

### III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dikerjakan sebagai studi eksperimental, yaitu dengan melakukan pengukuran langsung terhadap fenomena angkutan sedimen suspensi pada *recirculating sediment flume* di laboratorium.

Variabel-variabel yang diperlukan dalam pengukuran, diukur pada suatu tampang flume dengan jarak pengukuran 600 cm dari flume entrance. Pengukuran dilakukan pada as flume (*center line*), dengan harapan perolehan data pengukuran tersebut tidak terpengaruh oleh kedua dinding samping flume. Sehingga untuk menyelidiki pengaruh dari dinding suatu nilai *aspect ratio* (perbandingan lebar terhadap kedalaman aliran,  $b/H$ ), diambil rentang *aspect ratio* yang besar, yaitu  $2.1 < b/H < 6.9$  untuk pengukuran pada aliran seragam (Kironoto, B. A., 1992).

#### A. Deskripsi Flume dan Sirkulasi Air

Penyelidikan dilaksanakan pada suatu *recirculating flume* yang ada di Laboratorium Hidrologi & Hidraulika PAU-Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Flume yang digunakan mempunyai karakteristik-karakteristik tertentu yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan perolehan data pengukuran. Saluran direncanakan dengan spesifikasi khusus untuk mempelajari, mendemonstrasikan dan mengukur fenomena transport sedimen pada kondisi muka air bebas (*free water surface*), serta untuk mempelajari sedimen suspensi pada variasi kemiringan tertentu. Kemiringan saluran dapat diatur hingga mencapai kemiringan maksimum sebesar +5 %. Saluran/flume terbuat dari dinding *glass* dan dasar *stainless steel* licin sepanjang saluran, dasar saluran dapat dimodifikasi sedemikian rupa untuk berbagai keperluan penelitian guna memperoleh nilai kekasaran tertentu (misalnya *gravel bed*, *rough plat* dan lain-lain). Flume mempunyai dimensi dengan Panjang adalah 10.00 meter, lebar 0.60 meter dan tinggi 0.45 meter.

Prinsip dan prosedur pengoperasian flume secara ringkas dapat diuraikan berikut ini. Pada Gambar 3.2 memperlihatkan Flume yang merupakan sirkuit hidraulik yang pada pengoperasiannya menggunakan kontrol elektrik untuk seluruh komponen.

Menurut operasionalnya sirkuit hanya dibagi dalam dua jenis, yaitu sirkuit terbuka (*the open circuit*) dan sirkuit tertutup (*the closed circuit*).

Sirkuit hidraulik dalam pengoperasiannya tergantung pada pompa utama dan pompa sekunder, oleh karena itu pengoperasian dapat diklasifikasikan menjadi sebagai berikut.

Untuk **sirkuit terbuka** terdiri dari:

1. Hanya pengoperasian pompa sirkulasi utama saja
2. Hanya pengoperasian pompa sirkulasi sekunder saja
3. Pengoperasian pompa sirkulasi utama dan pompa sirkulasi sekunder secara paralel.

Untuk **sirkuit tertutup** terdiri dari:

1. Hanya pengoperasian pompa sirkulasi utama saja
2. Hanya pengoperasian pompa sirkulasi sekunder saja
3. Pengoperasian pompa sirkulasi utama dan pompa sirkulasi sekunder secara paralel.

Perbedaan utama antara sirkuit terbuka dengan sirkuit tertutup adalah terletak pada *sump tanks* (2 buah *sump tanks* yang berfungsi untuk menyiapkan air bersih). Untuk sirkuit terbuka aliran setelah jatuh dari *tail gate (weir)* ditampung oleh tangki penerima (*the overfall receiving tank*) yang berfungsi sebagai pengumpul air, aliran tersebut akan disalurkan terlebih dahulu pada *sump tanks* sebelum melalui katup-katup operasional. Sedangkan untuk sirkuit tertutup aliran setelah dari tangki penerima (*the overfall receiving tank*), aliran tidak melalui *sump tanks*, melainkan langsung melalui pipa-pipa (*pipeworks*) yang pengoperasiannya langsung diatur oleh katup-katup. Untuk penelitian ini sirkuit yang dipakai adalah sirkuit tertutup dengan sistem pengoperasian *Secondary circulation pump only*, hal ini dipilih dengan pertimbangan bahwa sirkulasi aliran yang diperlukan dalam pengukuran adalah aliran bermuatan sedimen (*sediment laden flow*), jadi aliran tidak melalui *sump tanks* yang akan mengendapkan partikel-partikel sedimen suspensi, melainkan langsung dialirkan ke pipa-pipa yang untuk selanjutnya merupakan sirkulasi aliran kontinyu.

Dalam pengoperasiannya digunakan beberapa katup (*valves*), diantaranya dua buah katup kupu-kupu yang dioperasikan secara manual (V6 dan V7) dan lima buah katup kupu-kupu yang dioperasikan secara elektrik (*Valve No.1* sampai *Valve no.5*). Katup-katup ini akan menentukan apakah operasional sirkulasi hidraulik tersebut secara

individual (*main circulation* atau *secondary circulation* saja) atau operasional secara paralel (*main circulation* dan *secondary circulation*). Sirkulasi aliran diatur oleh dua buah pompa yang mempunyai kapasitas berbeda, yaitu pompa sirkulasi utama yang mempunyai kapasitas 119 liter/s dengan head 8.90 meter serta putaran 1450 rpm. Sedangkan pompa sirkulasi sekunder mempunyai kapasitas 50 liter/s dengan head 10 meter pada putaran 1450 rpm. Kedua pompa ini berfungsi untuk running aliran secara kontinyu, dengan aliran yang bermuatan sedimen mengandung sampai  $\pm 2\%$  berat material padat, dengan ukuran partikel maksimum 3 mm.

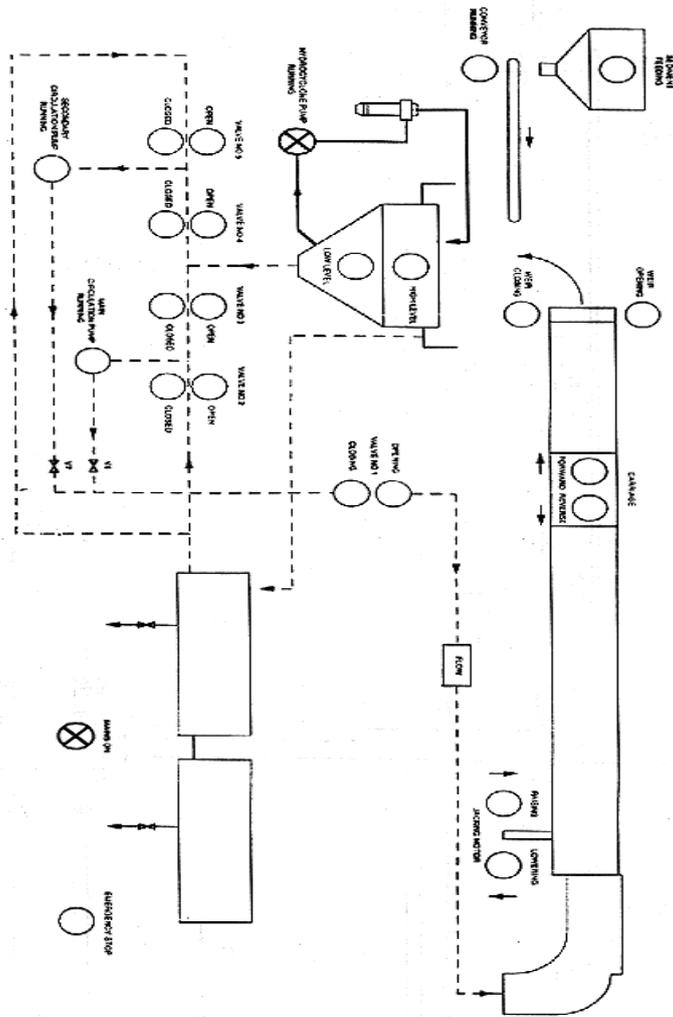
Prosedur pengoperasian untuk sistem sirkuit tertutup, dengan mengasumsikan semua katup dalam posisi tertutup, yaitu :

1. buka katup (*valve* No.4) dan tutup *valve* No. 2 secara berurutan,
2. start sirkulasi pompa sekunder,
3. buka *valve* No. 1 pada posisi sedemikian rupa untuk mencapai kondisi aliran yang diinginkan,
4. tutup *tail gate (level control weir)* untuk mencapai kedalaman aliran yang diinginkan.

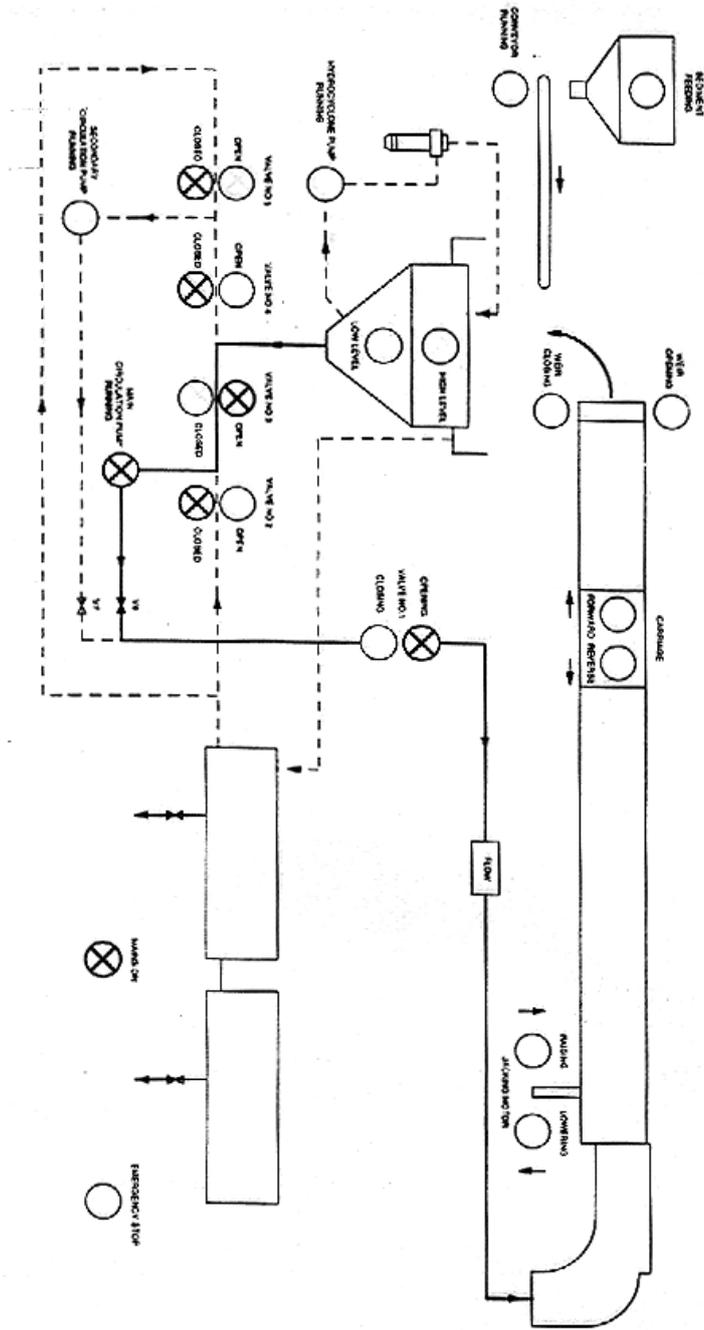
Untuk mengatur kemiringan saluran dapat diatur dengan menggunakan sistem *jacking*, pengaturan *slope* hanya dilakukan untuk *slope* positif pada saluran dengan kemiringan maksimum 5%, indikator kemiringan dikontrol dengan sebuah switch batas yang dipasang pada tiang *jacking*.

Pada saat sirkulasi aliran bermuatan sedimen sedang beroperasi, maka partikel-partikel sedimen tersebut tidak diijinkan untuk mengendap pada suatu tempat, misalnya partikel sedimen dapat mengendap pada dasar tank pengumpul (*the collecting tank*), sebab hal ini akan mengakibatkan terjadinya pengurangan konsentrasi sedimen suspensi pada suatu titik saat pengukuran, sehingga mengakibatkan perolehan data pada tempat tersebut tidak konstan. Untuk menghindari kejadian tersebut, maka partikel-partikel sedimen suspensi harus senantiasa dalam kondisi terurai. Hal ini dapat dicapai dengan cara *extraction* pada *Hydrocyclone*, yaitu dengan mengaktifkan pompa *hydrocyclone*, sehingga media suspensi dipompa kedalam *hydrocyclone* dan terangkat dari dasar tank dan seterusnya dapat dialirkan melalui pipa-pipa hingga kembali ke saluran. Kapasitas pompa *hydrocyclone* ini adalah 7.5 liter/s pada head 10.5 meter dan

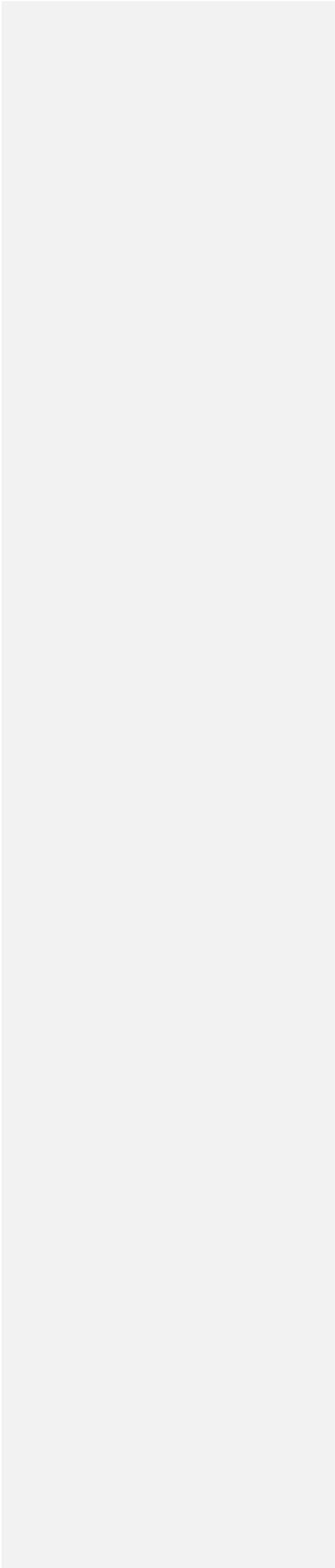
putarannya 1450 rpm. Sirkulasi dengan *hydrocyclone* pump seperti diperlihatkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Sirkuit dengan *hydrocyclone*.



Gambar 3.2 Sirkuit flume.



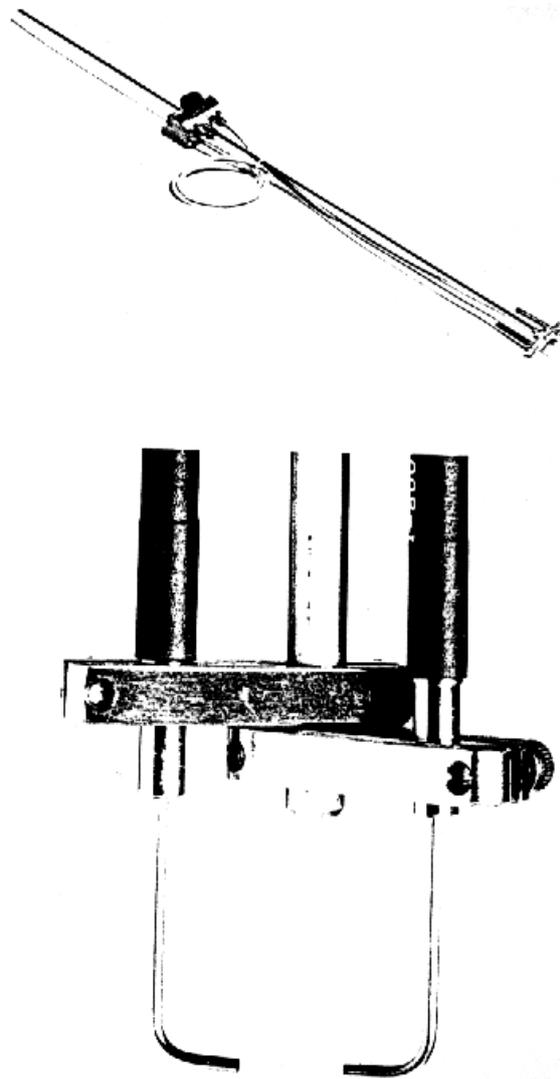
## B. Alat-alat Pengukuran

Ada beberapa variabel penting yang harus diukur dalam melaksanakan penelitian pada flume ini, diantaranya dapat dikategorikan kedalam tiga kelompok penting, yaitu pengukuran konsentrasi sedimen suspensi, pengukuran kecepatan rata-rata pada suatu titik dan pengukuran-pengukuran variabel lain (seperti kekasaran dasar, kedalaman aliran dan kemiringan dasar saluran).

Pengukuran konsentrasi sedimen suspensi dimaksudkan untuk memperoleh data-data konsentrasi sedimen suspensi pada suatu lokasi tampang saluran, pengukuran dilakukan tiap interval tertentu pada arah vertikal sepanjang kedalaman aliran pada tampang tersebut. Peralatan yang dipakai untuk mengukur konsentrasi sedimen suspensi ini, dengan menggunakan instrumen pengukuran optik tipe *Foslim*, instrumen ini mengukur partikel-partikel lanau (*silt*) dalam suspensi dan merupakan suatu alat yang dicelupkan pada aliran yang akan diukur karakteristiknya. Metoda pengukuran ini didasarkan pada prinsip penipisan intensitas sinar (*light attenuation*), yang diakibatkan oleh terserapnya cahaya dan penyebaran partikel-partikel lanau. Penipisan intensitas ini adalah merupakan suatu fungsi konsentrasi lanau. *Foslim-probe* mempunyai rentang kapasitas pengukuran konsentrasi antara 0-50 gr/liter (untuk jenis lempung), probe ini dihubungkan dengan suatu *Signal Processor* dengan kapasitas output 0-10 VDC serta dihubungkan dengan power supply 24 VDC, 6 VA (via tegangan 220 VAC). *Signal Processor* mempunyai respon frekuensi 1Hz (-3dB) dengan tingkat ketelitian atau *zero stability* 0.4 %/24 jam. Gambar 3.3 dan 3.4 memperlihatkan *Signal Processor* dan *Foslim-probe* yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3.3 *Signal Processor* untuk Oslim dan Foslim.



Gambar 3.4 Foslim-probe (*immersible*).

Prinsip operasional Foslim-probe : probe terdiri dari sepasang logam adapter (berisi serat fiber optik) berfungsi sebagai penangkap sensor, yang merupakan infrared LED dan dilengkapi dengan suatu photo diode pada tiap ujung fibernya. Dengan menggunakan suatu penyetel (*span*) yang ada pada *Signal Processor*, maka rentang pengukuran dapat diambil bervariasi. Untuk keadaan aliran air bersih (tanpa partikel

sedimen) sinyal yang diterima oleh fiber optik dalam keadaan penuh, sehingga akan menghasilkan output berupa analog voltage sebesar 0.0 volt, sebaliknya bila terdapat partikel-partikel sedimen pada aliran, maka akan terjadi penipisan sinyal yang diterima oleh fiber optik (karena sinyal tersebut terhalang oleh partikel-partikel sedimen), selanjutnya akan ditransfer kedalam suatu nilai yang berupa analog voltage dengan besaran tertentu (lebih besar dari 0.0 volt), untuk selanjutnya pembacaan data berupa analog voltage (output data) ini dapat dilakukan dengan menggunakan volt meter, osciloscop, Data Acquisition system (DAQ) dan lainnya. Pada penelitian ini pembacaan dan perolehan data akan dilakukan dengan DAQ system.

Pengukuran profil kecepatan tampang arah vertikal pada aliran seragam dilakukan dengan menggunakan *Programmable Electro Magnetic Liquid Velocity Meter (P-EMS)*. Data kecepatan yang diukur adalah kecepatan titik pada tampang arah vertikal. P-EMS mengandung tiga unit instrumen dasar, yaitu :

1. Probe yang *built-in* dengan *pre-amplifier*, probe ini terdiri dari tiga tipe yaitu E-30, E-40 dan S. Probe yang dipakai dalam penelitian ini adalah tipe E-30 (E-type diameter 30 mm), pada ujungnya terdapat sensor electromagnetic (lima buah platinum elektroda *bi-directional*) berbentuk bulat dengan tampang elipsoidal (11 x 33 mm) yang dibuat secara khusus untuk mengukur profil kecepatan dengan karakteristik arah aliran utama satu arah, pada medium cairan bersih dan kotor termasuk *slurries* dengan *conductivity* minimum 0.2 mS/cm pada temperatur maksimum 50 °C. Kemampuan probe mengukur kecepatan aliran antara 0 sampai +/-2.5 m/s, dengan ketidakteelitian (*inaccuracy*)  $\pm 0.01 \text{ m/s} \pm 1 \%$  dari nilai yang diukur, dan jarak ukur dari dasar atau dinding adalah 1 cm. Kestabilan selama pengukuran atau *Zero-Stability* adalah 0.01 m/s/24 jam, serta pengaruh suhu (pada *zero-point*) adalah 0.001 m/s/°C untuk media dan 0.0003 m/s/°C untuk lingkungan. Ilustrasi probe ini diperlihatkan pada Gambar 3.5.
2. *Control unit* dalam UCC (*Universal Carrying Case*), variasi menu fungsi untuk mengoperasikan pengukuran kecepatan dikontrol dalam program-program yang siap untuk dieksekusi sesuai dengan kebutuhan pengukuran (*programmable*), program ini dapat dilihat pada LCD-display panel depan yang dilengkapi dengan tiga 'keys' untuk setting nilai-nilai yang dipilih dari menu. P-EMS mengukur

komponen kecepatan secara kontinyu, proses sinyal yang diperoleh atau output adalah berupa analog voltage dengan range maksimum 10 volt untuk range kecepatan yang dipilih (1 atau 2.5 m/s), data ini dapat diperoleh dengan cara menghubungkan output voltage dengan DAQ-board yang telah diinstall dengan Labview pada komputer (output pada UCC sebagai input pada DAQ system). Untuk mengkonversikan output sinyal analog voltage menjadi kecepatan perlu adanya formula kalibrasi. Ilustrasi UCC seperti pada Gambar 3.6.

3. *Conection cable*, menghubungkan probe dengan UCC dan UCC dengan *main supply* yang ada (AC 220 V) serta UCC dengan komputer, kabel dilengkapi dengan socket yang sesuai untuk probe dan UCC.

Pengukuran variabel lainnya seperti kekasaran dasar ( $k_s$ ), dilakukan dengan memperhatikan material kekasaran dasar yang digunakan (*bed material*), sebagaimana yang dikemukakan dalam konsep kekasaran permukaan *equivalent sand roughness* dari Nikuradse, yang menghubungkan nilai  $k_s$  dengan ukuran partikel. Dalam penelitian ini material dasar yang digunakan adalah pasir, dengan melakukan analisa butiran (*grain size*) akan diperoleh nilai-nilai parameter partikel yang dapat dinyatakan dengan diameter partikel, misalnya  $D_{50}$ ,  $D_{60}$ ,  $D_{84}$  dan  $D_{90}$ . Untuk kasus ini kekasaran dasar  $k_s$  dapat didekati dengan besaran parameter tersebut, seperti yang dikemukakan oleh van Rijn (1985) bahwa nilai  $k_s = 3D_{90}$ , demikian juga seperti yang dilaporkan Kamphuis  $k_s = 2.5D_{90}$ ; Hey  $k_s = 3.5D_{84}$ ; dan Mahmood  $k_s = 5.1D_{84}$ .

Untuk mengukur kedalaman aliran dilakukan dengan mengukur langsung kedalaman aliran yang diamati di flume menggunakan point meter, diukur setelah kondisi aliran *uniform*, untuk mencapai kondisi aliran *uniform* ditempuh prosedur berikut; pertama dasar saluran ditetapkan pada posisi kemiringan tertentu dengan mengatur *jacking*, kemudian aliran dialirkan dengan mengatur *valv*/katup pompa sampai besarnya debit tertentu tercapai, *tail gate* diatur (tutup-buka) sedemikian rupa sehingga aliran melimpah di atasnya dan jatuh pada *tail box*, kedalaman aliran diukur pada beberapa tempat hingga menunjukkan kedalaman yang sama dan tidak berubah untuk kurun waktu tertentu, bila maksud ini belum tercapai dicoba terus dengan mengatur *tail gate*. Sedangkan untuk mengetahui kemiringan dasar saluran/flume dapat diperoleh

dengan mengatur sistem *jacking*, dapat dibaca dengan melihat skala vertikal yang terjadi dibagi dengan panjang saluran.

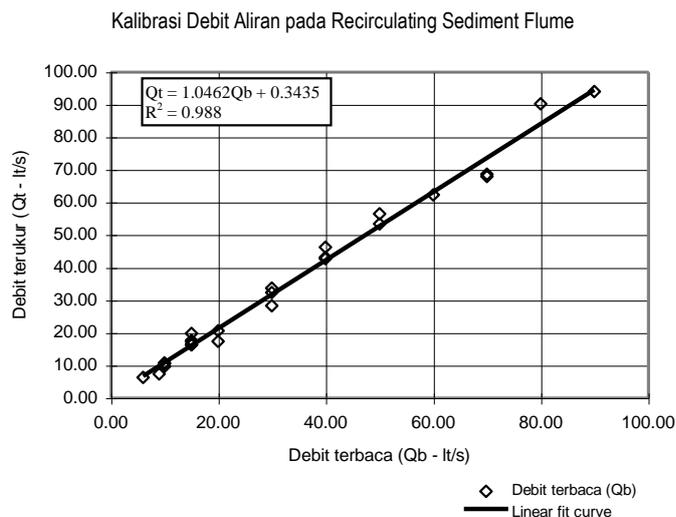
Gambar 3.5 P-EMS probe type E (sisi kiri dan kanan) dan S (tengah).

Gambar 3.6 Unit kontrol P-EMS dalam UCC.

### C. Kurva Kalibrasi

#### 1. Kalibrasi Recirculating Flume

Besarnya debit yang mengalir pada flume dapat dibaca pada panel indikator, namun besaran yang terbaca ini perlu ada penyesuaian mengingat kualitas dan kinerja pompa yang ada kemungkinan sudah mengalami perubahan, oleh karena itu dalam hal ini perlu adanya kalibrasi. Kalibrasi dilakukan dengan mengukur kecepatan aliran yang masuk pada flume seraya besarnya debit yang terbaca dicatat untuk satu seri aliran tertentu, dilakukan untuk beberapa seri aliran sehingga diperoleh data untuk dihubungkan antara debit yang terbaca pada panel indikator dengan debit yang terukur, kemudian diplotkan dan diperoleh formula kalibrasi seperti terlihat pada Gambar 3.7 di bawah ini.



Gambar 3.7 Kalibrasi debit aliran.

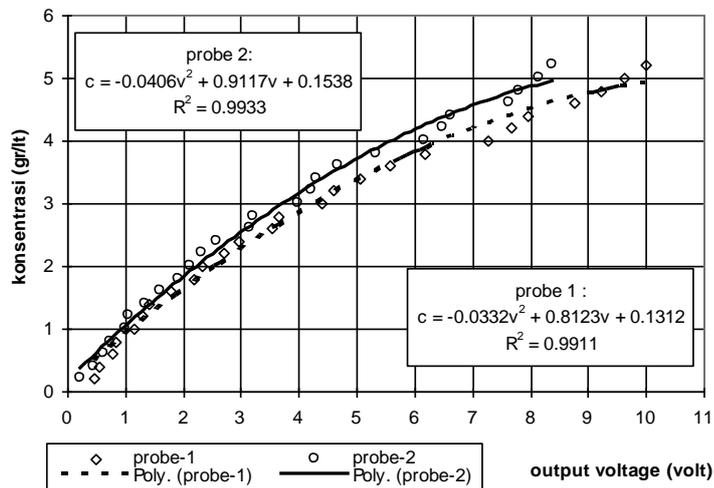
Untuk mengetahui tingkat kepercayaan formula kalibrasi ini dilakukan uji kesamaan varians antara debit terbaca dengan debit terukur, dari sejumlah sampel  $n=25$  buah diperoleh variansi untuk debit terbaca,  $s_{Q_b}^2 = 604.9167$  dan variansi untuk debit terukur  $s_{Q_t}^2 = 669.8145$  sehingga diperoleh nilai  $F_{hitung} = 1.107$ . Berdasarkan taraf nyata 0.05 dan derajat kebebasan dk untuk pembilang = dk penyebut = 24 maka dari tabel

distribusi F diperoleh nilai  $F_{0,05(24,24)} = 1.98$ , jadi  $F < F_{0,05(24,24)}$  yang memberikan implikasi bahwa formula kalibrasi debit terukur dapat diterima dengan keyakinan 95%.

## 2. Foslim-probe

Foslim-probe sebelum dipakai pengukuran harus terlebih dahulu dikalibrasi untuk memperoleh formula yang dapat mengkonversikan dari analog voltage yang dikeluarkan oleh sensor hingga menjadi nilai konsentrasi yang sepadan dengan kondisi sebenarnya, mengingat bahwa pengukuran konsentrasi hanya mengandalkan kepada hubungan antara konsentrasi dengan penipisan sinar untuk tipe sedimen tertentu. Adanya tipe-tipe sedimen yang berbeda tergantung kepada perbedaan distribusi ukuran partikel, perbedaan ukuran rata-rata partikel (*mean grain size*), perbedaan warna sedimen dan lainnya, yang akan memberikan kurva kalibrasi yang berbeda untuk tiap tipenya, sehingga jika terjadi perubahan material yang digunakan mengharapkan adanya kurva kalibrasi yang baru. Kalibrasi dilakukan dengan mengetahui hubungan antara analog voltage (V-sebagai output dari *Signal Processor*) dengan suatu nilai konsentrasi sedimen suspensi yang telah ditentukan (C).

Comment [BILA1]:



Gambar 3.8 Kurva kalibrasi foslim-probe.

Untuk suatu kadar konsentrasi yang rendah, hubungan antara output voltage dengan konsentrasi akan menunjukkan kurva yang agak linier, sedangkan untuk konsentrasi yang lebih tinggi akan ada pengaruh kejenuhan (*saturation effect*), sehingga kurva cenderung agak melengkung. Hasil kurva kalibrasi pada Gambar 3.8.

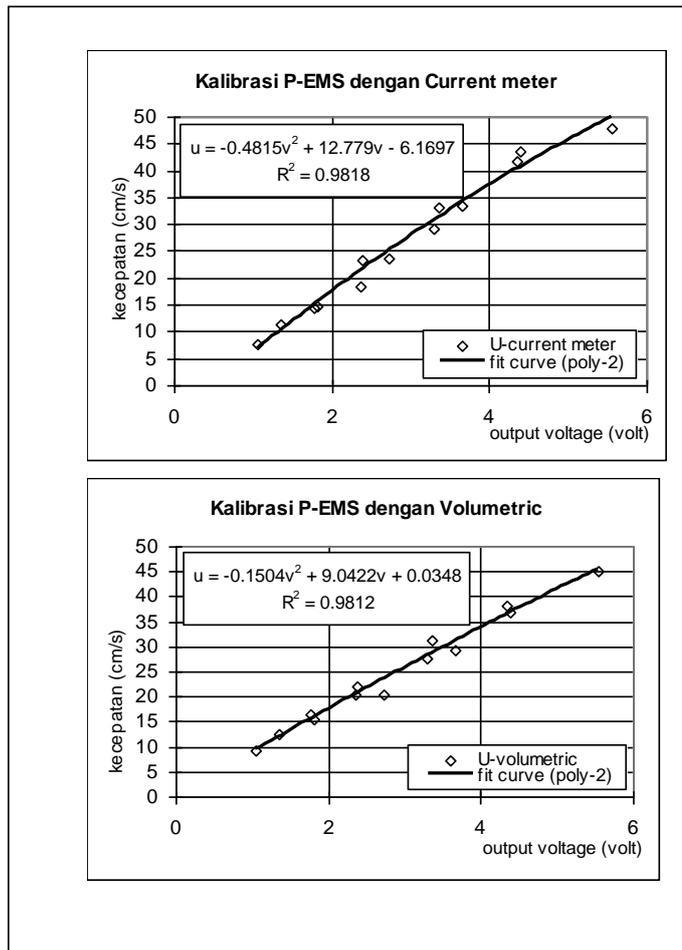
Untuk mengetahui sensitifitas formulasi yang digunakan, dilakukan uji kesamaan varians antara konsentrasi terukur pada proses kalibrasi alat dengan konsentrasi hasil formulasi, dari  $n = 26$  buah sampel diperoleh nilai varians untuk konsentrasi terukur  $s_{ct}^2 = 2.34$  dan nilai varians untuk konsentrasi formulasi  $s_{cf}^2 = 2.321$  sehingga  $F_{hitung} = 1.008$ , dengan derajat kebebasan dk pembilang = dk penyebut = 25 dan taraf nyata 0.05, dari tabel distribusi F diperoleh  $F_{0.05(25,25)} = 1.953$  dan ternyata  $F_{hitung} < F_{0.05(25,25)}$ , artinya bahwa formula konversi dari analog voltage menjadi konsentrasi dapat dipakai dengan keyakinan 95%.

### 3. P-EMS

Untuk memperoleh formula konversi kecepatan aliran dari *Programmable Electro Magnetic Liquid Velocity Meter* (P-EMS) dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan Metoda Volumetric dan Current Meter. Pengukuran dengan P-EMS dilakukan pada posisi kecepatan rata-rata, yaitu pada posisi 0.4 H dari dasar bersamaan dengan posisi current meter. Metode volumetric dilakukan pada ujung saluran dengan menampung air menggunakan drum berkapasitas 227.898 liter dan waktu pengisian hingga drum tersebut penuh terisi air dicatat.

Pengukuran kecepatan dengan kedua metode ini dilakukan dalam suatu seri aliran yang bersamaan untuk tiap-tiap running yang berbeda, selama pengukuran suhu menunjukkan pada  $28^{\circ}$  C. Dengan diperolehnya formula kalibrasi, maka konversi dari output voltage dalam satuan volt menjadi kecepatan aliran dapat dihitung (dipakai hasil kalibrasi volumetric). Formula kalibrasi tersebut hasilnya seperti terlihat pada Gambar 3.9. Untuk mengetahui sensitifitas formulasi yang digunakan, dilakukan uji kesamaan dua varians antara data kecepatan hasil volumetric dan data kecepatan hasil formulasi persamaan konversi, dari  $n = 13$  buah sampel diperoleh nilai varians untuk kecepatan volumetric  $s_{UV}^2 = 117.3086$  dan nilai varians untuk kecepatan formulasi  $s_{Ur}^2 =$

115.1053 sehingga diperoleh  $F_{hitung} = 1.019$ , dengan derajat kebebasan  $dk$  pembilang =  $dk$  penyebut = 12 dan taraf nyata 0.05, dari tabel distribusi F diperoleh  $F_{0.05(12,12)} = 2.69$  dan ternyata  $F_{hitung} < F_{0.05(12,12)}$ , artinya bahwa formula konversi dari analog voltage menjadi kecepatan yakin dapat digunakan dengan tingkat kepercayaan 95%.



Gambar 3.9 Kurva kalibrasi P-EMS.

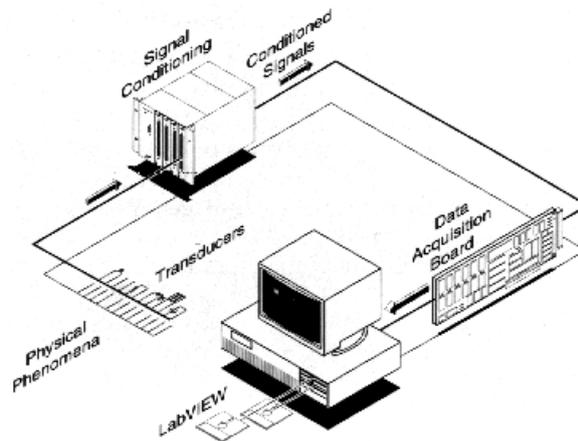
#### D. Data Acquisition

*Data acquisition* atau DAQ adalah suatu proses penyederhanaan untuk mengukur suatu signal nyata yang ada di muka bumi ini, seperti suatu voltage, yang membawa informasi kedalam komputer untuk diproses, dianalisis, disimpan atau bentuk-bentuk manipulasi data lainnya. Pada Gambar 3.10 memperlihatkan ilustrasi komponen-komponen DAQ sistem yang penting. Dari fenomena fisik yang ada, signal akan diukur, seperti kecepatan, temperatur, kelembaban, tekanan, kecepatan aliran, pH, radioactivity, intensitas cahaya dan sebagainya (Wells, L.K., and Travis, J., 1997). *Transducers* yaitu suatu gambaran untuk suatu 'sensor', yang akan mengevaluasi fenomena fisik dan menghasilkan signal elektrik yang sesuai. Tipe *transducer* dalam penelitian ini adalah *Signal Processor*, yang akan mengkonversi penipisan sinar (*light attenuation*) kedalam analog voltage, yang selanjutnya analog voltage ini akan dikonversikan lagi kedalam digital (A/D, *analog-to-digital*). Dalam kasus ini, signal elektrik yang dihasilkan oleh *transducer* langsung dihubungkan dengan monitor yang akan menggambarkan kejadiannya.

Dalam hal ini LabVIEW dapat memerintahkan DAQ *boards* untuk membaca signal analog input (A/D *conversion*), membangkitkan signal analog output (D/A *conversion*), membaca dan menulis signal digital, dan memanipulasi *counter-board* untuk pengukuran frekuensi, pembangkitan pulsa dan sebagainya. Dalam kasus analog input, data voltage dari sensor masuk kedalam steker DAQ *board* dalam komputer, dengan mengirimkan data kedalam memori komputer maka data tersebut dapat disimpan, diproses atau bentuk manipulasi lainnya.

Modul *signal conditioning* adalah untuk mengkondisikan signal elektrik yang dibangkitkan oleh *transducer*, sehingga signal tersebut berada dalam bentuk yang dapat diterima oleh DAQ *board*. Modul ini dapat mengerjakan beberapa tipe perbedaan kondisi seperti; *amplification, linearization, filtering, isolation dan sebagainya*.

Untuk memperoleh data dalam penelitian ini digunakan pendekatan *virtual instrumentation* dan diperlukan suatu DAQ *board* (dipakai seri Lab-PC-1200/AI), sebuah komputer yang telah diinstallkan program LabVIEW dan *driver software* DAQ serta beberapa metode penyambungan dari *signal transducer* ke *board*, misalnya *connector block* (dengan 50-pin *screw terminals*), *breadboard*, atau kabel.



Gambar 3.10 DAQ system.

Ilustrasi program dengan **Bahasa “G”** (*Graphical language*) pada LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*) dapat dilihat pada Lampiran A1 sampai dengan lampiran A6. Pada prinsipnya program *virtual instrument* (VI, baca: “*vee eye*”) terdiri dari tiga bagian pokok, yaitu bagian *front panel*, *block diagram* dan *icon & connector*. *Front panel* merupakan bagian yang interaktif dengan pemakai yang dapat berupa *knoobs*, *push button*, *graphs* dan alat kontrol lainnya (sebagai input bagi pemakai) serta indikator (berupa output program). *Block diagram* merupakan sumber kode VI’s yang disusun dengan bahasa program **G** dalam LabVIEW. *Icon & connector* merupakan fasilitas untuk menyiapkan agar sebuah VI dapat digunakan sebagai *subVI* pada program lain dan dilengkapi dengan *connector* sehingga siap disambungkan dengan program lain. *Front panel* dan *block diagram* masing-masing tampil pada layar yang berbeda, program dibuat pada panel *block diagram*, kebutuhan-kebutuhan untuk mengambil data dipersiapkan pada bagian ini, sedangkan eksekusi program dan pembacaan data secara interaktif ditampilkan pada grafik display (*voltage graph*) pada *front panel* yang selanjutnya disimpan pada file dalam bentuk *array data* yang siap untuk diolah.

Mekanisme pengambilan data pada *block diagram* (Lampiran A2) disusun secara sederhana, yaitu dengan menghubungkan objek-objek (VI) yang mempunyai fungsi khusus mulai dari proses menyiapkan file oleh *VI file dialog*, proses pembacaan

data oleh *AI acquire waveform.VI*, menulis dan menyimpan data dalam bentuk array data oleh *spreadsheet file.VI* yang dilengkapi dengan informasi directory yang dipakai untuk menyimpan data oleh *file/directory info.VI*, kemudian terakhir dilengkapi dengan *general error handler.VI* yang berguna untuk memberikan informasi bila terjadi kesalahan yang terdiri dari sumber, kode out dan pesan kesalahan. Pada *AI acquire waveform.VI* dilengkapi dengan *control device*, yaitu jenis kode alat yang digunakan pada *DAQ board configuration utility*, parameter ini mengatakan pada LabVIEW tipe board mana yang akan dipakai, *channels* yaitu merupakan sumber data secara pisik jumlah channel (*multi channel*) yang berisi daftar input channel untuk dibaca, jumlah data yang diambil per channel, kecepatan pembacaan (maksimum 1000 scan/sec) serta control *high limit* (10 volt) dan *low limit* (0.0 volt) untuk input *analog voltage*. Data tersebut sebelum disimpan pada file terlebih dahulu ditampilkan pada *voltage graph* untuk semua daftar channel yang dipesan.