

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Sungai Mungkung merupakan salah satu anak Sungai Bengawan Solo yang bermata air dari Gunung Lawu. Sungai ini mempunyai panjang 31,21 km dengan luas daerah aliran sungai sebesar 184,70 km<sup>2</sup> (Mulatsih dan Sundoro, 2012). Aliran Sungai Mungkung melewati beberapa kecamatan di Kabupaten Sragen, salah satunya Kecamatan Sidoharjo. Aliran Sungai Mungkung di Kabupaten Sragen menjadi batas alami daerah Kecamatan Sragen dan Kecamatan Sidoharjo di Kabupaten Sragen.

Sungai Mungkung saat musim penghujan sering mengalami banjir. Hal ini sangat berpengaruh pada masyarakat yang memanfaatkan debit air Sungai Mungkung untuk pekerjaan maupun kehidupan sehari-hari terutama pelindung tebing Sungai Mungkung sering tergerus oleh erosi dan retak karena longsor sehingga diperlukan pengukuran kecepatan arus untuk mengetahui seberapa cepat arus Sungai Mungkung. Debit air adalah jumlah air yang mengalir dari suatu penampang tertentu (sungai, saluran, mata air) persatuan waktu (liter/detik, m<sup>3</sup>/detik, dm<sup>3</sup>/detik) (Sihotang, 1988). Debit air dalam perhitungannya perlu menghitung terlebih dahulu kecepatan arus, karena debit air dihitung dengan perkalian antara luas penampang sungai (m<sup>2</sup>) dan kecepatan arus sungai (m/s). Kecepatan arus air sungai diukur dengan tujuan memperoleh angka pasti kecepatan aliran sungai pada suatu sungai tertentu dan untuk mengetahui kondisi hulu sungai dan pengaruh perubahan iklim.

Pengukuran kecepatan arus aliran sungai merupakan hal yang sangat penting dilakukan karena dapat mendefinisikan karakteristik hidrologi dan dapat menjadi pedoman untuk rencana manajemen hulu dan mata air sungai serta memahami karakteristik perubahan iklim. Beberapa pendekatan digunakan untuk mengukur kecepatan arus aliran sungai yang menggunakan peralatan seperti pengukur arus, peralatan pemancar gelombang akustik (contoh: *Acoustic Doppler Current Profilers*; ADCPs dan *Acoustic Doppler Velocimeters*; ADVs) atau *surface velocity radar* (Gravelle, 2015). Perhitungan kecepatan arus air aliran sungai menggunakan peralatan tersebut membutuhkan minimum kedalaman air, pengukuran berulang-

ulang, membahayakan operator alat, serta tidak dapat menjangkau area pedalaman dan banyak vegetasi (Eltner dkk., 2020). Alat lain yang umum digunakan untuk pengukuran kecepatan arus sungai adalah *current meter*. Cara menggunakan alat *current meter* adalah mencelupkan baling-baling ke dalam air, kemudian bacaan kecepatan didapatkan melalui alat yang digenggam oleh operator. *Current meter* dapat memperoleh data secara *real time*, namun dalam penggunaannya diperlukan terjun langsung ke lapangan.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, metode pengukuran kecepatan arus aliran sungai telah mengalami perkembangan yang pesat. Beberapa studi telah membuktikan sebuah metode yang fleksibel, efisien, dan aman menggunakan penginderaan jauh. Metode yang dikembangkan memanfaatkan pendekatan *image velocimetry* yang digabungkan dengan teknologi penginderaan jauh terkini. Teknologi penginderaan jauh terkini yang dimaksud adalah memanfaatkan kamera yang terpasang pada *unmanned aerial vehicle* (UAV) yang memungkinkan untuk mendapatkan data berupa foto atau video dengan murah dan mudah pada area pedalaman. Dibandingkan dengan kamera *fixed station*, UAV mempunyai kelebihan: UAV dapat menangkap *field of view* yang lebih luas dibandingkan dengan kamera *fixed station* (Sharif, 2022), UAV dapat melakukan pengukuran pada area sungai yang aksesnya tidak terjangkau oleh manusia (Koutalakis dan Zaimis, 2022), dengan sudut kamera menghadap ke bawah penuh ( $0^\circ$ ) distorsi yang dihasilkan seharusnya lebih rendah daripada kamera *fixed station* yang menghasilkan foto *oblique* sehingga tidak terlalu mempengaruhi perhitungan kecepatan arus sungai pada area yang letaknya jauh dari alat, penggunaan UAV lebih aman karena dapat dikontrol dari jauh menggunakan remot, sehingga operator tidak perlu berada dekat dengan alat (Masafu dkk., 2022), kualitas video yang dihasilkan oleh kamera UAV tidak kalah bagus dibandingkan dengan kamera *fixed station* meskipun dengan tinggi terbang yang tinggi (Masafu dkk., 2022).

Foto atau video yang telah terakuisisi kemudian diproses dengan teknik *image velocimetry*. Berdasarkan pada gerak partikel terlihat yang terekam, dapat membentuk bidang dua dimensi kecepatan dengan menggunakan *image velocimetry* (Koutalakis dkk., 2019). Perkembangan yang terjadi telah membuat *Particle Image Velocimetry* (PIV) digunakan dalam lingkungan perairan dalam

skala besar. Pengaplikasian *Particle Image Velocimetry* (PIV) dalam skala besar ini sering disebut dengan *Large Scale Particle Image Velocimetry* (LSPIV).

Metode ini memanfaatkan penginderaan jauh berbasis foto atau video yang direkam menggunakan *unmanned aerial vehicle* (UAV) untuk menghitung kecepatan aliran air di sebuah sungai terutama sungai dengan aliran air yang deras seperti Sungai Mungkung. Kecepatan aliran air akan diestimasi menggunakan teknik penginderaan jauh dengan metode *Large Scale Particle Image Velocimetry* (LSPIV) memanfaatkan pelacakan pada objek atau fitur yang mengapung pada sungai dan terlihat pada sekumpulan foto yang diolah dari video kemudian digunakan dalam perhitungan kecepatan aliran air sungai (Hauet dkk., 2014). Dalam metode LSPIV ini parameter yang diperhitungkan dalam kecepatan arus aliran sungai adalah *frame per second* (fps) yang dimodelkan menggunakan pergerakan *pixels/frames* dan kemudian dikonversikan menjadi satuan kecepatan dalam meter per detik (De Schoutheete dkk., 2019).

Kecepatan arus aliran sungai akan dihitung dengan metode LSPIV menggunakan aplikasi RIVeR. RIVeR merupakan sebuah aplikasi yang dikembangkan oleh *Center for Water Research and Technology* (CETA) di *National University of Cordoba*, Argentina pada tahun 2013 (Patalano dkk., 2017). Aplikasi RIVeR dikembangkan dengan tujuan untuk menyediakan pengolahan karakteristik permukaan air dalam skala yang besar (contoh: kecepatan aliran air dan morfologi sungai) serta perhitungan kecepatan arus (contoh: irigasi dan sungai) atau permodelan fluida dalam skala besar. RIVeR versi terbaru sendiri telah mencapai versi 2.6 menawarkan aplikasi yang mudah digunakan, murah, dan fleksibel. Data yang telah diperoleh dari perekaman menggunakan UAV tersebut kemudian diolah menggunakan aplikasi RIVeR. Video yang direkam tersebut dipecah menjadi beberapa *frame* gambar yang kemudian dilacak fitur atau partikel yang ada di dalam gambar tersebut. Data tersebut selanjutnya digunakan dalam menghitung kecepatan arus air Sungai Mungkung di kawasan Jembatan Mungkung Kabupaten Sragen dan selanjutnya divalidasi menggunakan pengukuran dan perhitungan kecepatan arus air sungai secara konvensional menggunakan alat *current meter*. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan jawaban seberapa deras kecepatan aliran air Sungai Mungkung.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana hasil ortorektifikasi dari perbandingan koordinat *Independent Check Point* dari pengukuran menggunakan *Total Station* terhadap koordinat model?
2. Berapa kecepatan arus rata-rata permukaan aliran Sungai Mungkung di Kawasan Jembatan Mungkung di Kabupaten Sragen?
3. Bagaimana akurasi yang dihasilkan oleh pengukuran kecepatan arus permukaan air sungai menggunakan metode LSPIV dan data yang dianggap benar?

## **I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui hasil ortorektifikasi dari perbandingan koordinat *Independent Check Point* dari pengukuran menggunakan *Total Station* terhadap koordinat model.
2. Menghitung kecepatan arus rata-rata permukaan air aliran Sungai Mungkung di Kawasan Jembatan Mungkung di Kabupaten Sragen.
3. Mengetahui akurasi pengukuran kecepatan arus permukaan air Sungai Mungkung menggunakan metode LSPIV dan data yang dianggap benar.

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

1. Bidang keilmuan

Hasil penelitian ini bisa digunakan untuk menghitung kecepatan arus permukaan Sungai Mungkung pada daerah Jembatan Mungkung di Kabupaten Sragen dengan cepat, efisien, serta dapat menjangkau area pedalaman sehingga dapat digunakan untuk penelitian yang berkaitan dengan kecepatan arus aliran air sungai, manajemen sungai maupun bidang kajian lainnya dengan memanfaatkan videogrametri.

2. Bidang Lingkungan

Hasil penelitian ini dapat digunakan dalam analisis kesehatan sungai yang berkaitan dengan manajemen daerah aliran sungai, banjir, memahami karakteristik perubahan iklim dan kajian lingkungan lainnya.

#### **I.4 Batasan Penelitian**

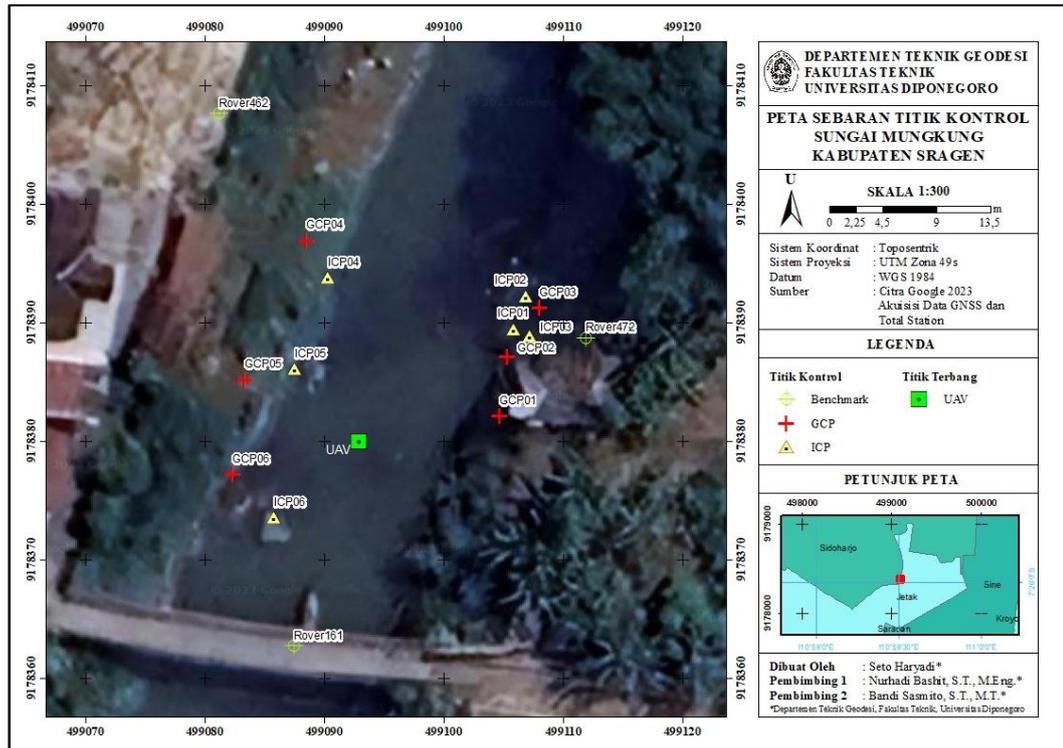
Batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian melakukan pengukuran kecepatan arus rata-rata permukaan air aliran sungai di Sungai Mungkung di kawasan Jembatan Mungkung Kabupaten Sragen.
2. Pengolahan data kecepatan arus aliran sungai menggunakan parameter pelacakan fitur atau partikel yang ada pada beberapa *frame* gambar berupa busa atau ombak atau partikel lain yang terbawa arus sungai.
3. Uji validasi dilakukan dengan membandingkan kecepatan arus permukaan aliran sungai yang diperoleh dari metode LSPIV menggunakan UAV dengan kecepatan arus permukaan aliran sungai yang dihitung menggunakan data yang dianggap benar.
4. Uji T dilakukan untuk membandingkan data pengukuran LSPIV dengan data yang dianggap benar.

#### **I.5 Ruang Lingkup Penelitian**

##### **I.5.1 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian ini adalah Sungai Mungkung yang terletak di Kawasan Jembatan Mungkung Kabupaten Sragen.



Gambar I-1 Peta Area Penelitian dan Sebaran Titik Kontrol

## I.5.2 Alat dan Data

### a. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

#### 1. Perangkat Keras

##### a. Laptop dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tipe Komputer : MSI GL-65-9SEK

Sistem Operasi : Windows 10

Tipe Sistem : 64-bit operating system, x64-based processor

Tipe Processor : Intel(R) Core (TM) i7-9750H CPU @ 2.60 GHz

Kapasitas RAM : 16.00Gb

##### b. Meteran

##### c. Buku Tulis

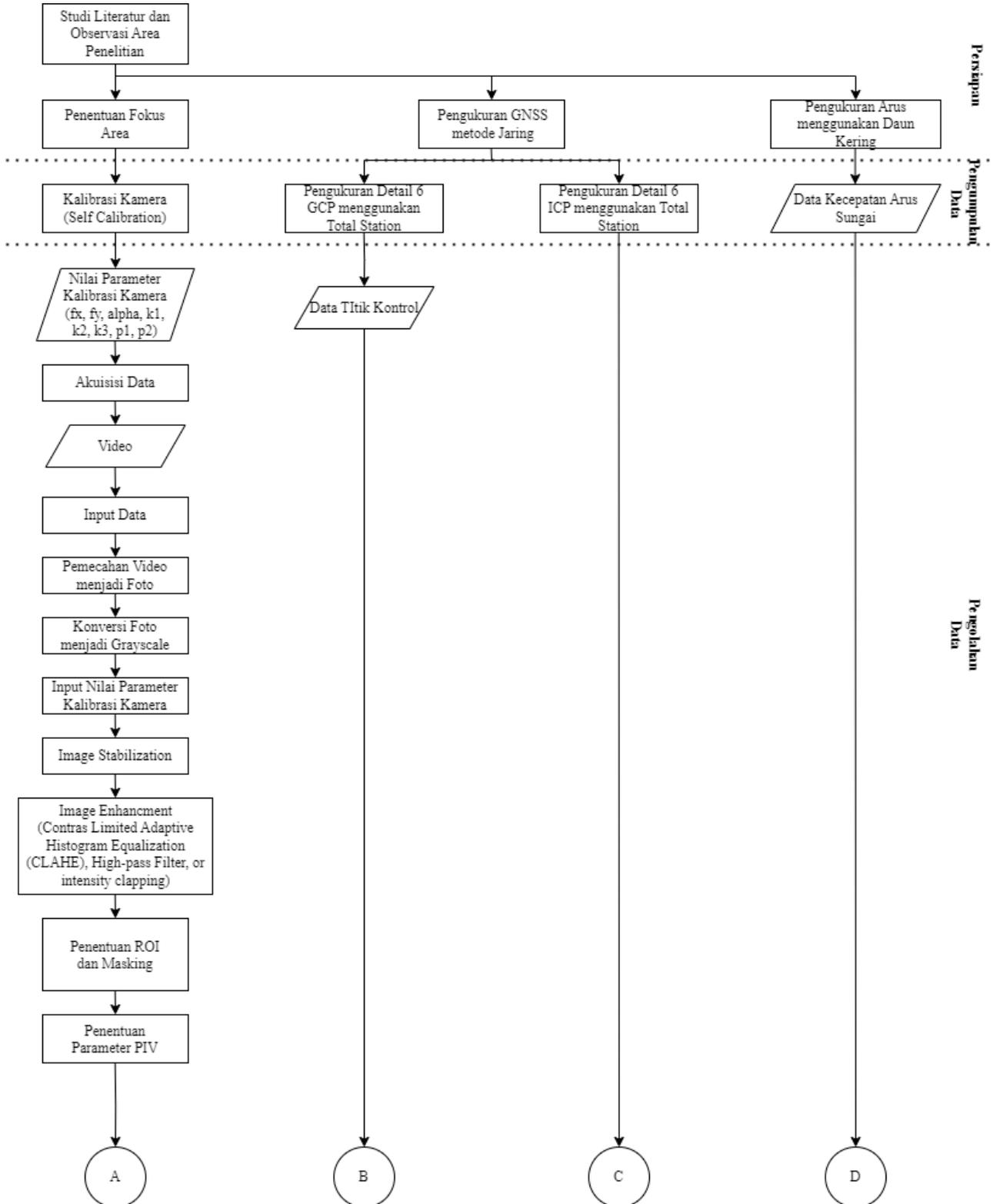
##### d. Pulpen

##### e. Android

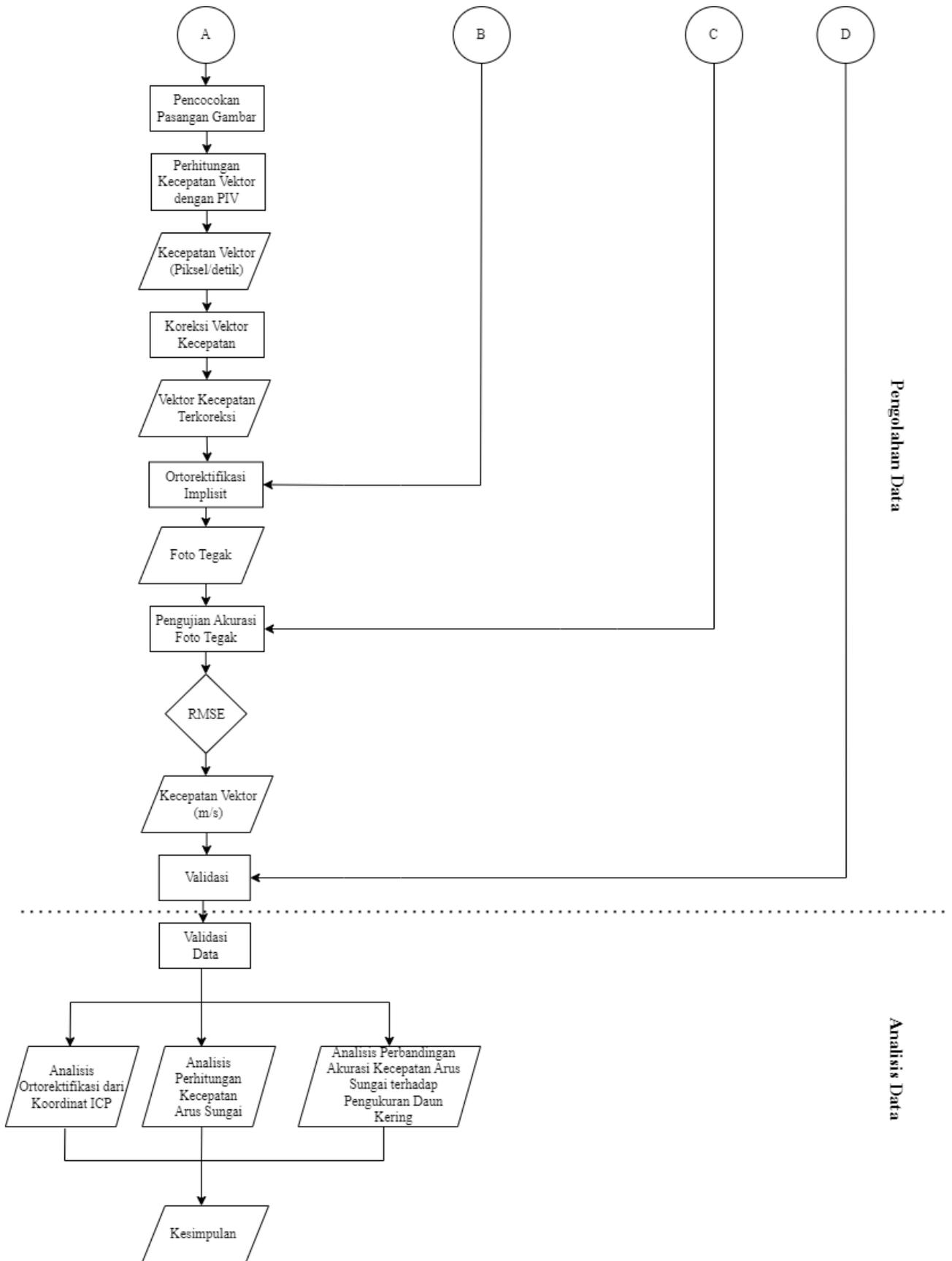
##### f. UAV

- g. GNSS Geodetik
  - h. Total Station
  - i. *Current meter portable*
2. Perangkat Lunak
- a. DJI GO
  - b. RIVeR
  - c. Microsoft Excel
  - d. Microsoft Word
  - e. QGIS
  - f. Topcon Tool
  - g. Matlab
- b. Data Penelitian
- Data yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah :
- 1. Data kecepatan arus air Sungai Mungkung dari pengukuran menggunakan *current meter*
  - 2. Data koordinat titik *Benchmark*
  - 3. Data parameter kalibrasi kamera
  - 4. Data GCP dan ICP
  - 5. Data video arus sungai

## I.6 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian



Gambar I-2 Diagram Alir Penelitian



**Gambar I-2** Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

Tahap penelitian terdiri dari:

1. Persiapan

Tahap ini meliputi studi literatur mengenai penelitian-penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan serta observasi area dan metode yang akan digunakan dalam penelitian. Selain itu, dilakukan pula pengukuran GNSS metode jaring serta pengukuran arus air untuk memperoleh validasi data lapangan sebagai acuan data yang dianggap benar.

2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian, seperti data kalibrasi kamera, data GCP (*Ground Control Point*) dan ICP (*Independent Check Point*) serta data kecepatan arus sungai yang diukur untuk memperoleh data yang dianggap benar.

3. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah semua data yang dibutuhkan untuk penelitian ini terkumpul. Data video arus sungai yang telah didapatkan dengan pengukuran menggunakan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) diolah menggunakan RIVeR untuk mendapatkan data kecepatan arus sungai yang telah teroktorektifikasi.

4. Analisis Data

Hasil data kecepatan arus sungai yang telah teroktorektifikasi tersebut kemudian divalidasi dengan data kecepatan arus sungai yang diukur sebagai data yang dianggap benar.

## **I.7 Sistematika Penulisan Laporan**

Agar penulisan laporan menjadi terarah dan sistematis maka dibuatlah sistematika laporan sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian dan sistematika laporan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang tinjauan pustaka yang berisi dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menguraikan tentang proses pelaksanaan kegiatan yang dilakukan selama mengerjakan penelitian.

#### **BAB IV HASIL DAN ANALISIS**

Bab ini membahas tentang hasil dan analisis dari penelitian tentang kecepatan arus permukaan Sungai Mungkung yang telah teroktorektifikasi dengan hasil validasi kecepatan arus menggunakan data yang dianggap benar.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini membahas tentang kesimpulan yang penulis dapatkan selama penelitian yang berisi jawaban dari rumusan masalah dan saran yang penulis dapatkan selama penelitian untuk penelitian berikutnya.