

Pertandingan Cabaran Inovasi 2012  
JPS Malaysia

# FloW-SAM

KUMPULAN RATING@BSAH

Bahagian  
Pengurusan Sumber Air dan Hidrologi

---

## AHLI KUMPULAN

### KETUA

Ir. Mohd. Zaharifudin Bin Muhamad Ali

### AHLI

Mohd Khardzir Bin Hj Husain

Muhammad Al-Muzammil Bin Chu Ahmad

Siti Salwa Binti Ramli

Mohd. Khairil Annuar Bin Mohd. Isa

Isyamuddin Bin Ahmad

Mohd Syhrizan Bin Mat Ghani

Zulraimie Bin Abdul Jabal

Nasarudin Bin Nazir

# ❖ ISI KANDUNGAN

## PENDAHULUAN

|                         |   |
|-------------------------|---|
| LATAR BELAKANG BAHAGIAN | 3 |
| PERANAN BAHAGIAN        | 3 |

## PROJEK INOVASI

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 1. PENGENALAN                | 5  |
| 2. TUJUAN                    | 11 |
| 3. IMPLIKASI KEWANGAN        | 11 |
| 4. PROSES KRONOLOGI          | 14 |
| 5. IMPAK INOVASI             |    |
| 5.1 Output                   | 14 |
| 5.2 Replicability            | 15 |
| 5.3 Penjimatan Masa          | 16 |
| 5.4 Peningkatan Produktiviti | 17 |
| 5.5 Penjanaan Pendapatan     | 17 |
| 5.6 Mesra Pelanggan          | 17 |
| 6. PENUTUP                   | 18 |

## GAMBAR LAMPIRAN

# PENDAHULUAN

## LATAR BELAKANG BAHAGIAN

Sejarah penubuhan Bahagian Pengurusan Sumber Air dan Hidrologi (BSAH) bermula dengan Cawangan Hidrologi pada tahun 1972, selepas kejadian banjir besar pada tahun 1971. Berikutan pertambahan skop dan bidang kerja, Cawangan Hidrologi bertukar kepada Bahagian Hidrologi pada tahun 1995 dan seterusnya kepada Bahagian Hidrologi dan Sumber Air (BHSA) pada tahun 2005 selepas pelaksanaan penyusunan semula jabatan. Terkini, bermula tahun 2009 bahagian ini telah bertukar nama kepada Bahagian Pengurusan Sumber Air dan Hidrologi (BSAH) selaras dengan agenda pembangunan sumber air negara.

## PERANAN BAHAGIAN

Objektif dan fungsi bahagian ini adalah:

- i. **Objektif**
  - a. Mengutip dan memproses data-data hidrologi untuk memenuhi keperluan-keperluan pembangunan dan pengurusan sumber-sumber air pada masa ini dan juga pada masa-masa akan datang.
  - b. Memastikan penilaian asas sumber air supaya maklumat hidrologi yang diberi adalah mencukupi untuk melaksanakan rancangan-rancangan pembangunan dan pengurusan sumber air.
  - c. Memberi perkhidmatan hidrologi (banjir dan kemarau) di lembangan-lembangan sungai yang besar di seluruh Malaysia.

## ii. Fungsi

Pada dasarnya, tanggungjawab utama BSAH adalah untuk melaksanakan aktiviti-aktiviti berikut :

- a. Pembangunan, operasi dan selenggara rangkaian stesen hidrologi
- b. Mengumpul, memproses, menyimpan dan menyebarkan data dan maklumat hidrologi
- c. Ramalan dan amaran banjir
- d. Memberi nasihat teknikal dan rekabentuk hidrologi
- e. Penilaian sumber air dan pengawasan kemarau

BSAH juga bertanggungjawab untuk membantu dan menyokong jabatan dalam melaksanakan dan menjayakan fungsi-fungsi utamanya ke arah negara bebas banjir melalui program kejuruteraan pantai, pengurusan dan pemuliharaan sungai, kejuruteraan saliran mesra alam dan pengurusan banjir melalui fungsi seksyen berikut:

- Seksyen Pengurusan Stesen Hidrologi dan Maklumat
- Seksyen Peralatan Hidrologi
- Seksyen Ramalan Banjir
- Seksyen Sumber Air

## PROJEK INOVASI

### 1. PENGENALAN

Jurutera dan perancang sumber air sering menghadapi masalah di dalam penentuan magnitud rekabentuk kadaralir banjir. Lazimnya, kadaralir sungai disukat melalui kerja-kerja sukat luahan sungai di stesen sukat luah yang telah ditetapkan di dalam Rangkaian Hidrologi Nasional.

Terdapat banyak kaedah yang digunakan oleh BSAH bagi tujuan menyukat sukat luahan sungai. Di antaranya adalah mengharung, rentangan kabel, bot dan sebagainya. Walau apa pun kaedah yang digunakan, matlamat kaedah ini adalah untuk menyukat halaju purata di dalam keratan rentas sungai pada aras air tertentu di dalam sungai supaya kadaralir sungai dapat dikira menggunakan persamaan keselantaran,

$$Q = AV$$

di mana

Q      kadaralir

A      keratan rentas purata sungai

V      halaju purata yang disukat

Di dalam tempoh satu tahun, beberapa kerja sukat luahan sungai di buat (lazimnya 12 kali setahun yang merangkumi pelbagai aras air sungai) dan data tersebut disimpan untuk tujuan pembinaan *Rating Curve* untuk satu-satu

stesen hidrologi sukat luahan. *Rating Curve* ini merupakan satu diagram yang menerangkan hubungan di antara Aras Air dan kadaralir sungai bagi satu-satu masa tertentu.

Dengan menggunakan *Rating Curve* ini, kadaralir sungai akan dianggarkan menggunakan nilai aras air semasa yang dicerap oleh stesen hidrologi. Ini kerana stesen hidrologi hanya mencerap maklumat aras air bagi suatu sela masa tertentu secara automatik. Ini bermakna semua data aras air akan di saling-tukar kepada nilai kadaralir sungai. Kaedah ini merupakan kaedah yang paling mudah untuk mendapatkan data kadaralir dan data ini merupakan data yang telah lepas dan tidak secara *real-time*.

Ketepatan nilai kadaralir yang dikira menggunakan kaedah ini bergantung sepenuhnya kepada ketepatan *Rating Curve*. Ketepatan hubungan aras air dan kadaralir yang dibangunkan di dalam *Rating Curve* ini ditentukan oleh ketepatan data kerja sukat luahan sungai. **Isunya di sini adalah data sukat luahan yang dicerap sepanjang tahun tidak dibuat pada aras air yang pelbagai di dalam sungai. Maka hubungan di antara aras air dan kadaralir juga tidak tepat.**

Untuk mendapatkan nilai kadaralir yang berkualiti, peralatan moden dan canggih boleh digunakan. Namun, kos awalan dan penyelenggaraan yang terlalu mahal, tidak memungkinkan BSAH melaksanakannya ditambahan pula

peruntukan pembangunan yang sedikit dan sukar diperolehi turut menjadi penghalang.

## 1.1 Masalah Sedia Ada

- i. Kesukaran menentukan kadaralir pada waktu puncak.
- ii. *Rating Curve* yang dijana pada kadaralir tinggi tidak tepat
- iii. *Hazard* yang tinggi kepada pengutip data kerana fizikal sungai yang dalam dan arus yang deras
- iv. Aduan Pelanggan Unit Pengurusan Maklumat berkaitan kualiti data sukat luah
- v. Bilangan dan kualiti kerja sukat luah yang rendah untuk pembangunan *Rating Curve*
- vi. *Rating Curve* yang dibangunkan tidak menerangkan hubungan yang betul antara aras air dan kadaralir
- vii. Ketiadaan data segera untuk semakan kadaralir sungai

## 1.2 Penyelesaian Kaedah FloW-SAM

Ikhtiar atau inovasi menggunakan kaedah konvensional dan murah dilihat mempunyai potensi untuk diaplikasikan bagi menambahbaik perkhidmatan BSAH mengumpul, memproses, menyimpan dan menyebarkan data serta maklumat hidrologi. Kaedah yang dinamakan Flo-SAM yang menggunakan konsep hidraulik sungai dipilih untuk *menginovasikan* proses pencerapan sukat luah sungai secara *near real-time* dan pembangunan *Rating Curve* yang baik.

Secara ringkas penyelesaian ini boleh digambarkan seperti petunjuk berikut:

|                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| <b>Pengguna</b>             | Jurutera / Juruteknik    |
| <b>Lokasi</b>               | Stesen Aras Air (sungai) |
| <b>Penyelesaian</b>         | <b>Pelbagai</b>          |
| <b>Manfaat (pengguna)</b>   | <b>Tinggi</b>            |
| <b>Manfaat (organisasi)</b> | <b>Tinggi</b>            |
| <b>Pelaksanaan</b>          | <b>Sederhana</b>         |

### 1.3 Prosedur Kerja Flow-SAM

- Mengenalpasti lokasi kerja yang sesuai berdasarkan karakteristik sungai yang lurus dan tiada inlet dan outlet berdekatan. Dua lokasi sungai yang dikenalpasti ialah Sungai Lui @ Hulu Langat dan Sungai Jerneh @ Besut.
- Penyediaan peralatan yang diperlukan seperti set ukuraras, set sukat luah (*Q-liner* dan *flow meter*), pita pengukur, komputer riba, pancang kayu, parang, jaket keselamatan, kasut keselamatan, alat tulis, kenderaan dan lain-lain.
- Menentukan jangkauan dan keratan rentas sungai di beberapa sela jarak contohnya setiap 0m, 25m, 50m, 75m dan 100m. Di setiap sela ini akan dilakukan sukat luahan.
- Kerja-kerja sukat luah dilakukan dengan bantuan alat *Q-liner* dan *flow meter*. Setiap bacaan dicatit.

- e. Kerja-kerja analisis data dilakukan di pejabat dengan terperinci.
- f. Input data bagi tujuan pengiraan dilakukan menggunakan perisian Gauging Calculation System (GCS) dan analisis data untuk pemodelan.

#### 1.4 Pengukuran Kaedah Slope-Area Method

Kaedah cerun-kawasan terdiri daripada menggunakan kecerunan permukaan air dalam jangkauan seragam saluran dan keratan rentas purata jangkauan yang memberikan kadar luahan. Luahan boleh dikira daripada formula Manning:

$$Q = (1.486/n)AR_h^{2/3}S^{1/2}$$

where:

$Q$  = discharge ( $m^3/s$ )

$A$  = mean area of the channel cross section ( $m^2$ )

$R_h$  = mean hydraulic radius of the channel (m)

$S$  = energy slope of the flow

$n$  = a roughness factor depending on the character of the channel lining

Satu jangkauan lurus saluran harus dipilih sekurang-kurangnya 61m (100 kaki) dan sebaik-baiknya 305m (1000 kaki) panjang. Jika capaian adalah bebas jeram, jatuh mendadak, atau pengecutan secara tiba-tiba atau pengembangan, maka kecerunan permukaan air adalah sama seperti cerun tenaga (energy slope).

Cerun  $\theta$  boleh ditentukan dengan membahagikan perbezaan dalam ketinggian permukaan air pada kedua-dua hujung jangkauan oleh panjang jangkauan. Satu titik tolak, dirujuk kepada tahap datum yang sama, harus diletakkan di atas setiap tebing saluran dan di pusat jangkauan, dalam penenang telaga jika boleh.

Jejari hidraulik,  $R_h$ , ditakrifkan sebagai kawasan keratan rentas yang dibahagikan oleh perimeter basah. Di mana saluran atau terusan adalah keratan rentas biasa, dan kedalaman di hujung kursus adalah sama, kawasan dan perimeter basah akan menjadi tetapan sepanjang kursus. Dalam saluran tidak teratur, kawasan dan perimeter basah di beberapa bahagian rentas akan diperlukan, dan nilai purata akan digunakan dalam pengiraan jejari hidraulik. Tiub tekanan statik boleh digunakan untuk mengukur kedalaman aliran.

Faktor  $n$ , bergantung kepada karakteristik saluran. Ia mungkin berbeza daripada 0.010, di mana keadaan yang menghampiri ideal dikekalkan, kepada 0.060, di mana saluran berselerak dengan batu-batu dan serpihan atau kira-kira satu pertiga dipenuhi tumbuhan.

Kerana pemilihan yang betul faktor kekasaran (roughness factor)  $n$ , kebanyakan sungai adalah sukar dan luahan yang ditentukan oleh kaedah cerun-kawasan (slope-area) adalah anggaran. Ketelitian adalah perlu untuk menentukan cerun dan kawasan secara serentak jika paras air berubah.

### 1.5 Sistem FloW-SAM

Sistem **FloW-SAM** menggunakan sistem telemetri aras air sedia ada dengan mengaplikasi dan penambahbaikan *Slope Area Method* untuk mendapatkan kadar alir atau sukat luah sungai secara *Near-Real Time*.

## 2. TUJUAN

Inovasi ini membolehkan pengukuran sukat luah sungai secara *near-real time* tanpa melakukan kerja-kerja pengukuran di sungai. Inovasi ini memberi fleksibiliti di dalam kemudahan penyediaan anggaran hidrograf sungai dan ramalan awal banjir .

## 3. IMPLIKASI KEWANGAN

Analisis keberkesanan kos telah dibuat sebelum dan selepas aplikasi ini dilaksanakan. Jadual 1 menunjukkan Perbandingan kos sebelum dan selepas inovasi.

| SEBELUM INOVASI |                                                                         |               | SELEPAS INOVASI |                                                                                                       |               |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Bil.            | Perkara                                                                 | Harga (RM)    | Bil.            | Perkara                                                                                               | Harga (RM)    |
|                 | Kerja-kerja sukat luahan Sungai RM 600 / gauging x 2 sebulan x 12 bulan | 24,000        |                 | <u>Perisian (Applicable to all Station)</u><br>- MS Visual Studio<br>- MySQL<br>- Windows Server 2003 | 8,000         |
|                 |                                                                         |               |                 | Stesen Telemetry Aras Air                                                                             | 20,000        |
| <b>JUMLAH</b>   |                                                                         | <b>24,000</b> | <b>JUMLAH</b>   |                                                                                                       | <b>28,000</b> |

**Jadual 1:** Perbandingan kos sebelum dan selepas inovasi bagi Tahun Pertama

Kos di atas menunjukkan kerja-kerja sukat luah bagi Satu Stesen setiap tahun memerlukan kos sebanyak RM 24,000.00. Walaupun Jadual 1 menunjukkan kos dengan sistem FloW-Sam adalah lebih mahal tetapi kos ini hanya pada tahun pertama sahaja. Dengan mengambil kira bagi tempoh 5 Tahun beroperasi sistem ini mampu menjimatkan kos seperti di Jadual 2 di bawah.

| SEBELUM INOVASI |                                                                                      |                | SELEPAS INOVASI |                                                                                                                 |               |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Bil.            | Perkara                                                                              | Harga (RM)     | Bil.            | Perkara                                                                                                         | Harga (RM)    |
|                 | Kerja-kerja sukat luahan Sungai<br>RM 600 / gauging x 2 sebulan x 12 bulan x 5 Tahun | 120,000.00     |                 | <u>Perisian</u><br><u>(Applicable to all Station)</u><br>- MS Visual Studio<br>- MySQL<br>- Windows Server 2003 | 8,000         |
|                 |                                                                                      |                |                 | Stesen Telemetry Aras Air                                                                                       | 20,000        |
| <b>JUMLAH</b>   |                                                                                      | <b>120,000</b> | <b>JUMLAH</b>   |                                                                                                                 | <b>28,000</b> |

**Jadual 2:** Perbandingan kos sebelum dan selepas inovasi bagi Tempoh 5 Tahun

Berpandukan jadual di atas, dapat dibuktikan penjimatan sebanyak sekurang-kurangnya RM92,000.00 (atau 76.7%) bagi tempoh operasi 5 Tahun bagi setiap stesen.

## 4. KRONOLOGI

### 4.1 Keadaan Sebelum Inovasi

- i. *Rating Curve* dibangunkan menggunakan kaedah pengukuran di sungai
- ii. *Rating Curve* tidak diverifikasi
- iii. Data disimpan di dalam *data bank* sebagai *historical data*
- iv. Aspek hidraulik sungai kurang dipertimbangkan dalam pembangunan *Rating Curve*
- v. Data dari stesen telemetri secara *real-time* adalah data aras air sahaja yang tidak boleh digunakan terus ke dalam model hidrologi

### 4.2 Keadaan Selepas Inovasi

- i. Pengukuran sukat luah dapat dianggarkan secara near-real time
- ii. Anggaran sukat luah boleh diperolehi tanpa menjalankan kerja sukat luah di sungai yang boleh membahayakan pekerja terutama pada ketika air tinggi/ hujan lebat.

## 5. IMPAK INOVASI

### 5.1 Output

- i. penentuan kadar sukat luah sungai secara near real time terutama pada waktu high flow

- ii. Memberi gambaran awal kemungkinan berlaku banjir/ aras air tinggi

## 5.2 Replicability

Sistem **FloW-SAM** ini juga boleh digunapakai oleh agensi-agensi yang menjalankan kerja-kerja rekabentuk hidrologi dengan sedikit pengubahsuaian sebagaimana berikut:

- i. MOA – Maklumat aras air dan kadaralir sungai sangat diperlukan bagi kawasan pengairan di mana terusan, tali air dan parit bergantung kepada kadaralir sungai untuk mengairi tanaman. Infrastruktur pengairan dan saliran pertanian yang cekap dengan kos pengairan yang menjimatkan boleh dibangunkan dengan mengambil kebaikan dari sistem ini.
- ii. NAHRIM – analisis kadaralir sungai yang masuk ke dalam tasik dan juga kawasan kajian, serta bagi tujuan rekabentuk dan analisis kejuruteraan sungai.
- iii. JKR – penggiraan kadaralir sungai bagi pembinaan jambatan dan pembetung jalan, penentuan dan penetapan aras jalanraya yang bakal dibina, serta bagi tujuan analisis selepas kejadian tanah runtuh akibat hujan.
- iv. MKN - Sistem ini amat diperlukan oleh Majlis Keselamatan Negara bagi mengenalpasti kawasan banjir dan sistem perhubungan (jalanraya ) yang ditutup.

- v. JPS Bahagian Pengurusan Banjir – Projek tebatan banjir yang dilaksanakan oleh JPS Malaysia adalah sangat penting kepada manusia dan harta benda. Sistem ini mampu membantu meningkatkan pengawasan dan mengurangkan kerosakan dengan mengurus dan mengkoordinasi pengurusan banjir secara teratur dan cekap.
- vi. Universiti – analisis bagi tujuan kajian berkaitan sumber air permukaan (surface water resources)
- vii. Jabatan Pengairan Saliran – analisis kadaralir banjir rekabentuk dengan menggunakan prosedur-prosedur lain seperti HP4, HP5, dan HP11 dengan menggunakan data-data terkini.

### 5.3 Penjimatan Masa

Dapat menjimatkan masa untuk mendapatkan maklumat cerapan yang dikehendaki :

- i. Perjalanan
- ii. Penyediaan laporan
- iii. Akses maklumat secara *online* dan *realtime*
- iv. Mempercepatkan masa semakan dan pengesahan data
- v. Penghasilan output dari rekod-rekod yang dikumpul
- vi. Penyisihan data mengikut kategori/jenis berpandukan kepada maklumat yang dimasukkan dalam rekod cerapan

#### 5.4 Peningkatan produktiviti

- i. Dapat memastikan pengukuran sukat luah sungai disediakan secara sistematik dan pantas
- ii. Penyediaan laporan cerapan hidrologi yang menepati masa
- iii. Mengurangkan berlakunya kesilapan dalam kiraan biasa (manual)
- iv. Meningkatkan keupayaan pembangunan model hidrologi yang lebih jitu dan pantas
- v. Menyegerakan proses-proses analisis maklumat yang boleh membantu dalam hal-hal berkaitan pelaporan ke agensi utama (seperti MKN, JKR, JMM dll) terutama analisis banjir

#### 5.5 Penjanaan Pendapatan

- i. Menjimatkan kos pengangkutan
- ii. Menjimatkan kos komunikasi
- iii. Menjimatkan masa
- iv. Penjimatan kos alat tulis

#### 5.6 Mesra Pelanggan

- i. Boleh diakses oleh semua pihak yang berkaitan
- ii. Mudah diakses dari mana-mana tempat dan bila-bila masa
- iii. Mudah difahami
- iv. Sistem *database* yang pantas dan *reliable*
- v. Boleh disimpan untuk tujuan rujukan

- vi. Bercirikan medan *database* berklasifikasi
- vii. Simpanan data yang selamat (akses dengan kata laluan)
- viii. *Paperless* dan *mobile* (data boleh disimpan dalam pendrive dan boleh dibawa ke mana-mana)

## PENUTUP

Sistem **Flow-SAM** ini membawa pembaharuan dalam pelaporan aras air, sukat luahan dan profil sungai di tapak kerja. Jika dahulunya laporan direkod secara manual, kini hanya memerlukan input melalui komputer dan data dihantar terus secara *online*. Dengan adanya inovasi seperti ini, beban kos pengangkutan, komunikasi dan masa dapat diijimatkan dengan skala yang amat signifikan. Ia juga bersifat *modular* dan *replicable* untuk disesuaikan dengan keperluan semasa. Sistem **Flow-SAM** disokong dengan sistem database yang cekap, *reliable* dan mesra pengguna amat penting bagi menjamin kejituan pengiraan (ramalan dan pemodelan banjir) dan keutuhan data untuk analisis hidrologi dan rekod rujukan untuk jangkamasa panjang.

## GAMBAR KERJA DI TAPAK LOKASI



Penyesuaian lokasi kerja



Penyediaan Q-Liner untuk sukat luah



Mengukur jarak keratan sungai



Kerja sukat luah dijalankan menggunakan kaedah *Flow Meter*



Data dari bacaan *Flow Meter* di rekod



Pelarasan *Flow Meter* mengikut kesesuaian titik kiraan



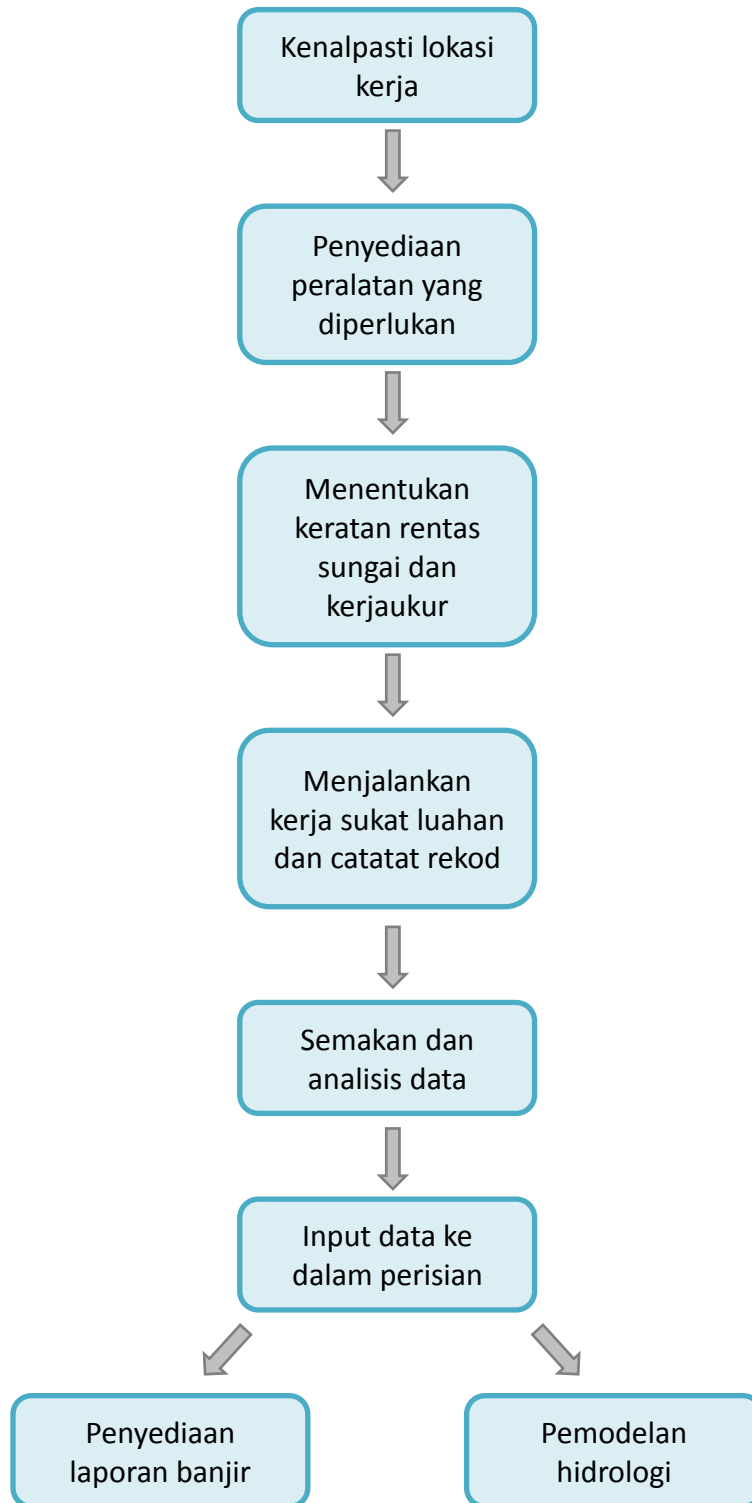
Kerja ukur dijalankan



Kerja ukur dibuat bermula dari tebing sungai untuk mendapatkan profil sungai yang tepat

## LAMPIRAN A

### Proses Aliran Kerja



## RUJUKAN

1. Manual Prosedur Kerja Sukat Luahan, JPS Malaysia
2. Manual Gauging Calculation System
3. Bureau of Reclamation, USA