

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini mulai dilaksanakan pada bulan Juli 2014 sampai Februari 2015. Pembuatan alat dilaksanakan di Laboratorium Elektronika & Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan pengambilan data dilakukan di daerah aliran sungai (DAS) Kota Metro.

#### B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

##### 1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Berikut perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah;

##### a. Laptop

Spesifikasi laptop yang digunakan dalam penelitian ini seperti pada

Tabel 3.

Tabel 3.1. Spesifikasi laptop

<b>Deskripsi</b>	<b>Spesifikasi</b>
Processor	Intel(R) Core(TM) i5-4200M CPU @2.50GHz (4 CPUs)
Video	Intel (R) HD Graphics 4600
Driver Version	9.18.10.3131
RAM	2048 MB
Hard Disk	500 GB
Operating System	Window 7 Ultimate 32-bit (6.1, Build 7600)



Gambar 3.1. Laptop yang digunakan

*b. Webcam*

*Logitech* merupakan kamera yang digunakan dalam penelitian ini dengan type *Logitech Webcam C210*. Adapun spesifikasinya antara lain

- *Photo : Up to 1.3 Megapixels (Software Enhanced)*
- *Video Capture : Up to 640 x 480 pixels*
- *Logitech Fluid Crystal™ technology*
- *Frame rate : Up to 30 frames per second*
- *Hi-Speed USB 2.0 certified (recommended)*



Gambar 3.2. Kamera

c. Batangan Besi

Batangan besi digunakan sebagai penyangga kamera, agar kamera kokoh berada dalam air untuk analisis material yang hanyut terbawa air.

Batang besi memiliki diameter sebesar 10 mm dengan panjang 1 m.



Gambar 3.3. Batang besi.

2. Perangkat Lunak (*Software*)

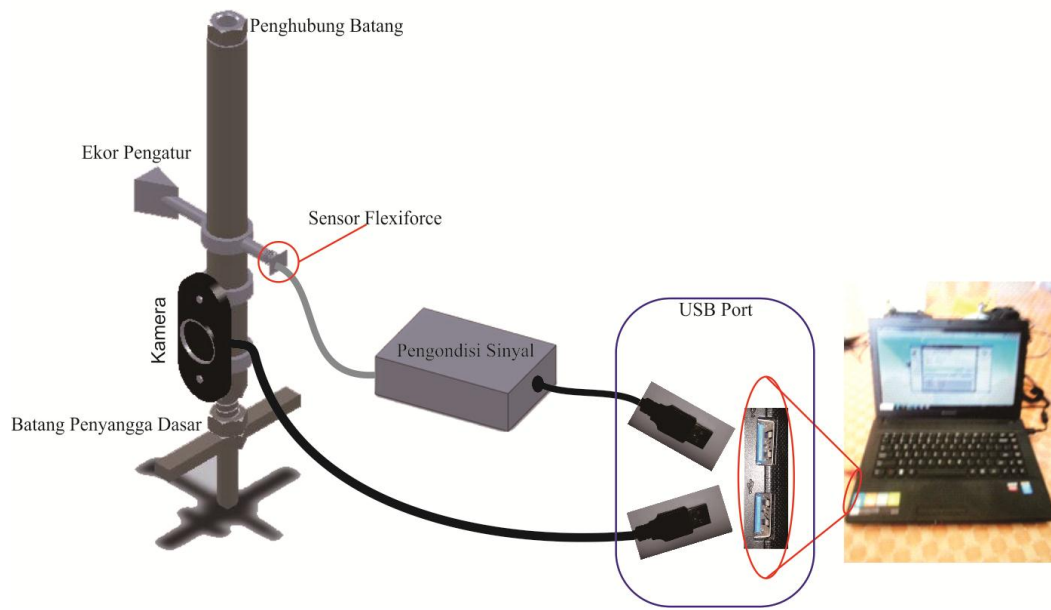
Perangkat lunak dalam penelitian ini digunakan untuk proses akuisisi data dan pengolahan citra ;

a. Delphi 7.0

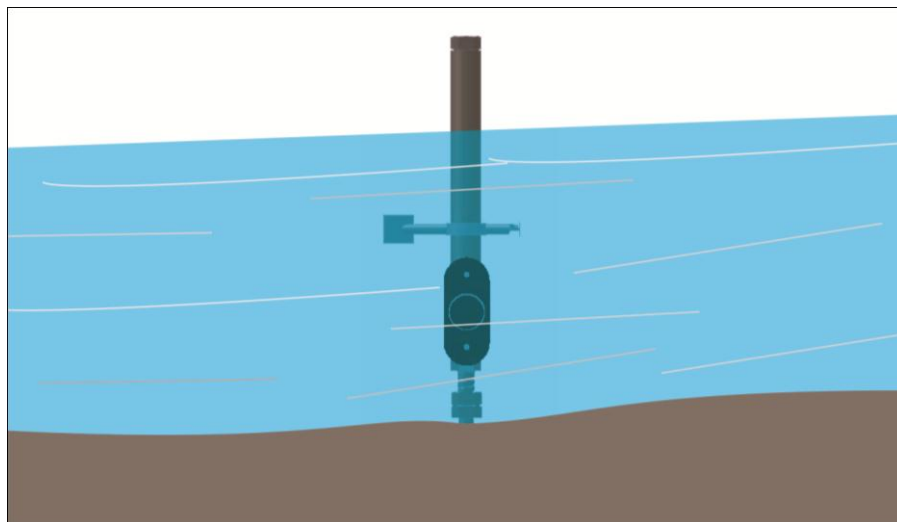
Program yang akan dibuat untuk pengolahan citra menggunakan *software* Delphi. Delphi yang digunakan memiliki komponen *DSPack* untuk *video capture* dari sebuah *webcam*, dan pengolahan citra, misalnya pengolahan gambar *grayscale*, *thresholding*, *negasi* dan *Even Mouse* untuk mengetahui jarak partikel.

**C. Desain Alat**

Desain alat yang digunakan dalam penelitian ini seperti terlihat pada Gambar 3.4.



(a)

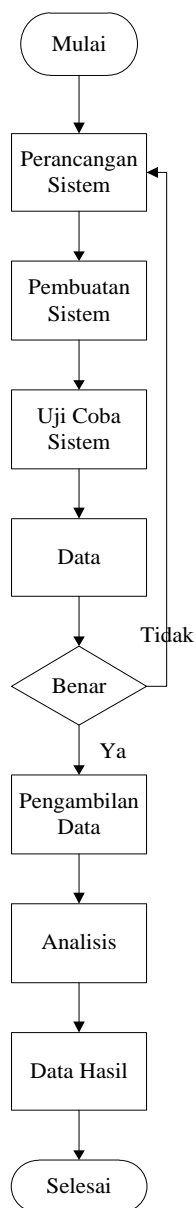


(b)

Gambar 3.4. Desain alat, (a) skema alat keseluruhan dan (b) desain alat dalam air

#### D. Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini prosedur yang dilakukan adalah perancangan sistem, realisasi sistem, pengujian sistem dan data seperti pada Gambar 3.5. Jika data yang diinginkan sesuai, yaitu terdapat material pada citra yang diakuisisi maka lanjut ke tahap pengambilan data, pengolahan data, pembuatan laporan dan selesai.



Gambar 3.5. Diagram alir penelitian

Langkah kerja penelitian adalah sebagai berikut:

### 1. Pembuatan Diagram Blok Penelitian

Pada tahap pertama, dilakukan penyusunan blok diagram penelitian guna mempermudah dalam proses penelitian. Diagram blok ini juga dapat mempermudah dalam menyusun sebuah rancangan penelitian jika dalam suatu rancangan terdapat kendala-kendala.

### 2. Perancangan Sistem

Perancangan alat meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Alat dirancang untuk sebuahudukan kamera dan sensor *flexiforce* yang dapat digunakan untuk memantau material melalui kamera dan tekanan dengan sensor tersebut. Alat yang dibuat terintegrasi dengan laptop dan *software* didalamnya untuk proses akuisisi dan pengolahan. Kamera dibuat agar dapat digunakan di dalam air, yaitu melapisi kamera dengan pelapisan kedap air.

### 3. Pembuatan Sistem

Pembuatan Sistem ada 2 tahapan, yaitu

#### a. Pembuatan Perangkat Keras

Pembuatan alat ini dilakukan dengan menggunakan batang besi berukuran 10 mm dengan panjang masing-masing  $\pm 1$  m. Batangan besi tersebut terdiri dari 5 batang dengan batang besi yang dapat dibongkar pasang. Bagian bawah batang besi didesain untuk dapat diletakan sebuah kamera *webcam* dan sensor berat (*flexiforce*) yang dapat

digunakan di kedalaman air sungai. Perancangan dudukan tersebut disesuaikan dengan kondisi arus maksimal pada sungai.

b. Pembuatan Perangkat Lunak.

Perancangan perangkat lunak ini menggunakan program FreeStudio dan delphi. Delphi digunakan untuk membuat *software* yang dapat menganalisis citra hasil cuplik kamera. Free studio digunakan untuk mengubah data video ke dalam format gambar, selanjutnya gambar tersebut dianalisis partikel/material yang hanyut untuk mengetahui laju.

4. Uji Coba Sistem

Realisasi sistem dilakukan di daerah aliran sungai (DAS). Uji coba ini dilakukan agar dapat mengetahui kinerja sistem yang dibangun. Pengujian sistem dilakukan dengan menangkap partikel/material yang terbawa oleh arus sungai di dalam air dengan menggunakan kamera. Kamera yang digunakan adalah kamera yang sudah dilapisi bahan kedap air agar terlindung terhadap air dan sensor yang digunakan yaitu *flexiforce* untuk mengetahui tekanan dalam air. Citra yang dihasilkan adalah citra RGB 24 bit yang berfungsi mempermudah pengolahan citra, dengan tampilan latar dasar air.

5. Data

Data yang dihasilkan dari proses akuisisi adalah berupa video dan tekanan. Citra film diolah kembali menggunakan *software* FreeStudio untuk mendapatkan gambar. Gambar dapat langsung diolah untuk mendapatkan data pengukuran jarak material pada saat awal dan akhir *capture*.

## 6. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan setelah pembuatan dan pengujian alat, kemudian data yang diperoleh digunakan sebagai bahan pembuatan laporan. Pengambilan data dilakukan menggunakan alat seperti pada Gambar 3.4 (a) dengan contoh pengambilan data seperti yang digambarkan pada Gambar 3.4 (b), dimana alat dimasukkan ke dalam air dengan kedalaman 5 – 10 cm dari permukaan.

## 7. Analisis.

Analisis dilakukan untuk menentukan laju yang ditentukan dari hasil pengukuran material/partikel yang hanyut di sungai. Analisis dilakukan dengan menggunakan *software* yang telah dibuat untuk mendapatkan data laju material/partikel. Laju tersebut digunakan sebagai data primer (data peninjauan langsung di lapangan) yang akan digunakan untuk menentukan debit aliran.

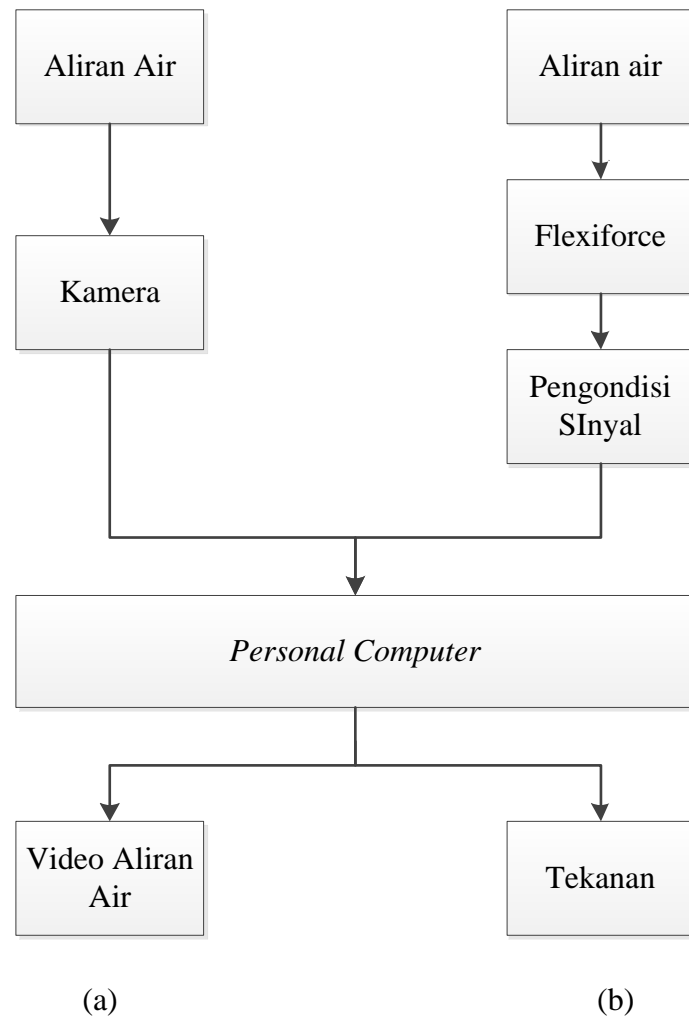
## 8. Data Hasil

Data hasil berupa data laju material sedimentasi dan tekanan air sungai.

## **E. Sistem Akuisisi Data**

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan kamera dan sensor yang sudah terhubung dengan *software*. Diagram proses akuisisi data dapat dilihat pada Gambar 3.6.





Gambar 3.6. Proses akuisisi data. (a) video dan (b) tekanan.

Proses akuisisi data yang digunakan untuk pengambilan video aliran dan tekanan aliran pada daerah aliran sungai. Kamera digunakan untuk merekam aliran air dan *flexiforce* digunakan untuk menentukan tekanan aliran. Tekanan aliran diperoleh dari hasil konversi berat ke tekanan. Konversi secara analog dilakukan menggunakan rangkaian pembagi tegangan yang berfungsi untuk mengkonversi resistansi ke tegangan. Konversi hambatan menjadi tegangan seperti terlihat pada persamaan (3-2)

$$V_1 = \frac{R_{Resistor}}{R_{flexiforce} + R_{Resistor}} V_{CC} \quad (3-1)$$

$$V_2 = \frac{z_2}{z_2+z_1} V_1 \quad (3-2)$$

dimana;

$$z_1 = 2\pi\omega L;$$

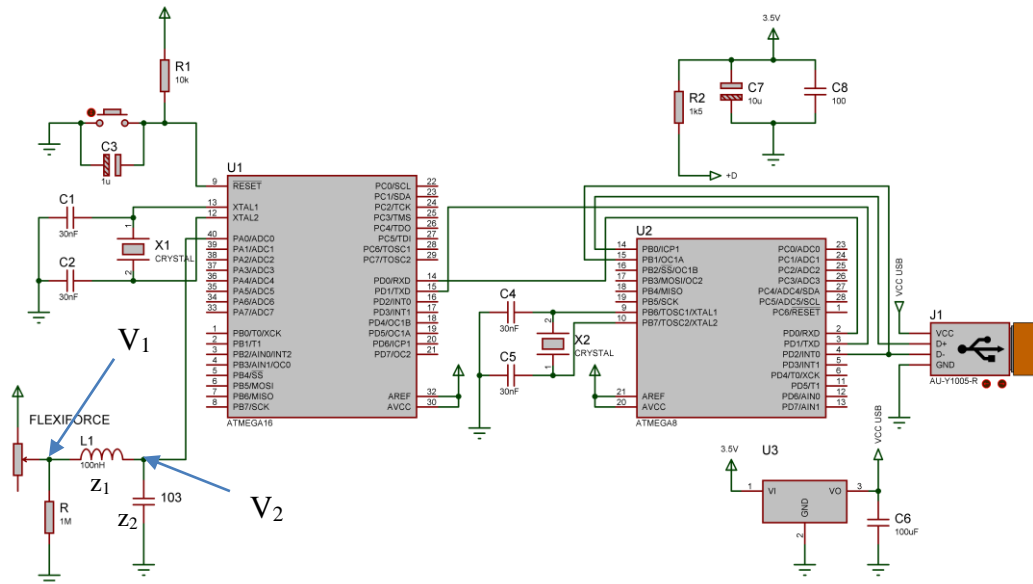
$$z_2 = \frac{1}{2\pi\omega C}.$$

Maka nilai  $V_2$  dari hasil  $z_1$  dan  $z_2$  yang sudah diketahui seperti pada persamaan (3-3),

$$V_2 = \frac{1}{1+4\pi^2\omega^2 LC} V_1 \quad (3-3)$$

Di mana hambatan yang digunakan pada rangkaian adalah  $1 \text{ M}\Omega$  dengan tegangan referensi ( $V_{cc}$ ) 5 volt,  $L$  merupakan nilai induktor yang digunakan dan  $C$  kapasitor yang digunakan dan  $\omega$  adalah frekuensi osilasi yang dihasilkan. Sinyal yang dikeluarkan oleh rangkaian pada  $V_2$  merupakan sinyal analog yang diubah dalam bentuk digital sehingga dapat diteruskan ke PC. Proses konversi data analog ke digital dilakukan menggunakan rangkaian mikrokontroler port A yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog menjadi digital, seperti terlihat pada Gambar 3.7. Tahap akhir pengkondisi sinyal adalah mengirimkan data digital hasil konversi ke USB port untuk diteruskan ke PC. PC akan menerima sinyal dalam bentuk digital dan data diolah dan dikonversi menggunakan perangkat lunak yang sudah disesuaikan dengan perangkat keras (sensor dan pengondisi sinyal) untuk mendapatkan hasil akhir berupa tekanan. Data hasil akuisisi kamera, berupa video aliran air yang ditampilkan pada perangkat lunak pendukung yang dibuat dan disesuaikan dengan kamera. Video yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mendapatkan gambar material/partikel yang terbawa oleh arus air.

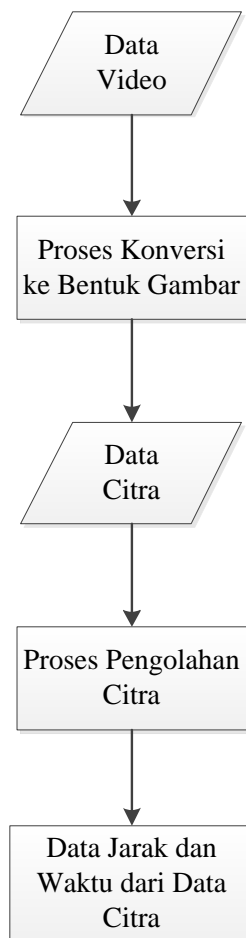
Material/partikel yang terlihat pada aliran air ini yang akan diolah gambarnya untuk mendapatkan laju material sedimen.



Gambar 3.7. Rangkaian pengondisi sinyal.

## F. Proses Pengolahan Video

Berdasarkan data video aliran yang diperoleh dengan durasi yang sesuai jumlah memori penyimpanan video (hardisk internal laptop) atau sesuai keinginan pengguna, maka video tersebut dikonversi menjadi sekumpulan gambar. Penjelasan lebih lanjut dari proses pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Proses pengolahan data

Data video yang diperoleh selanjutnya dikonversi menggunakan *software free video to jpeg converter* ke dalam bentuk gambar. Proses konversi tersebut mengacu pada kecepatan maksimal perekaman yang dilakukan oleh kamera yang digunakan, misalkan pada video tersebut tercatat perekaman selama 168 detik dengan kecepatan perekaman 30 fps (*frame per second*) maka jumlah gambar yang terbentuk kurang lebih 5062 jumlah gambar dengan masing-masing gambar mengandung informasi waktu  $1/30$  detik. Gambar yang dihasilkan dari proses konversi kemudian dipilih berdasarkan ada atau tidaknya material pada gambar tersebut, kemudian gambar tersebut diolah menggunakan perangkat lunak yang sesuai dengan perangkat kerasnya.

### G. Penentuan Laju Material Dalam Aliran

Dalam proses menentukan laju material dalam air dilakukan analisis gambar yang dihasilkan dari proses konversi. Proses konversi dilakukan untuk memilih gambar yang terdapat material/partikel sedimen. Gambar material tersebut dipilih dan dilakukan pengolah citra untuk mengetahui jarak perpindahannya. Untuk menentukan laju material/partikel tersebut dilakukan perhitungan dengan rumus dasar kecepatan seperti persamaan (3-4).

$$v = \frac{x}{t}, \quad (3-4)$$

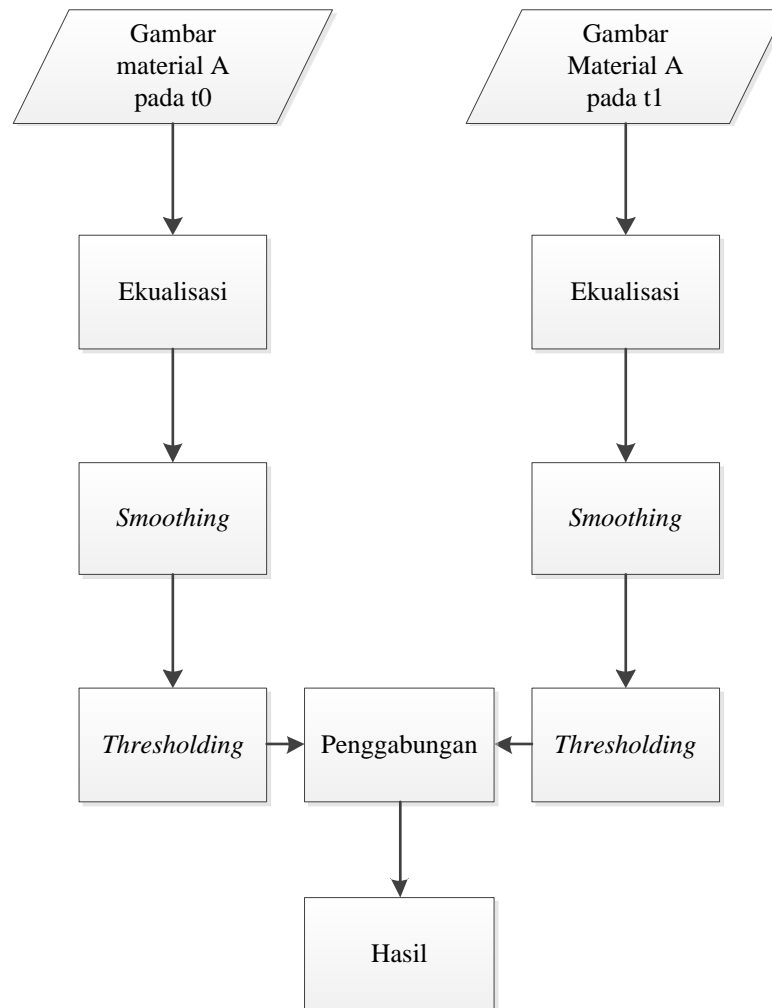
Dimana;

$v$  = laju partikel ( $\frac{\text{meter}}{\text{detik}}$ );

$x$  = jarak material A pada  $t0$  dan A pada  $t1$  (meter);

$t$  = waktu tempuh material A pada  $t0$  ke A pada  $t1$  (detik).

Berikut adalah diagram blok diagram pengolahan citra untuk menentukan laju material/partikel.



Gambar 3.9. pengolahan gambar.

Penggabungan kedua data gambar dilakukan dengan operasi logika penjumlahan.

Prinsip penggabungan dijelaskan pada persamaan matematis (3-5),

$$C(x, y) = A(x, y) \text{ OR } (\text{NOT } B(x, y)) \quad (3-5)$$

penggabungan gambar dilakukan dengan mengubah citra A pada  $t_0$  pada Gambar 3.9 gambar material A pada  $t_1$  terlebih dahulu di-Not kan, fungsi tersebut bertujuan untuk menghasilkan warna material yang berbeda setelah proses penggabungan sehingga mudah dalam proses pengukuran. Sebelum dilakukan proses penggabungan (deteksi gerak), terlebih dahulu dilakukan ekualisasi untuk

mendapatkan kontras warna gambar yang optimal. Proses ekualisasi ini dilakukan dengan persamaan matematis seperti pada persamaan (2-14) pada bab sebelumnya. Kemudian dilakukan *smoothing* agar tampilan gambar tampak lebih halus. Proses *smoothing* ini dilakukan menggunakan prinsip pemerataan operasi bertetangga, artinya pemerataan nilai citra (dalam hal ini dimisalkan sebuah titik warna citra) dengan nilai citra yang berada pada sebelahnya seperti pada Gambar 3.10.

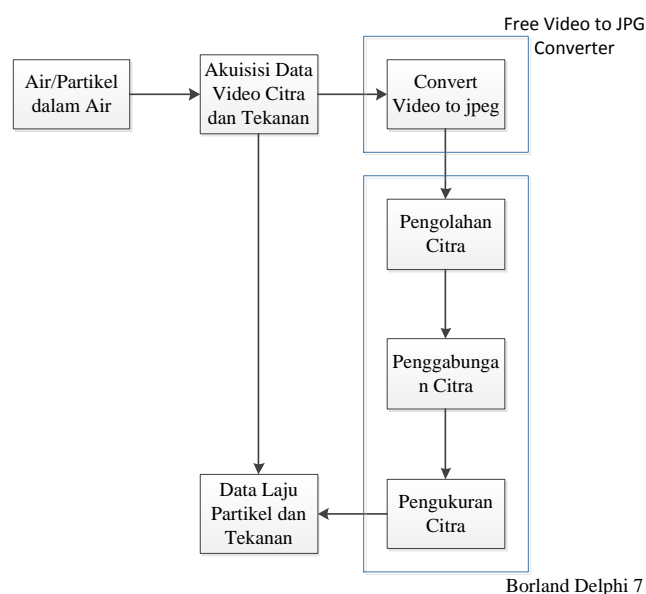
1	2	3		
4	5	6		
7	8	9	10	11
		12	13	14
		15	16	17

Gambar 3.10. Matrik *smoothing*.

Gambar 3.10 merupakan permisal sebuah matrik dari sebuah citra, dimana memiliki nilai warna sesuai dengan angka pada Gambar 3.10. Operasi bertetangga pada pengolahan citra *smoothing*, misal ingin menghaluskan citra pada nilai warna 5 maka nilai warna tersebut ditambahkan nilai tetangga yaitu  $5+1+2+3+4+6+7+8+9$  selanjutnya dibagikan dengan jumlah kolom warna yang dijumlahkan, dalam hal ini jumlah kolom yang digunakan adalah 9 setelah itu dilakukan proses *thresholding*. Sebelum proses penggabungan dilakukan proses *thresholding* untuk mengubah gambar berwarna menjadi hitam-putih agar memudahkan dalam proses pengukuran. Proses ini dapat ditinjau lebih jelas dengan persamaan (2-15).

## H. Alur Pengambilan Data Secara Keseluruhan

*Software* pendukung pada penelitian ini dibuat menggunakan *software* borland delphi 7. *Software* pendukung digunakan untuk proses akuisisi data hingga proses pengolahan data. Ada dua jenis data yang akan diakuisisi yaitu data tekanan dan video aliran. Data tekanan akan secara langsung ditampilkan dalam layar akuisisi dan data video akan disimpan dan diolah.



Gambar 3.11. Alur proses pengambilan data.

Pada proses pengolahan data seperti diagram Gambar 3.11, langkah pertama proses akuisisi data dilakukan dengan rangkaian pada Gambar 3.7 untuk sensor dan kamera secara langsung dapat dihubungkan dengan PC. Data video yang diakuisisi dengan video kemudian diteruskan untuk mengubah jenis video ke dalam citra gambar, citra gambar yang diperoleh kemudian diolah (teori pengolahan dijelaskan pada subab G pada Bab ini) untuk memperoleh citra yang mudah dianalisis. Analisis gambar dibutuhkan untuk memperoleh informasi jarak perpindahan partikel/material yang akan diamati, selanjutnya jarak digunakan



untuk menghitung kecepatan material tersebut untuk mendapatkan data kecepatan dengan cara membagi nilai jarak yang diperoleh dengan waktu yang dibutuhkan partikel untuk berpindah posisi. Langkah pertama menentukan waktu perubahan gambar dari kumpulan gambar hasil konversi dengan cara menentukan kecepatan rekaman yang dilakukan oleh kamera dengan menggunakan persamaan (3-6).

$$v_{rekam} = \frac{\text{jumlah gambar}}{\text{durasi rekaman}} \quad (3-6)$$

Persamaan (3-6) merupakan persamaan untuk mencari kecepatan dimana satuan dari kecepatan rekam ini adalah *frame per second* (fps). Untuk mendapatkan data waktu untuk setiap *frame* -nya (gambar) yaitu dengan persamaan (3-6).

$$t = \frac{1}{v_{rekam}} \quad (3-7)$$

Persamaan (3-7) merupakan persamaan untuk menentukan waktu (t), dimana persamaan ini merupakan persamaan yang menerangkan bahwa kumpulan gambar hasil konversi dari video ke gambar sesuai pada persamaan (3-7) membutuhkan waktu perubahan dari posisi satu ke posisi dua. Langkah terakhir menentukan nilai kecepatan dengan membagi jarak hasil pengukuran material yang sudah dilakukan dengan waktu perubahan gambar (Persamaan (3-7)), seperti pada persamaan (3-4).