi lapangan yang lebih representatif (Putra et al., 2022).

Hal ini sejalan dengan temuan Ardiansyah dan Irbah (2024) pada Proyek Bendungan Meninting, di mana perhitungan volume timbunan menggunakan Fotogrametri menghasilkan angka yang mendekati hasil survei terestris. Dengan kata lain, metode ini layak dipertimbangkan sebagai alternatif dalam *monitoring* pekerjaan konstruksi, mengingat UAV mampu menyajikan informasi volume secara cepat tanpa mengorbankan akurasi yang dibutuhkan dalam pekerjaan bendungan.

Transformasi digital yang terus bergulir di sektor konstruksi juga mendorong penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada berbagai proyek infrastruktur di Indonesia. BIM sendiri merupakan pendekatan pengelolaan informasi proyek yang terintegrasi, di mana data perencanaan, pelaksanaan, hingga *monitoring* dapat tersimpan dalam satu model digital yang sama. Dukungan terhadap penerapan BIM ini bahkan sudah dituangkan Kementerian PUPR melalui Surat Edaran Direktur Jenderal Sumber Daya Air Nomor 04/SE/Da/2023, yang mengatur Pedoman Penerapan Pemodelan Informasi Bangunan (*Building Information Modelling*) pada Perencanaan Teknis dan Pelaksanaan Konstruksi Infrastruktur Sumber Daya Air.

Pada proyek bendungan, penggabungan data Fotogrametri UAV dengan BIM dinilai mampu meningkatkan efektivitas *monitoring* progres konstruksi. (Arbad et al., 2023) misalnya menemukan bahwa *point cloud* hasil Fotogrametri, ketika diintegrasikan ke dalam model BIM, mampu menghadirkan visualisasi progres pekerjaan yang lebih informatif sekaligus membantu proses pengambilan keputusan proyek.

Salah satu perangkat lunak BIM yang banyak dipakai di bidang infrastruktur sipil adalah Autodesk Civil 3D, yang digunakan untuk mengolah data survei, membangun model permukaan, hingga menganalisis volume pekerjaan tanah. Ketika data Fotogrametri UAV diintegrasikan ke dalamnya, proses pembentukan model permukaan aktual serta perhitungan volume timbunan dengan metode *Triangular Irregular Network* (TIN) pun dapat berlangsung lebih cepat dan efisien.

Bendungan Cijurey Paket 2, yang saat ini masih dalam tahap pembangunan, membutuhkan metode *monitoring* yang dapat menyajikan informasi

volume realisasi timbunan secara tepat. Atas dasar itulah, penelitian ini disusun untuk mengimplementasikan teknologi Fotogrametri UAV berbasis BIM Autodesk Civil 3D dalam menganalisis volume realisasi timbunan *Main Dam* Bendungan Cijurey Paket 2, dengan harapan dapat menjadi alternatif metode *monitoring* konstruksi yang lebih efektif dibandingkan pendekatan konvensional.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana implementasi metode fotogrametri UAV dalam menghasilkan model permukaan dan perhitungan volume timbunan melalui metode potongan melintang (*Cross Section*)?
2. Bagaimana hasil identifikasi luas galian (*cut area*) dan luas timbunan (*fill area*) melalui metode potongan melintang (*Cross Section*)?
3. Bagaimana perbedaan volume realisasi timbunan *Main Dam* Bendungan Cijurey Paket 2 berdasarkan hasil pengolahan data Fotogrametri UAV dan *Total Station*?
4. Apakah hasil perhitungan volume menggunakan fotogrametri UAV dapat dimanfaatkan sebagai metode pendukung yang lebih cepat dan efisien dalam kegiatan *monitoring* volume timbunan pada proyek bendungan?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Melakukan akuisisi foto udara untuk menghasilkan model permukaan dengan Pix4Dmapper dan perhitungan volume dengan Autodesk Civil 3D melalui metode potongan melintang (*Cross Section*).
2. Melakukan identifikasi luas galian (*Cut Area*) dan luas timbunan (*Fill Area*) melalui metode potongan melintang (*Cross Section*) menggunakan Autodesk Civil 3D untuk melakukan perhitungan.
3. Melakukan analisis perbedaan volume realisasi timbunan *Main Dam* Bendungan Cijurey Paket 2 berdasarkan hasil pengolahan data fotogrametri UAV dan *Total Station* pada Autodesk Civil 3D.

4. Melakukan evaluasi terkait potensi pemanfaatan fotogrametri UAV sebagai metode pendukung yang lebih cepat dan efisien dalam kegiatan *monitoring* volume timbunan pada proyek bendungan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian mengenai Implementasi Fotogrametri UAV Berbasis BIM Civil 3D dalam Analisa Volume Realisasi Timbunan *Main Dam* Bendungan Cijurey Paket 2 diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai penerapan teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dan Fotogrametri dalam bidang survei dan pemetaan konstruksi bendungan.
2. Menjadi referensi ilmiah terkait integrasi *Building Information Modeling* (BIM) dengan data Fotogrametri UAV untuk analisis volume pekerjaan tanah.
3. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode *monitoring* volume timbunan berbasis teknologi digital pada proyek infrastruktur sumber daya air.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Bagi PT Utama Karya-SAC Nusantara, KSO
Penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif metode *monitoring* volume realisasi timbunan menggunakan Fotogrametri UAV berbasis BIM Autodesk Civil 3D yang lebih cepat, efisien, dan mampu memberikan visualisasi kondisi lapangan secara tiga dimensi.
2. Bagi Proyek Bendungan Cijurey Paket 2
Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai volume realisasi timbunan Zona 4 *random upstream* sebagai bahan evaluasi progres pekerjaan dan pengendalian volume timbunan selama pelaksanaan konstruksi.
3. Bagi Politeknik Pekerjaan Umum

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi akademik mengenai implementasi teknologi UAV dan BIM pada proyek bendungan serta mendukung pengembangan penelitian di bidang survei, pemetaan, dan manajemen konstruksi.

1.4.3 Manfaat bagi Penulis

1. Meningkatkan pemahaman dan keterampilan dalam pengoperasian UAV untuk kebutuhan survei Fotogrametri.
2. Menambah kemampuan dalam pengolahan data spasial dan pemodelan menggunakan Autodesk Civil 3D berbasis BIM.
3. Memberikan pengalaman dalam melakukan analisis volume timbunan pada proyek bendungan menggunakan teknologi digital yang saat ini banyak diterapkan dalam industri konstruksi.

1.5 Batasan Penelitian

Agar pembahasan dalam penelitian ini lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada beberapa aspek berikut:

1. Penelitian dilaksanakan pada pekerjaan timbunan *Main Dam* Bendungan Cijurey Paket 2 mulai STA 2+50 sampai STA 4+25 sesuai progres yang berlangsung.
2. Penelitian dilakukan pada pekerjaan timbunan tanah *random (random fill)* yang terdapat pada *Main Dam* Zona 4 *upstream* Bendungan Cijurey Paket 2.
3. Analisis volume yang dilakukan hanya mencakup volume realisasi timbunan tanah *random upstream* Zona 4 berdasarkan data hasil survei Fotogrametri UAV dan tidak mencakup zona inti (*core*), filter, *drain*, riprap, maupun material timbunan lainnya.
4. Pengolahan data Fotogrametri dilakukan menggunakan perangkat lunak yang menghasilkan model permukaan tiga dimensi (*Surface model*) sebagai dasar perhitungan volume.

5. Analisis volume realisasi timbunan dilakukan melalui integrasi data hasil Fotogrametri UAV dengan Autodesk Civil 3D berbasis *Building Information Modeling* (BIM).
6. Penelitian tidak membahas analisis stabilitas lereng bendungan, deformasi bendungan, *settlement* timbunan, maupun kajian geoteknik material timbunan.
7. Penelitian tidak membahas aspek perencanaan bendungan, desain struktur bendungan, maupun metode konstruksi secara keseluruhan.
8. Data yang digunakan merupakan data survei dan kondisi pekerjaan timbunan pada periode pelaksanaan penelitian di Proyek Pembangunan Bendungan Cijurey Paket 2.
9. Data hasil pengukuran *Total Station* digunakan sebagai data pembanding terhadap hasil analisis volume Fotogrametri, bukan sebagai objek penelitian untuk menguji ketelitian alat ukur.
10. Penelitian difokuskan pada implementasi dan pemanfaatan metode Fotogrametri berbasis *Building Information Modeling* (BIM) dalam mendukung *monitoring* progres pekerjaan timbunan melalui analisis volume.
11. Penelitian tidak bertujuan membuktikan bahwa metode Fotogrametri memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan *Total Station*, serta tidak dimaksudkan untuk menggantikan *Total Station* sebagai metode resmi dalam pengukuran maupun dasar pembayaran pekerjaan konstruksi sesuai spesifikasi kontrak.
12. Evaluasi penelitian dilakukan berdasarkan hasil analisis volume yang diperoleh dari metode Fotogrametri serta perbandingannya dengan data hasil pengukuran *Total Station* sebagai acuan lapangan.