

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sungai merupakan salah satu bentang alam yang umum dijumpai di Indonesia. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011, sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan dengan air di dalamnya. Air sungai bersumber dari mata air yang berhulu dari gunung atau merupakan anak sungai yang berasal dari sungai yang lebih besar. Sebagai salah satu bentang alam, sungai juga dapat memberikan dampak negatif seperti banjir. Banjir terjadi jika volume debit yang diterima sungai lebih banyak daripada kemampuan sungai menampung air, sehingga sungai dapat meluap dan menyebabkan banjir serta membawa dampak negatif bagi masyarakat. Pengukuran debit pada sungai dapat dilakukan setelah mendapatkan kecepatan aliran sungai dengan menghitung luas penampang sungai (Norhadi dkk., 2015).

Sungai Mungkung merupakan salah satu sungai di Kabupaten Sragen yang berhulu dari Gunung Lawu dan bermuara di Sungai Bengawan Solo (Risdiyanto dan Ikhsan, 2017). Sungai Mungkung menjadi salah satu sungai yang berpotensi mengalami kebanjiran saat musim hujan di mana ketinggian Sungai Mungkung mencapai hingga empat meter. Dilansir dari Tribun Solo, terjadi hujan deras di Kabupaten Sragen yang menyebabkan sungai meluap, termasuk Sungai Mungkung. Banjir itu menggenangi Kecamatan Sidoharjo hingga mencapai ketinggian 1,2m dengan total 604 jiwa di Dusun Dukuh Wirun terdampak banjir. Kepala BPBD Kabupaten Sragen juga menjelaskan bahwa dampak lain dari banjir ini adalah tidak bisa dilaluinya Jalan Nasional Sragen-Solo di Ringroad Utara. Di sisi lain Bantaran Sungai Mungkung sering tergerus oleh aliran air yang deras terutama saat musim penghujan. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Mulatsih dan Sundoro (2012) tentang kerusakan pelindung tebing sungai di Kali Mungkung khususnya di daerah Desa Patihan Kabupaten Sragen. Pelindung tebing sungai pada penelitian tersebut mengalami kerusakan seperti retak-retak dan bergeser akibat erosi dan longsor yang diperparah dengan kondisi tanah timbunan yang lunak akibat terkena air secara terus-menerus.

Pemerintah Kabupaten Sragen melalui Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Bengawan Solo rutin melakukan pengukuran kecepatan aliran Sungai Mungkung sebagai pendeteksian dini kenaikan muka air sungai. Pengumpulan informasi pada Sungai Mungkung masih berbasis pada ketinggian air dan kecepatan air dengan menggunakan *current meter*. Pengukuran kecepatan penting dilakukan untuk mendapatkan informasi karakteristik dan tingkat bahaya dari suatu sungai, di mana aliran sungai yang deras dapat membahayakan orang-orang yang berada di sungai terutama anak-anak yang tidak mengetahui bahaya sungai. Jika sungai mengalami kenaikan tinggi permukaan maka akan menambah kecepatan arus sungai yang dapat meningkatkan potensi bahaya dari suatu sungai. Pemantauan berkala dalam menentukan keadaan air sungai diperlukan sebagai bentuk pendeteksian awal bencana banjir. Pemantauan dapat dilakukan dengan pengukuran kecepatan aliran sungai, banyaknya debit air sungai, dan ketinggian sungai.

Salah satu metode yang umum digunakan dalam menentukan kecepatan sebuah aliran fluida adalah metode pengukuran kecepatan air dengan menggunakan alat *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP) atau *current meter*. ADCP merekam kecepatan air dalam interval waktu tertentu pada posisi tertentu. ADCP dipasang pada suatu titik dan ADCP akan mengukur dalam interval waktu tertentu secara terus menerus. Hal tersebut juga yang menjadi kelemahan alat ADCP, di mana ADCP hanya mengukur pada satu titik saja.

Sebuah metode *Particle Image Velocimetry* (PIV) yang dikembangkan oleh Grant (1997) dapat mengukur seluruh kecepatan aliran permukaan air di penampang sungai dalam waktu bersamaan. Metode ini dapat digunakan sebagai alternatif dari pengukuran kecepatan sungai menggunakan ADCP. PIV berbasis pada pemrosesan foto atau video untuk mendapatkan nilai kecepatan aliran permukaan sungai. Hal ini menjadi keuntungan tambahan di mana pada PIV tidak diperlukan kontak langsung dengan objek dalam menentukan kecepatan aliran permukaan air sehingga tidak mengganggu pergerakan aliran air. Keuntungan lain yang dapat dimanfaatkan dalam PIV adalah kemampuannya dalam mengukur kecepatan aliran banjir yang berbahaya jika dilakukan pengukuran secara langsung.

PIV mengukur kecepatan arus suatu fluida berdasarkan gerakan partikel yang terekam. Kemudian, menghitung perubahan piksel dalam pasangan *frame*

gambar dalam satuan waktu dan menghitung perubahannya dengan satuan piksel per sekon. Pengolahan PIV dalam menentukan kecepatan aliran sungai dapat dihitung menggunakan perangkat lunak seperti PIVlab dan RIVeR. PIV berkembang menjadi alternatif pengukuran untuk wilayah studi lebih luas dengan metode *Large Scale Particle Image Velocimetry*.

Liu, dkk. (2023) melakukan penelitian di Sungai Yufeng dengan kamera 20fps menggunakan LSPIV yang mengukur kecepatan aliran permukaan air berdasarkan analisis dari pola riak air. Penentuan *interrogation area* berperan penting dalam penentuan kecepatan oleh LSPIV. Hasil gambar yang diproses dengan LSPIV kemudian ditransformasi menjadi tegak dengan menggunakan informasi koordinat dari GCP. Liu menjelaskan bahwa GCP berperan penting dalam proses orthorektifikasi yang berpengaruh pada hasil akhir kecepatan LSPIV. Sharif (2022) melakukan penelitian tentang PIV menggunakan alat UAV dengan metode LSPIV. Penelitian tersebut menggunakan *seeder* alami dengan tujuan untuk mencari parameter dan alat yang efektif digunakan untuk pemanfaatan LSPIV di Dinkel River dan Meuse River. Distorsi pada saat akuisisi dihilangkan dengan proses *image stabilisation* dan orthorektifikasi yang kemudian kualitas data ditingkatkan dengan *image enhancement*. Patalano, dkk (2017) melakukan penelitian metode PIV untuk menentukan kecepatan aliran air pada sungai Pisco di Peru dan sungai Santa Fe di Argentina menggunakan kamera yang sudah dikalibrasi menggunakan Matlab® untuk mendapatkan masing-masing nilai parameter distorsi. Penelitian tersebut memecah video yang direkam di sungai dalam kurun waktu tertentu yang kemudian diubah ke dalam *grayscale*. Hasil pasangan gambar kemudian diproses dengan menggunakan perangkat lunak RIVeR dengan metode LSPIV sehingga mendapatkan vektor perubahan pergerakan partikel.

Berdasarkan permasalahan dan penelitian yang dilakukan sebelumnya, LSPIV dapat menjadi metode alternatif untuk memantau kecepatan arus Sungai Mungkung yang dapat digunakan sebagai mitigasi potensi banjir yang berada di Sungai Mungkung. Penelitian ini akan menggunakan kamera *Digital Single Lens Reflex* Canon 2000D yang sudah dikalibrasi kemudian melakukan perekaman dengan jangka waktu tertentu di Sungai Mungkung menggunakan prinsip fotogrametri terestris. Data diolah menggunakan metode *Large Scale Particle*

Image Velocimetry untuk mendapatkan data pergerakan dalam piksel per sekon yang selanjutnya diikatkan dengan titik kontrol GCP sehingga perubahan pergerakan dalam piksel dapat dikonversi menjadi perubahan dalam meter per sekon.

Data kecepatan arus sungai menggunakan metode LSPIV kemudian divalidasi dengan pengukuran arus sungai menggunakan *stopwatch* dan meteran serta data pengukuran BBWS Solo sehingga didapatkan nilai hasil dan nilai eror dalam penggunaan LSPIV untuk mengukur kecepatan aliran sungai. Hasil penelitian ini diharapkan bisa menjadi alternatif pengukuran aliran kecepatan air dengan metode yang cepat dan tidak mengganggu aliran air seperti implementasi menggunakan CCTV untuk melakukan akuisisi data secara *remote* tanpa harus berada di lokasi pengamatan.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil perbandingan koordinat *Independent Check Point* dengan pengukuran *Total Station* pada model orthorektifikasi
2. Bagaimana hasil nilai kecepatan aliran permukaan Sungai Mungkung di Kabupaten Sragen menggunakan metode LSPIV?
3. Bagaimana hasil akurasi pengukuran kecepatan aliran permukaan Sungai Mungkung di Kabupaten Sragen?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui akurasi hasil orthorektifikasi kamera dalam akuisisi data secara *oblique*.
2. Mengetahui hasil nilai kecepatan aliran sungai Mungkung di Kabupaten Sragen menggunakan metode LSPIV.
3. Mengetahui seberapa baik hasil pengukuran kecepatan aliran Sungai Mungkung di Kabupaten Sragen.

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bidang Keilmuan

Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk acuan penelitian metode videogrametri selanjutnya, utamanya dalam pemanfaatan untuk mengukur kecepatan fluida terbuka.

2. Bidang Perencanaan

Pada bidang perencanaan, diharapkan penelitian ini dapat digunakan untuk menjadi dasar penentuan rencana strategis penanggulangan banjir dan inovasi pengukuran kecepatan aliran Sungai Mungkung di Kabupaten Sragen.

I.4 Batasan Penelitian

Batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan di Sungai Mungkung, Kabupaten Sragen.
2. Akuisisi data penelitian ini menggunakan kamera DSLR dengan konsep fotogrametri terestris.
3. Luas wilayah penelitian ini berdasarkan luas penampang melintang sungai yang dapat ditangkap oleh kamera.
4. Kecepatan diambil secara *cross section* pada wilayah studi.
5. Validasi dilakukan dengan membandingkan data pengukuran LSPIV dengan pengukuran dan diuji menggunakan Uji T Independen.

I.5 Ruang Lingkup Penelitian

I.5.1 Objek Penelitian

Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah Sungai Mungkung, Kabupaten Sragen, Jawa Tengah yang sketsanya dapat dilihat pada **Gambar I-1**.



Gambar I-1 Lokasi Penelitian Sungai Mungkung (Google Earth, 2023)

I.5.2 Peralatan dan Data Penelitian

1. Peralatan

a. Perangkat Keras

1) Kamera *Digital Single Lens Reflex* (DSLR)

Dalam penelitian kamera DSLR ini digunakan untuk mengakuisisi data video pergerakan aliran sungai yang akan diubah menjadi foto. Kamera DSLR dipilih karena selain mempunyai biaya yang murah, penggunaan tripod dalam proses akuisisi dapat meminimalisir *noise* guncangan video jika dibandingkan dengan menggunakan wahana terbang sehingga dapat meningkatkan akurasi perpindahan piksel. Spesifikasi kamera yang digunakan adalah :

Sensor : CMOS 24.1 MP
Aspek rasio : 3:2
Resolusi video : 1920 x 1080 (30, 25, 24 fps)
1280 x 720 (60, 50 fps)
640 x 480 (30, 25 fps)
Format video : MOV



Gambar I-2 Kamera DSLR

2) Laptop

Laptop digunakan untuk pemrosesan video menjadi foto dan untuk melakukan analisis data hasil pengukuran. Spesifikasi laptop yang digunakan adalah:

Tipe : Asus TUF FX505DT
Sistem operasi : Windows 10
Tipe sistem : 64-bit

Tipe prosesor : AMD Ryzen 5 3550H 2.1 GHz
RAM : 16 GB



Gambar I-3 Laptop

3) Total Station Sokkia IM-52

Mode : Prisma, *reflektorless*, *reflective sheet*

Penyimpanan Data: ± 50.000 titik

Akurasi Sudut : 2"

Akurasi Jarak : $(1,5 + 2pp \times D)$ mm (**Prisma**)

$(2 + 2pp \times D)$ mm (**Reflektorless**)

$(2 + 2pp \times D)$ mm (**Reflektive Sheet**)



Gambar I-4 Total Station Sokkia IM-52

4) GNSS Topcon Hiper II dan Topcon Hiper SR

Sinyal : GPS dan GLONASS

Akurasi Posisi : $\leq 0,5$ m (DGPS)



Gambar I-5 GNSS Topcon Hiper II (kiri) dan Hiper SR (kanan)

2. Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel **Tabel I-1**

Tabel I-1 Data Penelitian

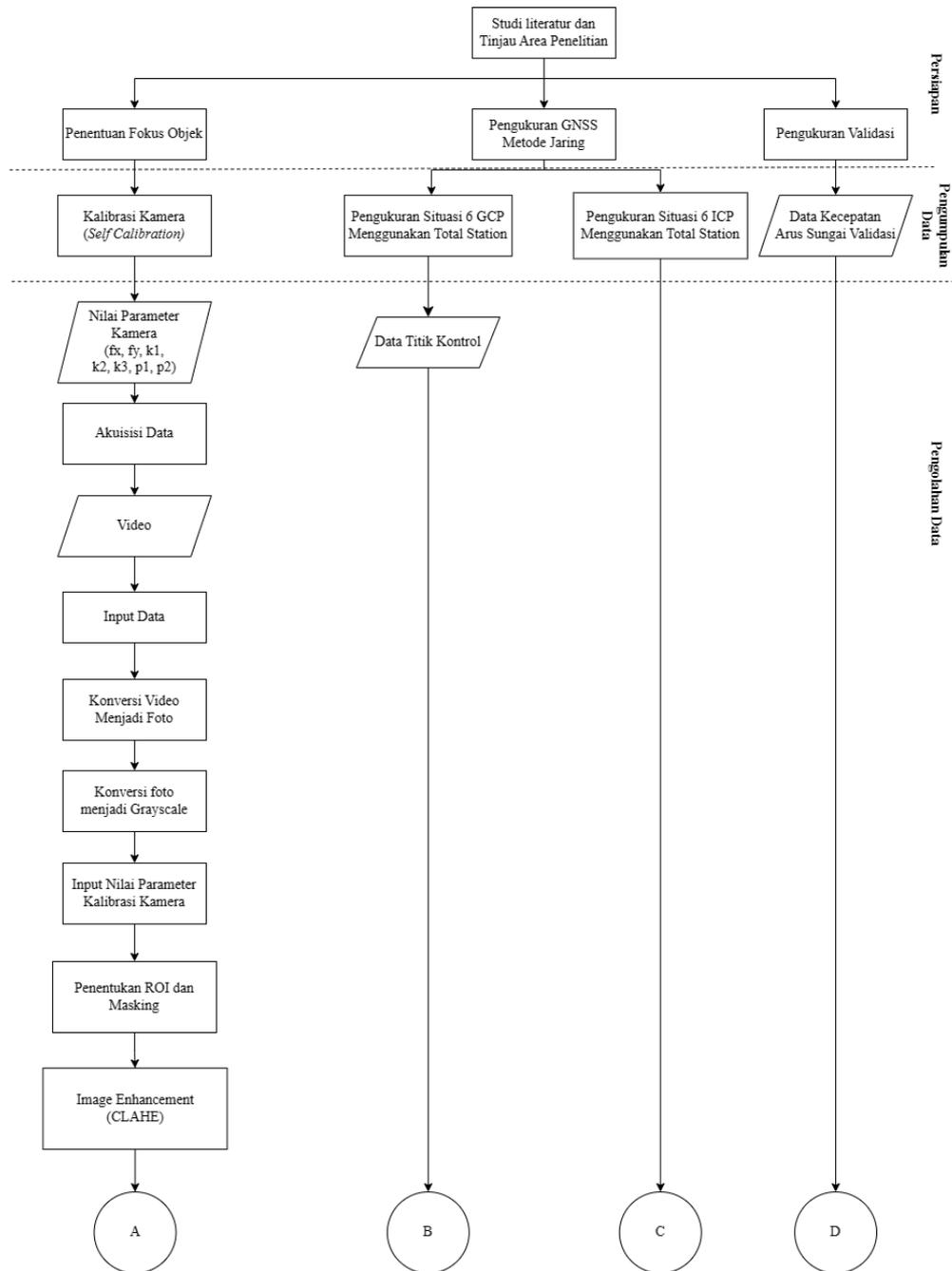
No.	Data	Sumber	Tahun	Keterangan
1	Data Koordinat Benchmark	Survei Lapangan	2023	Data didapat dengan pengukuran lapangan menggunakan alat GNSS dan digunakan sebagai benchmark untuk pengukuran GCP dan ICP menggunakan <i>Total Station</i>
2	Data Pengukuran GCP dan ICP	<i>On the job Calibration</i>	2023	Data didapat dengan melakukan pengukuran titik-titik GCP dan ICP menggunakan alat <i>Total Station</i>
3	Data Kalibrasi Kamera	Survei Lapangan	2023	Data didapat dengan melakukan kalibrasi secara manual kamera DSLR dengan menggunakan kertas pola kalibrasi
4	Data Video Objek	Survei Lapangan	2023	Data didapat dengan melakukan perekaman tempat penelitian menggunakan kamera DSLR

I.6 Diagram Alir Penelitian

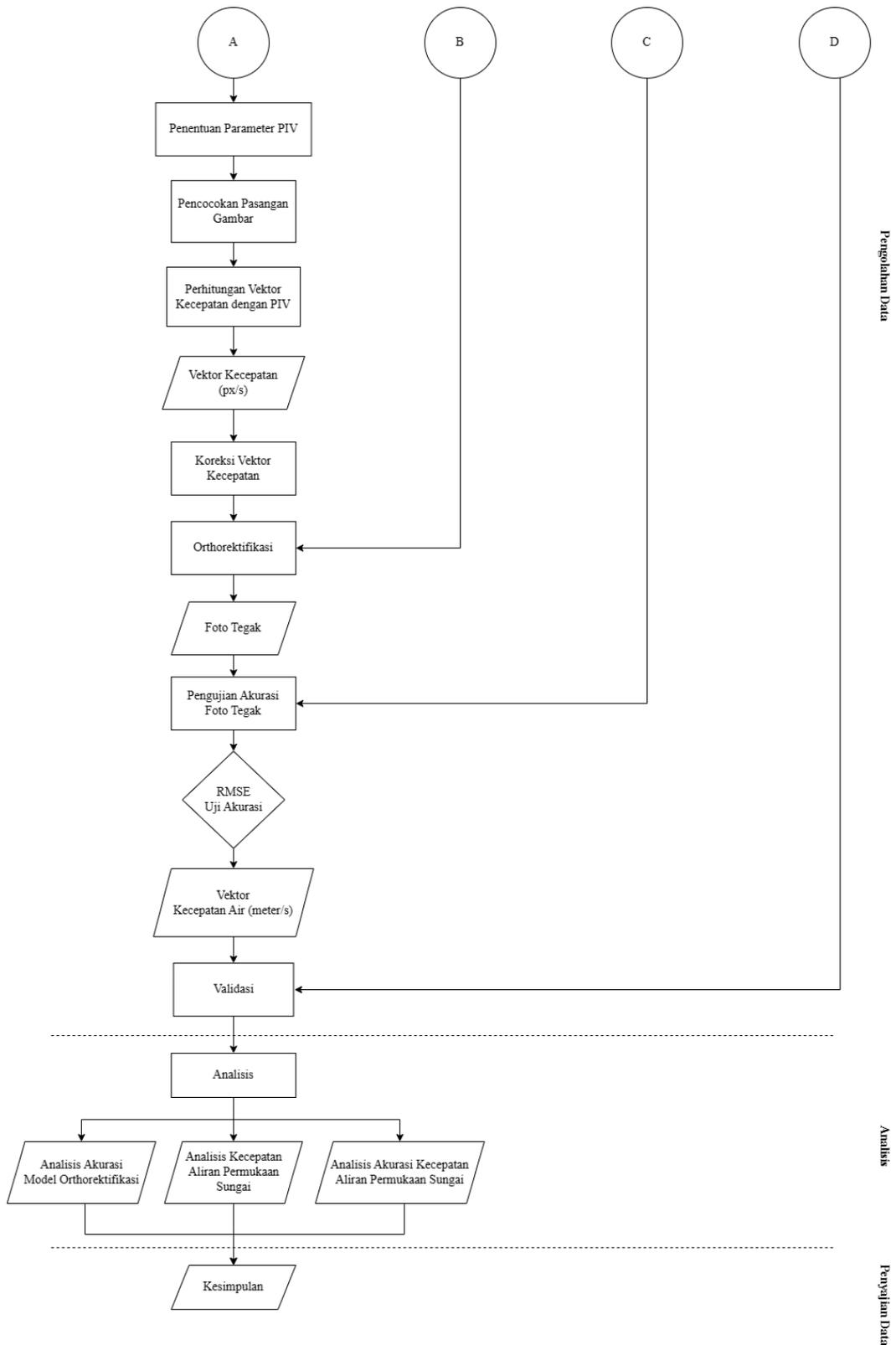
Diagram alir penelitian ini dibagi menjadi dua seksi yang dapat dilihat pada **Gambar I-6**.

I.7 Kerangka Berpikir Penelitian

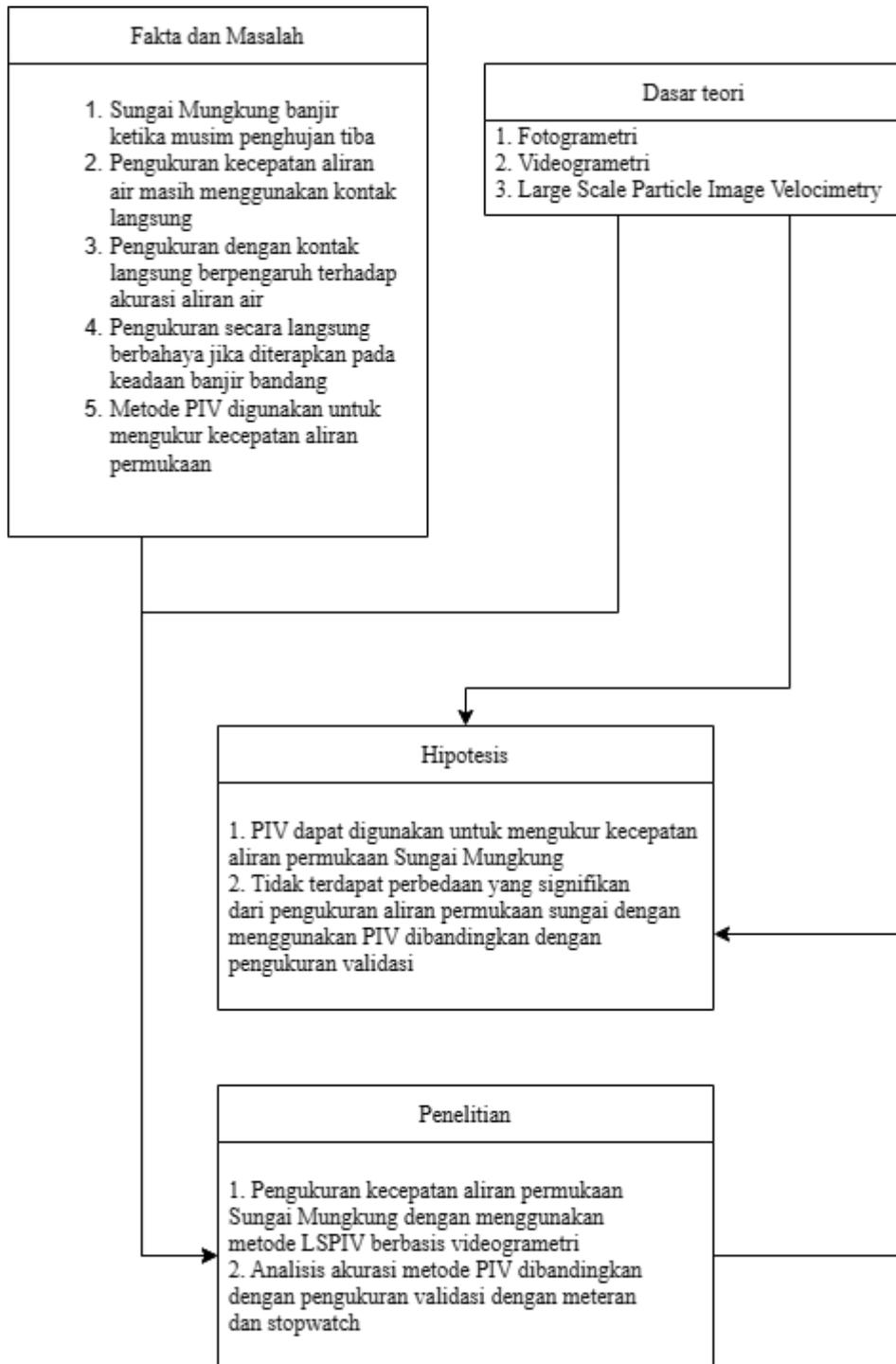
Pada penelitian ini peneliti mencoba memaparkan kerangka berpikir yang merupakan sebuah rangkuman dari penelitian tugas akhir yang dibuat oleh peneliti. Kerangka berpikir penelitian dapat dilihat pada **Gambar I-7**.



Gambar I-6 Diagram Alir Penelitian



Gambar I-6 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)



Gambar I-7 Kerangka berpikir penelitian