



**JABATAN PENGAIRAN DAN SALIRAN MALAYSIA
KEMENTERIAN SUMBER ASLI DAN ALAM SEKITAR**

**LAPORAN PENUH CABARAN INOVASI JPS
BAHAGIAN PENGURUSAN SUMBER AIR DAN HIDROLOGI (BSAH)**

TAJUK CABARAN INOVASI

“ONLINE DESIGN FLOOD HYDROGRAPH”

	Division of Water Resources Management & Hydrology Department of Irrigation & Drainage Malaysia		
HYDROLOGICAL PROCEDURE NO. 27 ESTIMATION OF DESIGN FLOOD HYDROGRAPH USING CLARK METHOD FOR RURAL CATCHMENTS IN PENINSULAR MALAYSIA			
INPUT CLARK PARAMETER			
River Name	<input type="text"/>	Region	<input type="text"/> Please Select Region
Catchment Area A (SQ. KM)	<input type="text"/>	Main Stream Length L (KM)	<input type="text"/>
Main Stream Weighted Slope S (M/KM)	<input type="text"/>	Return Period (Years)	<input type="text"/>
<input type="button" value="Calculate TC & R"/> <input type="button" value="Reset"/>			
Statistics 0.5129			
<small>The Government and the Department of Irrigation and Drainage shall not be liable for any direct or consequential loss or damage caused by the use of any information or data obtained from this web site. Information or data in this web site shall not be published or used for commercial benefit by any party without express written permission from the Department of Irrigation and Drainage.</small>			
<small>Copyright © 2010, Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia (JPS). All Rights Reserved.</small>			

**KUMPULAN
“CONVOLUTION@BSAH”**



**BAHAGIAN PENGURUSAN SUMBER AIR DAN HIDROLOGI
JABATAN PENGAIRAN DAN SALIRAN MALAYSIA**

ISI KANDUNGAN

	Keterangan	Muka Surat
ISI KANDUNGAN		ii
RINGKASAN EKSEKUTIF		iv
1.0 TAJUK CABARAN INOVASI		1
2.0 PENGENALAN		1
2.1 Bahagian Pengurusan Sumber Air dan Hidrologi		
2.1.1 Visi BSAH	1	
2.1.2 Misi BSAH	1	
2.1.3 Peranan Utama BSAH	1	
2.1.4 Objektif Bahagian	2	
2.1.5 Fungsi Bahagian	2	
2.1.6 Piagam Pelanggan	3	
2.2 Ahli-ahli Kumpulan Convolution@BSAH 1	3	
3.0 INOVASI “ONLINE DESIGN FLOOD HYDROGRAPH”		
3.1 Pengenalan	4	
3.2 “Design Flood Hydrograph”	5	
3.3 Prosedur Hidrologi No. 27 “Estimation of Design Flood Hydrograph Using Clark Method for Rural Catchments in Peninsular Malaysia	7	
3.4 Pelaksanaan Projek Inovasi Aplikasi “Online Design Flood Hydrograph”	9	
3.5 Sistem “ Online Design Flood Hydrograph”	10	
3.5.1 Modul-modul di dalam Aplikasi “ Online Design Flood Hydrograph”	11	
3.5.2 Kerangka Asas Aplikasi “ Online Design Flood Hydrograph”	12	
3.6 Implikasi Kewangan	14	
4.0 KEDUDUKAN SEBELUM INOVASI DILAKSANAKAN		14
5.0 MASALAH-MASALAH YANG DIHADAPI SEBELUM INOVASI DIJALANKAN		15
5.1 Ketidaktepatan kaedah analisis hidrologi yang digunakan	15	

5.2	Kekangan prosedur hidrologi sedia ada	17
5.3	Impak ketidaktepatan rekabentuk hidrograf banjir	17
5.4	Tempoh pengiraan kadaralir	18
5.5	Pandangan negatif terhadap jabatan	18
6.0	KRITERIA PROJEK INOVASI	
6.1	Kreativiti	18
6.2	Tahap Pelaksanaan	19
6.3	Replicability	23
6.4	Efisien	23
6.5	Keberkesanan Kos	26
6.6	Signifikan	27
7.0	FAEDAH-FAEDAH LAIN DARI INOVASI	27
8.0	PENUTUP	28
LAMPIRAN 1 MANUAL PENGGUNA APLIKASI “ONLINE DESIGN FLOOD HYDROGRAPH”		29

RINGKASAN EKSEKUTIF

Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) merupakan salah satu jabatan kerajaan yang utama dipertanggungjawabkan untuk mencerap, mengumpul, mengarkib dan menyebarkan data-data hidrologi negara yang dilaksanakan oleh Bahagian Pengurusan Sumber Air dan Hidrologi (BSAH) di Ibu Pejabat JPS dan JPS Negeri. Selain itu, BSAH adalah juga bertanggungjawab di dalam salah satu pencapaian Piagam Pelanggan Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia iaitu bagi perkara ‘Memberi khidmat maklumbalas dalam tempoh tidak melebihi empat (4) minggu’.

Piagam pelanggan ini adalah berkenaan memberi ulasan terutama berkaitan rekabentuk hidrologi bagi kajian pelan induk tebatan banjir, rekabentuk terperinci dan pembangunan garis panduan/ prosedur rekabentuk serta projek penyelidikan pelajar-pelajar universiti. Pada tahun 2010 BSAH ini telah memberi ulasan hidrologi melibatkan sebanyak 139 laporan berkaitan.

Bagi memudahkan pihak perunding atau agensi lain dalam menjalankan analisis hidrologi, bermula tahun 1970 BSAH telah menerbitkan sebanyak 26 prosedur hidrologi yang boleh digunakan sebagai rujukan dan panduan. Walau bagaimanapun, kesemua prosedur ini memerlukan pengiraan secara manual dan mengambil masa yang panjang untuk mendapatkan hasil analisis. Pada tahun 2010, BSAH telah menerbitkan Prosedur Hidrologi No.27 “Estimation of Design Flood Hydrograph Using Clark Method for Rural Catchments in Peninsular Malaysia”

Sejajar dengan perkembangan teknologi, BSAH telah mengambil inisiatif untuk menghasilkan projek Inovasi daripada Prosedur Hidrologi No.27 bagi memudahkan pengguna-pengguna terutama pegawai-pegawai JPS, JKR dan lain-lain agensi yang akan menggunakan prosedur tersebut. BSAH merealisasikannya melalui projek inovasi iaitu **Pelaksanaan Projek Inovasi Aplikasi “Online Design Flood Hydrograph” atau “Online Design HP27”**.

Dengan adanya sistem ini, maka proses kerja untuk mendapatkan nilai rekabentuk kadaralir yang akan digunakan dalam projek-projek tebatan banjir, jalan raya, jambatan, saliran dan pembentung dapat diperolehi dalam tempoh yang singkat dan lebih tepat berbanding kaedah manual biasa. Sistem ini juga diwujudkan bagi memenuhi keperluan ‘stakeholders’ yang utama seperti Jabatan Kerja Raya, Jabatan Pengairan dan Saliran serta Pihak Berkuasa Tempatan.

**LAPORAN PENUH CABARAN INOVASI JPS
(BAHAGIAN PENGURUSAN SUMBER AIR DAN HIDROLOGI)**

1.0 TAJUK CABARAN INOVASI

“ONLINE DESIGN FLOOD HYDROGRAPH ”

2.0 PENGENALAN

2.1 Bahagian Pengurusan Sumber Air Dan Hidrologi

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 perlaksanaan 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.

2.1.1 Visi BSAH

Menjadi pengurus sumber air dan hidrologi antara yang unggul di dunia

2.1.2 Misi BSAH

Menerajui dan menyediakan perkhidmatan bertaraf dunia dalam pengurusan sumber air dan hidrologi bagi meningkatkan kualiti hidup dengan memastikan sekuriti air dan kelasterian alam sekitar.

2.1.3 Peranan Utama BSAH

Peranan utama Bahagian adalah seperti berikut:-

- i. Mengurus rangkaian stesen dan data hidrologi untuk pembangunan sumber air negara dan persekitaran.
- ii. Mentaksir sumber air negara untuk pembangunan negara yang lestari serta memberi perkhidmatan pemantauan kemarau.

- iii. Memberi perkhidmatan pemantauan, ramalan dan amaran banjir untuk mengurangkan kerosakan akibat banjir.
- iv. Memberi khidmat nasihat dan perundingan dalam bidang rekabentuk hidrologi.
- v. Melibatkan diri secara aktif di dalam program-program hidrologi dan sumber air di peringkat nasional, serantau dan antarabangsa.

2.1.4 Objektif Bahagian

Di antara objektif Bahagian adalah seperti berikut:-

- i. Menyediakan data dan perkhidmatan hidrologi yang berkualiti untuk pembangunan projek Negara, termasuk sumber air, infrakstruktur, hidroelektrik dll.
- ii. Menyediakan perkhidmatan ramalan banjir dan penilaian kemarau.
- iii. Mewujudkan kemudahan ‘One Stop Agency’ untuk perancangan, pembangunan dan pengurusan sumber air.

2.1.4 Fungsi Bahagian

Terdapat beberapa fungsi bahagian di antaranya adalah :-

- i. Untuk mengumpul dan memproses data hidrologi bagi pembangunan dan pengurusan sumber air untuk sekarang dan masa depan.
- ii. Untuk mengakses data hidrologi bagi sumber air untuk memastikan maklumat yang diberikan adalah mencukupi bagi melaksanakan rancangan pembangunan dan pengurusan.
- iii. Untuk menyediakan perkhidmatan hidrologi (banjir dan kemarau) dilembangan sungai utama di Malaysia.

BSAH juga bertanggungjawab untuk membantu dan menyokong jabatan dalam melaksana 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 (SPSHM),
- Seksyen Peralatan Hidrologi (SPH),
- Seksyen Ramalan Banjir (SRB), dan
- Seksyen Sumber Air dan Hidrologi (SSAH)

2.1.5 Piagam Pelanggan

- i. Memantau, meramal aras air sungai dan memberi amaran banjir dan menyediakan laporan banjir dalam tempoh 24 jam.
- ii. Membekal data dan maklumat hidrologi yang berkualiti dalam tempoh 7 hari bekerja berdasarkan kepada objektif kualiti MS ISO 9001:2008.
- iii. Mengambil tindakan terhadap aduan kerosakan peralatan hidrologi dalam masa lapan (8) jam dan menyelesaiannya dalam tempoh tiga (3) hari bekerja.
- iv. Memberi khidmat nasihat/ulasan teknikal / maklumbalas dalam tempoh tidak melebihi 14 hari bekerja.

2.2 Ahli-Ahli Kumpulan Convolution@BSAH

Seramai lapan orang ahli yang terdiri daripada pegawai-pegawai daripada bahagian ini yang diketuai oleh Tn. Hj. Azmi bin Md. Jafri (Timbalan Pengarah I BSAH) telah terlibat di dalam pembangunan aplikasi ini. Berikut adalah senarai nama ahli kumpulan Convolution@BSAH:

BIL.	GAMBAR	NAMA	JAWATAN
1.		Tn. Hj. Azmi bin Md. Jafri	Timbalan Pengarah J54 (Ketua Kumpulan)
2.		Mohd. Khardzir bin Hj. Husain	Penolong Pengarah Kanan J44 (Ahli Kumpulan)
3.		Ir. Mohd. Zaharifudin bin Muhamad Ali	Penolong Pengarah Kanan J44 (Ahli Kumpulan)

BIL.	GAMBAR	NAMA	JAWATAN
4.		Sazali bin Osman	Penolong Pengarah Kanan J44 (Ahli Kumpulan)
5.		Mohamad Hafiz bin Hassan	Penolong Pengarah J41 (Ahli Kumpulan)
6.		Siti Salwa binti Ramli	Penolong Pengarah J41 (Ahli Kumpulan)
7.		Siva a/l Kunchiraman	Penolong Pegawai Teknologi Maklumat F29 (Ahli Kumpulan)
8.		Isyamuddin bin Ahmad	Juruteknik J17 (Ahli Kumpulan)

3.0 INOVASI “ONLINE DESIGN FLOOD HYDROGRAPH”

3.1 Pengenalan

Jurutera dan perancang sumber air sering menghadapi masalah di dalam penentuan magnitud rekabentuk kadaralir banjir, yang mana pemilihan nilai kadaralir bagi tujuan rekabentuk struktur kawalan banjir akan memberi kesan kepada tahap keselamatan rekabentuk dan kos yang optimum. Sekiranya nilai kadaralir rekabentuk adalah terlalu tinggi (over-estimates) dan konvensional, maka ia akan menyebabkan rekabentuk struktur kawalan banjir yang akan dibina menjadi “overdesign” dan akan melibatkan kos yang tinggi. Namun begitu, sekiranya nilai kadaralir rekabentuk adalah terlalu rendah (under-estimates), maka ia akan menyebabkan rekabentuk struktur kawalan banjir yang akan dibina menjadi “underdesign” dan tidak mencapai tahap perlindungan banjir yang optimum (optimum flood protection level).

Bagi kawasan tadahan yang mempunyai stesen kadaralir dan stesen hujan (gauged catchments) dan mempunyai rekod data kadaralir sungai yang panjang, nilai anggaran banjir rekabentuk adalah lebih mudah diperolehi dengan menggunakan kaedah statistik analisis kekerapan (frequency analysis) seperti kaedah “L-Moment”, atau kaedah “Method of Moment (MOM)”. Namun begitu, bagi struktur yang akan dibina di kawasan tadahan yang tidak mempunyai rekod kadaralir sungai atau rekod hujan (ungaaged catchments), maka adalah sukar untuk mendapatkan nilai anggaran rekabentuk kadaralir dengan kaedah statistik. Tambahan pula, adalah sangat tidak praktik untuk membangunkan stesen hidrologi hujan dan stesen kadaralir baru di dalam kawasan tadahan tersebut untuk mendapatkan koleksi data yang panjang. Ini adalah kerana ia akan memakan masa yang lama dan perbelanjaan yang besar. Pembangunan stesen baru ini hanya sesuai dibuat jika ia melibatkan projek-projek struktur mega yang mempunyai modal yang besar dan memakan masa yang lama untuk disiapkan, sebagai contoh pembinaan Empangan Bakun di Sarawak.

Oleh yang demikian, kaedah alternatif seperti kaedah penganggaran (estimation) perlu digunakan bagi tujuan mendapatkan nilai anggaran kadaralir rekabentuk tanpa menggunakan data hidrologi pada kawasan tadahan tersebut, namun begitu kaedah ini tertakluk kepada tahap ketidaktentuan dan juga boleh menyumbang kepada tahap kesilapan yang tinggi. Anggaran nilai kadaralir rekabentuk yang dibuat menggunakan kaedah penganggaran harus diinterpretasi dengan baik dan disemak dengan menggunakan kaedah anggaran banjir sedia ada yang lain menggunakan prosedur “Synthetic Hydrograph”, seperti kaedah yang diterbitkan oleh JPS dan diterima pakai untuk kegunaan di Semenanjung Malaysia iaitu “Rational Method” (HP5, Azmi & Zahari, 1989), kaedah “Regional Flood Frequency Method” (HP4, Ong C.Y, 1987), dan kaedah “Triangular Hydrograph” (HP11, Taylor, 1976).

3.2 “Design Flood Hydrograph”

Tindakbalas hidrologi tadahan kepada peristiwa ribut boleh diwakili secara grafik melalui hidrograf yang mewakili jumlah aliran yang meninggalkan kawasan tadahan dari masa ke masa. Hidrograf adalah boleh didefinisikan sebagai perwakilan grafik atau graf yang menunjukkan kadar aliran mengikut masa bagi lokasi tertentu di dalam sungai, atau saliran lain yang membawa aliran bagi sesuatu kawasan tadahan yang menunjukkan perubahan bermusim. Kadar aliran biasanya dinyatakan dalam unit meter padu atau kaki padu per saat (m^3/s atau ft^3/s). Hidrograf ini juga boleh

merujuk kepada graf yang menunjukkan jumlah isipadu air yang mencapai muara sungai tertentu, atau lokasi dalam rangkaian pembetungan atau saliran. Biasanya akan berlaku peningkatan dalam aliran berdasarkan jumlah hujan yang turun. Kekurangan secara beransur-ansur dalam aliran selepas keadaan puncak menunjukkan berkurangan dari air bawah tanah. Rajah 1 menunjukkan grafik tipikal hidrograf banjir akibat hujan.

Pada kebiasaan bagi *gauged catchments*, nilai kadar alir adalah disukat di lokasi tertentu dan berbeza mengikut masa. Daripada hidrograf akan menunjukkan beberapa nilai :

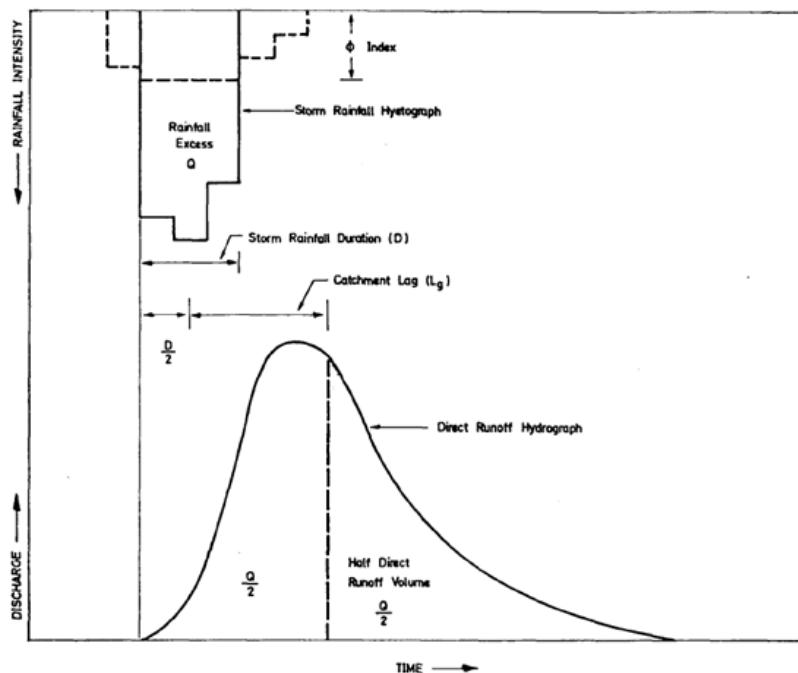
- i. Lengkung Peningkatan: Bahagian lengkung hidrograf yang semakin meningkat di mana juga dikenali sebagai lengkung penumpuan. Ianya menggambarkan peningkatan kadar alir yang terhasil dari kawasan tадahan dan biasanya sebagai tindak balas kepada peristiwa hujan
- ii. Lengkung Penurunan: Bahagian lengkung hidrograf yang semakin menurun akibat daripada pengurangan kadar alir dan peningkatan aliran air bawah tanah (baseflow)
- iii. Titik Puncak: Titik tertinggi pada hidrograf apabila kadar alir mencapai nilai yang terbesar. Ia menunjukkan nilai kadar alir tertinggi yang digunakan sebagai nilai rekabentuk.
- iv. Tempoh kelewatan: Tempoh masa dari pusat jisim hujan yang berlebihan ke puncak hidrograf yang terhasil
- v. Masa ke puncak: Tempoh masa dari mula hidrograf hingga puncak hidrograf.
- vi. Jumlah isipadu : kadar atau jumlah air larian (isipadu per unit masa) yang melalui lokasi tertentu di dalam sungai atau saliran lain.

Terdapat beberapa jenis rekabentuk hidrograf yang telah dibangunkan sejak beberapa tahun yang lalu termasuk:

- i. Hidrograf Ribut hujan
- ii. Hidrograf Banjir
- iii. Hidrograf Tahunan
- iv. Hidrograf Langsung Air larian
- v. Hidrograf Air larian Berkesan

Hidrograf banjir sangat penting untuk reka bentuk di kawasan tадahan air dalam kerja-kerja seperti berikut:

- i. Penentuan ‘platform level’ bagi projek bangunan, perumahan dan jalanraya. ‘Platform level’ adalah penting bagi menunjukkan aras yang selamat daripada banjir.
- ii. Penentuan rekabentuk struktur-struktur hidrolik seperti jambatan, pembantung, longkang, pintu kawalan air.
- iii. Projek tebatan banjir bagi rekabentuk kolam takungan, empangan, lengongan sungai, tambakan (ban), pam, dan ‘barrage’



Rajah 1 : Bentuk tipikal penghasilan hidrograf banjir daripada hujan

3.3 Prosedur Hidrologi No.27 “Estimation of Design Flood Hydrograph Using Clark Method for Rural Catchments in Peninsular Malaysia”

Perlaksanaan projek ini didorong oleh keperluan prosedur hidrologi terkini yang perlu dibangunkan berdasarkan data-data terkini dan juga metodologi analisis terkini yang diiktiraf di peringkat antarabangsa. Prosedur hidrologi sediada telah lama diterbitkan iaitu seawal tahun 1976 hingga 1989. Dengan kesan iklim yang tidak menentu dan juga corak hujan dan kadar alir serta jumlah rekod data yang semakin panjang, adalah menjadi keperluan bagi jabatan untuk mengemaskini prosedur sediada ataupun menerbitkan prosedur baru berdasarkan data terkini dan juga metodologi kajian terkini yang diiktiraf dan digunakan di peringkat global. Kepelbagai pilihan dan alternatif bagi mendapatkan nilai anggaran kadar alir rekabentuk berdasarkan data-data terkini juga perlu diwujudkan bagi mendapatkan nilai anggaran yang

terbaik dan sesuai serta boleh diterimapakai di dalam analisis berdasarkan limitasi kawasan yang terlibat bagi rekabentuk struktur tertentu.

Kaedah penganggaran kadaralir rekabentuk dengan menggunakan “Clark Unit Hydrograph Method” (HP27, Hong K.A, 2010) merupakan satu alternatif kepada kaedah penganggaran kadaralir sediada yang telah diterbitkan oleh Bahagian Sumber Air dan Hidrologi, JPS seperti “Rational Method”, “Regional Flood Frequency Method”, dan kaedah “Triangular Hydrograph”. Kaedah Clark ini mula dibangunkan oleh Clark C.O pada tahun 1945 dan telah lama digunakan di luar negara bagi mendapatkan nilai anggaran kadaralir rekabentuk bagi kawasan tadahan yang tidak mempunyai stesen kadaralir (ungauged catchment).

Kaedah ini kemudiannya diadaptasi bagi kegunaan di semenanjung Malaysia dan dibangunkan dengan menggunakan data-data hujan dan kadaralir daripada sejumlah 44 stesen kadaralir JPS di seluruh semenanjung Malaysia. Dalam kajian ini, sebanyak 530 kejadian hujan (storm events) bermula pada tahun 1970 hingga tahun 2009 daripada kawasan tadahan berkeluasan kurang daripada 5000 km^2 telah diekstrak dan dianalisis bagi mendapatkan hubungkait persamaan Clark (Clark Equations). Data-data dari tahun 2001 hingga tahun 2009 telah digunakan bagi menyemak dan mengesahkan (calibrate and validate) persamaan Clark dan juga paratemer-parameter Clark yang telah diterbitkan. Prosedur ini hanya boleh digunakan bagi mendapatkan nilai anggaran kadaralir rekabentuk banjir bagi kawasan tadahan ‘ungauged’ di luar bandar (rural area) sahaja dan prosedur ini tidak boleh digunakan untuk kawasan tadahan di dalam bandar (urban area). Bagi mendapatkan anggaran kadaralir rekabentuk banjir di kawasan bandar, kaedah yang diterangkan di dalam Manual Saliran Mesra Alam (MSMA, 2000) perlu digunakan.

Prosedur HP27 ini merupakan salah satu kaedah sintetik rekabentuk hidrograf banjir dan pembangunan prosedur HP27 ini adalah berdasarkan kepada bentuk hidrograf dan diterbitkan berdasarkan hujan rekabentuk yang hipotetikal. Kajian semula yang telah dijalankan oleh Cordery dan Pilgrim (1970) menunjukkan bahawa terdapat tiga langkah yang digunakan di dalam menganggarkan rekabentuk hidrograf banjir iaitu:

- a) Spesifikasi hujan rekabentuk termasuk tempoh ulangan (return period), jumlah hujan (total rainfall volume), taburan hujan tadahan (areal distribution) dan taburan hujan ‘temporal’ (temporal distribution), serta tempoh hujan tersebut,
- b) Anggaran isipadu air larian (runoff volume) daripada hujan rekabentuk, dan
- c) Taburan masa (time distribution) air larian yang keluar dari kawasan tadahan.

Beberapa teknik baru telah dibangunkan untuk menganggarkan komponen yang disenaraikan dalam tiga langkah di atas. Walau bagaimanapun, keupayaan untuk membangunkan prosedur anggaran hidrograf kadaralir rekabentuk banjir bergantung kepada kebolehpercayaan (reliability) data aliran sungai dan data hujan sediada. Masalah seringkali dihadapi sekiranya hanya sebilangan kecil sahaja kejadian banjir besar telah berlaku dan dapat direkodkan di kawasan tadahan yang mempunyai stesen hujan dan stesen kadaralir sungai yang baik. Oleh yang demikian, hubungkait (relationships) yang telah dibangunkan adalah berdasarkan kepada rekod data yang agak terhad dan nilai anggaran kadaralir banjir yang telah diterbitkan adalah berdasarkan kepada ekstrapolasi, dan teknik yang digunakan dalam pembangunan prosedur ini telah diadaptasi untuk mengekalkan tahap kesesuaian dengan rekod data yang ada.

3.4 Pelaksanaan Projek Inovasi Aplikasi “Online Design Flood Hydrograph”

Pelaksanaan projek inovasi aplikasi ini adalah sejajar dengan objektif Jabatan iaitu “Menyediakan perkhidmatan kejuruteraan yang di luar kemampuan sesuatu kumpulan sasar dan seterusnya memastikan penggunaan tanah yang optima dengan pengurusan air negara yang cekap”. Hasil kajian dan prosedur HP27 yang dihasilkan telah diterjemahkan dan dipermudahkan penggunaanya melalui sistem aplikasi atas talian sejajar dengan perkembangan teknologi terkini dengan kos yang minimum, berkonsepkan “modern paperless government”, dan juga kerajaan elektronik (e-Government).

Justeru itu, bagi menyahut cabaran ini, satu projek inovasi yang melibatkan kos minimum bertajuk “Online Design Flood Hydrograph” atau “Online Design HP27” telah dilaksanakan bermula pada tahun 2010. Aplikasi ini telah digunakan secara rasminya pada awal 2011 oleh kakitangan Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) serta untuk projek lain-lain agensi seperti Jabatan Kerja Raya (JKR), Lembaga Lebuhraya Malaysia (LLM), dan juga pihak perunding yang terlibat di dalam rekabentuk struktur kawalan banjir seperti empangan, kolam takungan banjir, jambatan, pembenteng sungai dan sebagainya.

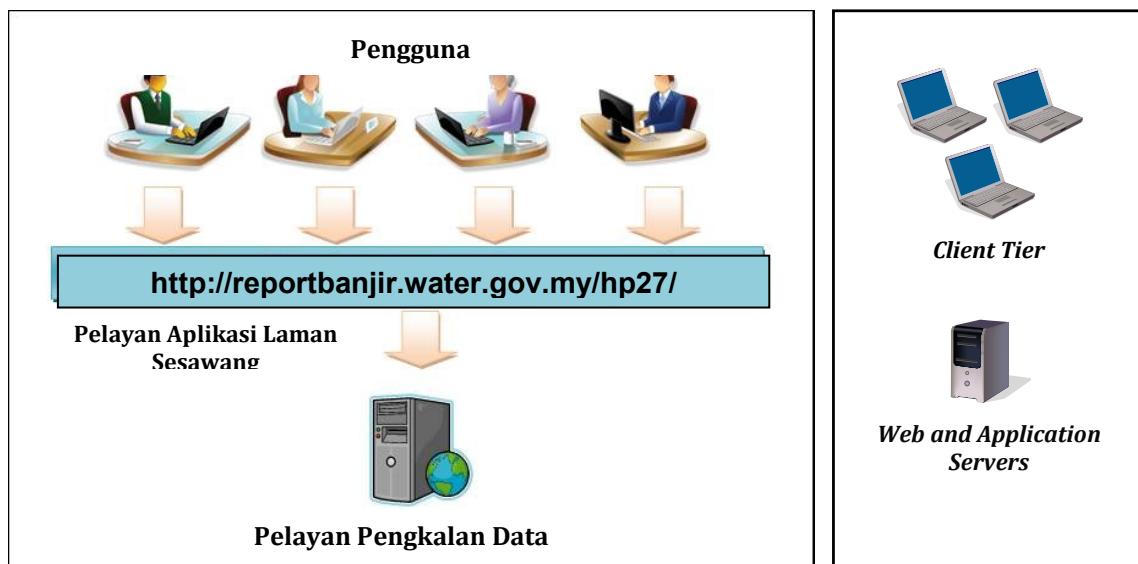
Tujuan utama projek inovasi ini dilaksanakan adalah untuk membantu jurutera mendapatkan anggaran hidrograf banjir (flood hydrograph), anggaran aliran puncak (peak flow), isipadu air larian (runoff volume) dan juga taburan masa air larian (runoff time distribution) bagi pelbagai tempoh ulangan (return period, ARI), dengan

mengambil kira perbezaan signifikan ciri-ciri kawasan tadahan yang memberi kesan kepada banjir. Ciri-ciri kawasan tadahan yang diperlukan diperolehi hanya menggunakan data kawasan tadahan yang ditentukan daripada peta topografi atau GIS seperti luas kawasan tadahan, panjang sungai utama, sendeng sungai (river slope), kedalaman hujan rekabentuk (design rainfall depth), dan juga tempoh ulangan rekabentuk (return period, ARI). Sistem ini amat mudah dan ringkas untuk digunakan berbanding kaedah pengiraan secara manual dan konvensional mahupun kaedah pengiraan yang dibuat menggunakan perisian MS Excel.

3.5 Sistem “Online Design Flood Hydrograph”

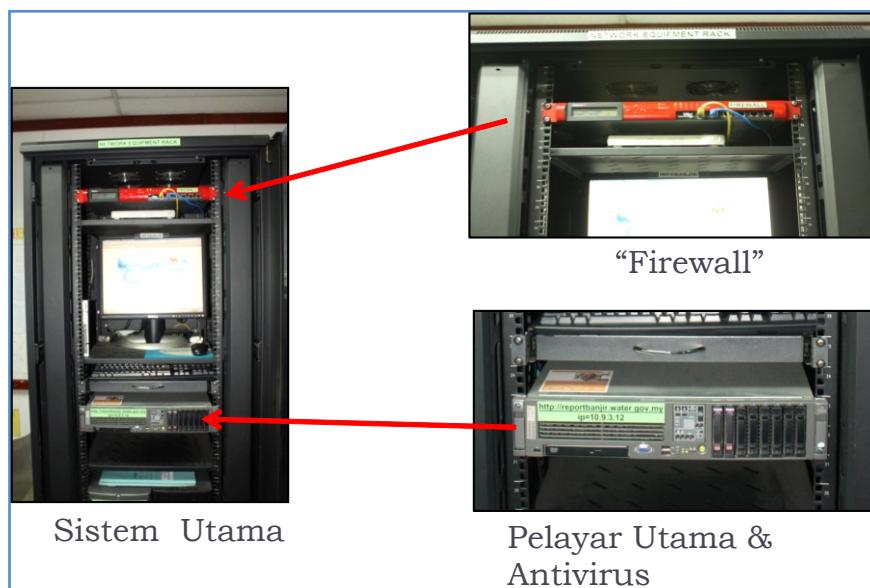
Sebagaimana yang telah diterangkan di atas, aplikasi sistem ini dibangunkan bertujuan untuk memudahkan jurutera menjalankan kerja-kerja rekabentuk bagi mendapatkan nilai anggaran hidrograf banjir dan juga nilai kadar alir banjir bagi tujuan pembinaan struktur kawalan banjir. Aplikasi ini boleh dilayari atas talian berdasarkan kepada laman sesawang yang telah didaftarkan iaitu <http://reportbanjir.water.gov.my/hp27/>. Pelayar bagi sistem ini dikongsi pada sistem “Online Flood Warning and Reporting System” (FWRS) yang telah memenangi tempat kedua pada cabaran inovasi JPS tahun 2010.

Seperti yang ditunjukkan di dalam rajah di bawah, sistem ini terdiri daripada tiga lapisan struktur aplikasi iaitu Pengguna (Client Tier) yang merangkumi semua pengguna di peringkat Jurutera Perunding, JKR, LLM, dan JPS, Pelayan Aplikasi Laman Sesawang (Web and Application Servers), dan Pelayan Pangkalan Data (Database Servers).



Rajah 2 : Struktur asas aplikasi “Online Design Flood Hydrograph”.

Rajah 3 di bawah menunjukkan lokasi pelayar (server) sistem ini yang dikongsi bersama pelayar sistem FWRS di Bilik Pelayar iFFRM, JPS Malaysia, Cawangan Ampang. Pelayar ini telah dilengkapi dengan sistem “Firewall” dan juga perisian “Anti-virus”. Perisian-perisian di dalam pelayar ini dikemaskini secara berkala setiap bulan oleh pegawai di Unit Teknologi Maklumat BSAH.

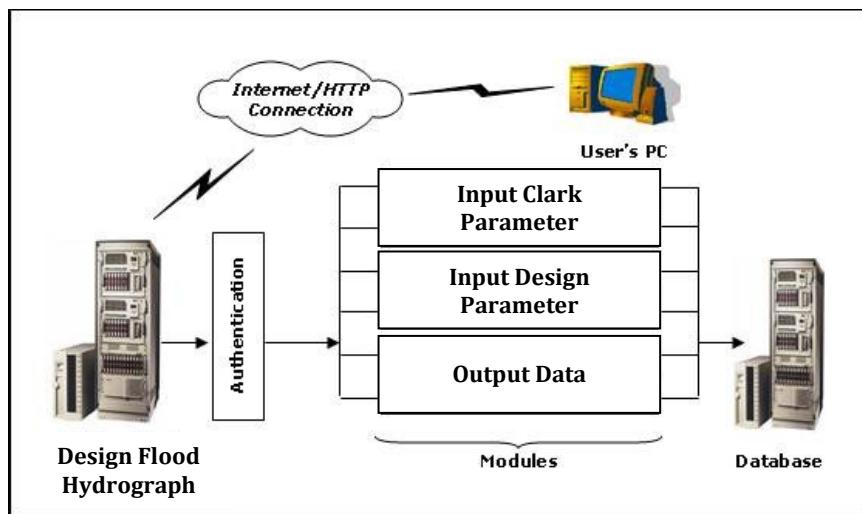


Rajah 3: Lokasi pelayar utama aplikasi “Online Design Flood Hydrograph”.

Pengguna boleh menggunakan aplikasi ini dengan menggunakan pelayar sesawang biasa, akan tetapi aplikasi ini lebih sesuai dilayari dengan menggunakan perisian “Internet Explorer 7.0” dan ke atas.

3.5.1 Modul-modul di dalam Aplikasi “Online Design Flood Hydrograph”

Pengguna boleh melayari laman sesawang dan menggunakan aplikasi ini secara terus atas talian tanpa menggunakan sebarang katalaluan. Terdapat tiga modul utama yang perlu digunakan bagi tujuan mendapatkan nilai anggaran hidrograf kadaralir dengan kaedah Clark. Rajah di bawah menunjukkan modul-modul yang terdapat di dalam sistem ini.



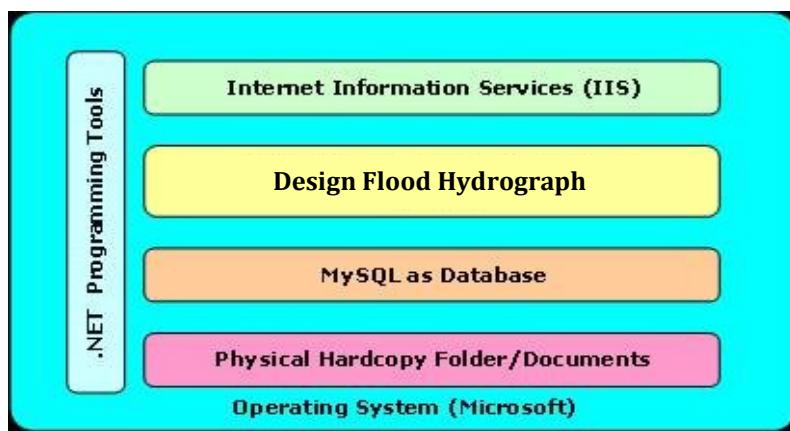
Rajah 4 : Senarai Modul-Modul di dalam aplikasi “Online Design Flood Hydrograph”.

Terdapat tiga modul utama telah dibangunkan di dalam aplikasi ini iaitu:

- Modul ‘*Input Clark Parameter*’ – bertujuan membenarkan pengguna memasukkan input data pertama iaitu ciri-ciri kawasan tадahan dan kemudian memaparkan output pertama analisis iaitu *Clark Time of Concentration*, *Clark Storage*, dan juga *Baseflow*.
- Modul ‘*Input Design Parameter*’ - bertujuan membenarkan pengguna memasukkan input data kedua iaitu berkenaan rekabentuk hujan dan tempoh ulangan berdasarkan Prosedur Hidrologi JPS (HP1).
- Modul ‘*Output Data*’- memaparkan output kedua dan terakhir analisis anggaran hidrograf rekabentuk kadar alir menggunakan kaedah Clark yang merangkumi hidrograf rekabentuk, dan juga menu bagi mengeksport data dan hasil analisis kedalam format teks (Notepad.txt).

3.5.2 Kerangka Asas Aplikasi “Online Design Flood Hydrograph”

Aplikasi ini dibangunkan dengan menggunakan kerangka asas seperti yang ditunjukkan di dalam rajah di bawah.



Rajah 5: Kerangka Asas Aplikasi “Online Design Flood Hydrograph”.

Aplikasi ini terdiri daripada 5 kerangka utama iaitu:

a) Sistem Informasi Internet (Internet Information System, ISS)

ISS adalah perkhidmatan laman sesawang yang menukar arahan pengguna daripada aplikasi sistem ini.

b) Pangkalan data MySQL (MySQL as Database)

Lapisan pangkalan data akan menyimpan maklumat di dalam format jadual indeks. Ia bertujuan bagi mempercepatkan masa mencari dan membaca semula data yang telah dimasukkan.

c) Physical Hardcopy Folder/Documents

Kerangka ini menyimpan dokumen data asal dan analisis di dalam format teks (Notepad.txt) dan graf.

d) Alat Pengaturcaraan .NET (.NET Programming Tools)

Aplikasi ini merupakan aplikasi utama dan dibangunkan secara dalaman (in-house) dengan menggunakan *.NET Programming Tools* iaitu perisian Microsoft Visual Studio dan juga Visual Web Developer 2010.

e) Sistem Operasi (Operating System)

Aplikasi ini menggunakan sistem operasi berasaskan pelayar Microsoft (Microsoft Server based operating system).

3.6 Implikasi Kewangan

Sistem ini dibangunkan tanpa menggunakan sebarang kos kewangan kerana melibatkan aplikasi sediada di BSAH. Manakala bagi tenaga kerja sumber manusia pula, pegawai yang bertanggungjawab dalam pembangunan sistem ini adalah terdiri daripada pegawai-pegawai di BSAH.

4.0 KEDUDUKAN SEBELUM INOVASI DILAKSANAKAN

Sebelum perlaksanaan projek inovasi ini iaitu sebelum Disember 2009, tiada satu pun aplikasi atas talian dibangunkan oleh JPS untuk mendapatkan anggaran hidrograf kadaralir banjir rekabentuk di dalam kerja-kerja rekabentuk hidrologi. Tambahan pula, kaedah Clark HP27 ini merupakan kaedah yang pertama kali dibangunkan oleh JPS bagi kegunaan jurutera-jurutera dan juga perancang sumber air di Malaysia.

Di Malaysia, sebelum ini tiada kaedah bagi mendapatkan hidrograf kadaralir banjir rekabentuk dan kaedah sediada hanya boleh mendapatkan satu nilai anggaran kadaralir sahaja tanpa hidrograf. Di samping itu, sebelum aplikasi ini dibangunkan, semua nilai anggaran kadaralir banjir rekabentuk bagi kawasan luar bandar dikira secara manual samada berdasarkan garis panduan Prosedur Hidrologi JPS HP4 (Regional Flood Frequency Method), HP5 (Rational Method), atau HP11 (Triangular Hydrograph) ataupun HP27 (Clark Unit Hydrograph).

Prosedur-prosedur HP4, HP5, dan HP11 telah lama dibangunkan seawal tahun 1976 dan tidak mengambilkira data-data hidrologi terkini. Oleh itu, berkemungkinan rekabentuk yang dibuat adalah “under-design” dan tidak mencapai tahap perlindungan banjir optimum bagi struktur yang direkabentuk, berbanding prosedur HP27 yang dibangunkan dengan mengambilkira data-data hidrologi terkini sehingga tahun 2009. Tambahan pula, kaedah penganggaran hidrograf kadaralir banjir rekabentuk ini telah dipermudahkan dengan penggunaan aplikasi atas talian yang telah dibangunkan.

Selain daripada itu, kaedah semakan rekabentuk yang dimajukan oleh perunding kepada pihak JPS untuk kelulusan perlu disemak secara manual di pejabat dan mengambil masa yang agak lama dan juga boleh menyebabkan kesilapan di dalam pengiraan. Namun begitu, dengan terhasilnya sistem ini, semakan rekabentuk dapat dibuat dalam masa yang lebih singkat.

5.0 MASALAH-MASALAH YANG DIHADAPI SEBELUM INOVASI DIJALANKAN

Kerja-kerja rekabentuk dan analisis hidrologi bagi kawasan “ungauged catchments” memerlukan komitmen dan tahap pemahaman dalam bidang hidrologi yang tinggi untuk memastikan hasil analisis adalah bersesuaian dan tepat untuk digunakan sebagai satu input kepada analisis hidraulik yang akan dijalankan selanjutnya. Sekiranya hasil analisis yang dibuat kurang tepat tanpa penilaian terbaik, berkemungkinan struktur yang dibina tidak mencapai tahap perlindungan banjir yang optimum.

Berikut merupakan masalah-masalah yang dihadapi sebelum perlaksanaan inovasi ini:

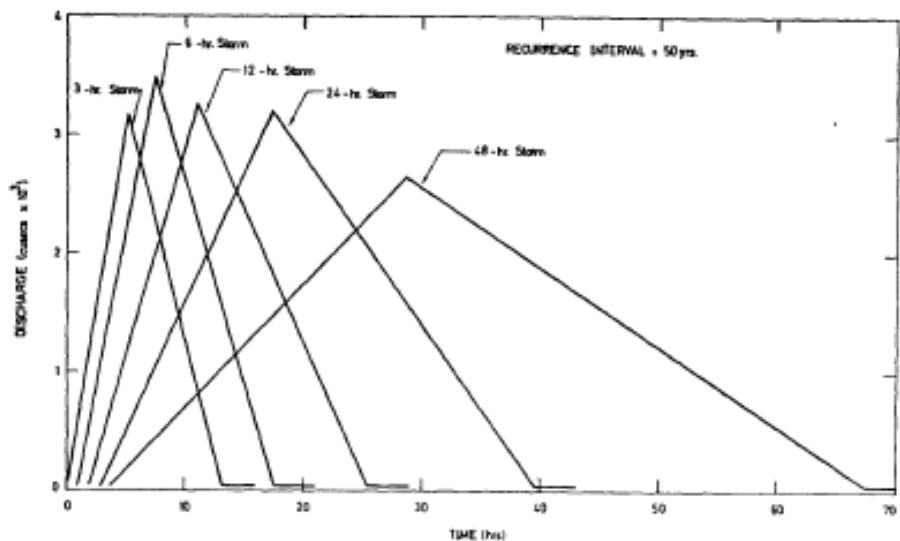
5.1 Ketidaktepatan kaedah analisis hidrologi yang digunakan

- i. Ketidaktepatan penentuan nilai kadaralir tertinggi
- ii. Ketidaktepatan penentuan waktu kadaralir tertinggi
- iii. Ketidaktepatan penghasilan bentuk hidrograf
- iv. Ketidaktepatan jumlah isipadu air banjir

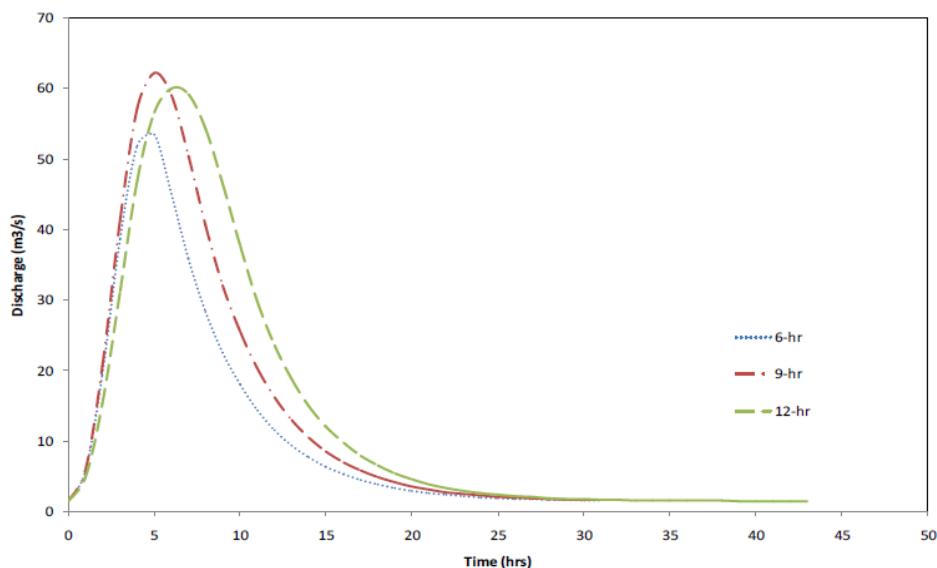
Output daripada penganggaran kadaralir banjir rekabentuk berdasarkan prosedur HP4, dan HP5 hanya akan memberikan satu nilai kadaralir tertinggi (single peak discharge) sahaja berdasarkan tempoh ulang (return period, ARI) tertentu dan tiada hidrograf dapat dihasilkan daripada analisis menggunakan prosedur HP4, dan HP5 ini. Manakala, bagi kaedah penganggaran berpandukan prosedur HP11 pula akan memberikan nilai hidrograf berbentuk segitiga (triangular hydrograph) sebagaimana rajah di bawah. Namun begitu, sekiranya analisis hidrologi dibuat menggunakan prosedur HP27, output yang akan dihasilkan pula adalah lebih tepat berbanding HP11 kerana ia akan menghasilkan hidrograf banjir rekabentuk berdasarkan sela masa tertentu selari dengan sela masa hujan rekabentuk yang digunakan. Rajah dibawah menunjukkan perbandingan antara output hidrograf HP11 dan HP27. Berdasarkan HP27 bentuk hidrograf yang dihasilkan adalah lebih mengambarkan keadaan sebenar bila berlaku peristiwa banjir. Sebagai contoh bagi kawasan kajian Sg Kerian, Perak dengan keluasan tadahan $1,416 \text{ km}^2$, panjang sungai utama 100 km dan kecerunan 6.878 m/km akan memberikan nilai rekabentuk berbeza mengikut kaedah seperti berikut :

Jadual 1: Perbandingan nilai kadaralir tertinggi, Q_p sebelum dan selepas inovasi

Kaedah	Nilai kadaralir tertinggi, Q_p (m^3/s)	Peratus perbezaan berbanding ‘Online Design HP27’ (%)
‘Online Design HP27’	603.28	
HP11	1,186.27	96.6
HP5	1,160.60	92.3



a) Output hidrograf berdasarkan prosedur HP11.



b) Output hidrograf berdasarkan prosedur HP27.

Rajah 6 : Perbandingan antara output hidrograf segitiga HP11 dan hidrograf HP27.

5.2 Kekangan prosedur hidrologi sedia ada

Output hidrograf segitiga yang dihasilkan berdasarkan prosedur HP11 tidak sesuai digunakan bagi rekabentuk kolam takungan atau empangan terutamanya yang melibatkan analisis “level pool routing”. Ini adalah kerana hidrograf segitiga tersebut tidak mengambilkira sela masa tertentu berbanding output hidrograf HP27 yang mengambilkira sela masa tertentu di dalam penghasilan hidrograf rekabentuk. Tambahan pula, sistem ini yang dibangunkan berdasarkan prosedur HP27 boleh digunakan bagi kawasan tadahan luar bandar (rural area) bersaiz sehingga $5,000\text{km}^2$ berbanding prosedur HP11 yang hanya boleh digunakan bagi kawasan tadahan bersaiz sehingga 518 km^2 sahaja.

5.3 Impak ketidaktepatan rekabentuk hidrograf banjir.

i. Keselamatan nyawa dan hartabenda

Daripada nilai rekabentuk hidrograf banjir yang tepat akan dapat memberikan hasil rekabentuk struktur tebatan banjir yang lebih tepat dan selamat. Struktur yang direkabentuk lebih selamat akan dapat memberikan perlindungan dari segi keselamatan harta benda dan nyawa semasa berlaku banjir.

ii. Pembaziran kos

Dengan menggunakan kaedah rekebentuk sediaada (HP4, HP5, HP11) addalah memberikan nilai kadar alir yang tinggi (Q_p) menyebabkan berlakunya rekabentuk struktur yang *overdesign*. Ini akan meningkatkan kos pembinaan dan juga kos penyenggaraan sesuatu projek.

iii. Keberkesanan rekabentuk

Pembinaan lebuhraya dan jalanraya akan melibatkan rekabentuk pembentung dan jambatan. Ketidaktepatan nilai kadar alir akan boleh menyebabkan gangguan kepada lalulintas apabila berlaku banjir. Ini boleh berlaku jika nilai kadar alir yang diperolehi adalah rendah berbanding keadaan sebenar. Selain daripada itu, projek tebatan banjir yang melibatkan penggunaan sistem pam, amat memerlukan ketepatan penentuan waktu puncak kadar alir dan juga jumlah air

banjir yang akan terkumpul untuk membolehkan pam beroperasi secara optimum.

iv. Gangguan emosi

Kegagalan sesuatu struktur hidraulik terutamanya yang melibatkan projek tebatan banjir boleh mengakibatkan gangguan emosi kepada penduduk setempat terutamanya apabila berlaku hujan yang lebat.

v. Persepsi awam

Kejadian banjir yang selalu berulang akibat dari ketidakberkesanan sesuatu projek boleh mendorong orang awam memandang negatif terhadap tahap kualiti perkhidmatan yang diberikan oleh jabatan dan kerajaan.

5.4 Tempoh penggiraan kadaralir

Penggiraan kadaralir secara manual memerlukan ketelitian dan juga akan mengambil masa yang lebih lama kerana melibatkan methodologi pengiraan yang kompleks.

5.5 Pandangan negatif terhadap jabatan

Pihak luar seperti perunding, penyelidik, pensyarah universiti dan pelajar juga turut memerlukan satu kaedah ringkas dan mudah bagi mendapatkan anggaran hidrograf banjir rekabentuk untuk tujuan projek pembangunan, kajian ilmiah dan juga projek jabatan. Kesukaran proses analisis serta mendapatkan maklumat tepat berkenaan rekabentuk hidrologi dengan metodologi analisis yang tepat akan menyebabkan pihak-pihak ini kecewa. Keadaan ini boleh mendorong pihak-pihak tersebut memandang negatif terhadap tahap kualiti perkhidmatan yang diberikan oleh jabatan.

6.0 KRITERIA PROJEK INOVASI

6.1 Kreativiti

Inovasi ini adalah ADAPTASI daripada hasil kajian pembangunan Prosedur Hidrologi No.27 (HP27-Estimation of Design Flood Hydrograph using Clark Method for Rural Catchments in Peninsular Malaysia) yang telah dijalankan oleh BSAH pada tahun 2009.

Inovasi ini membolehkan penyediaan anggaran hidrograf banjir rekabentuk dihasilkan dengan lebih sistematik tanpa kesilapan di dalam pengiraan dan analisis. Inovasi ini memberi fleksibiliti di dalam kemudahcapaian penyediaan anggaran hidrograf banjir rekabentuk kerana ia boleh dilayari secara atas talian melalui telefon pintar atau “tablet pc” sekiranya terdapat talian internet. Rajah berikut menunjukkan penyediaan anggaran hidrograf banjir rekabentuk yang disediakan dan dicapai melalui telefon pintar atau “tablet pc”.

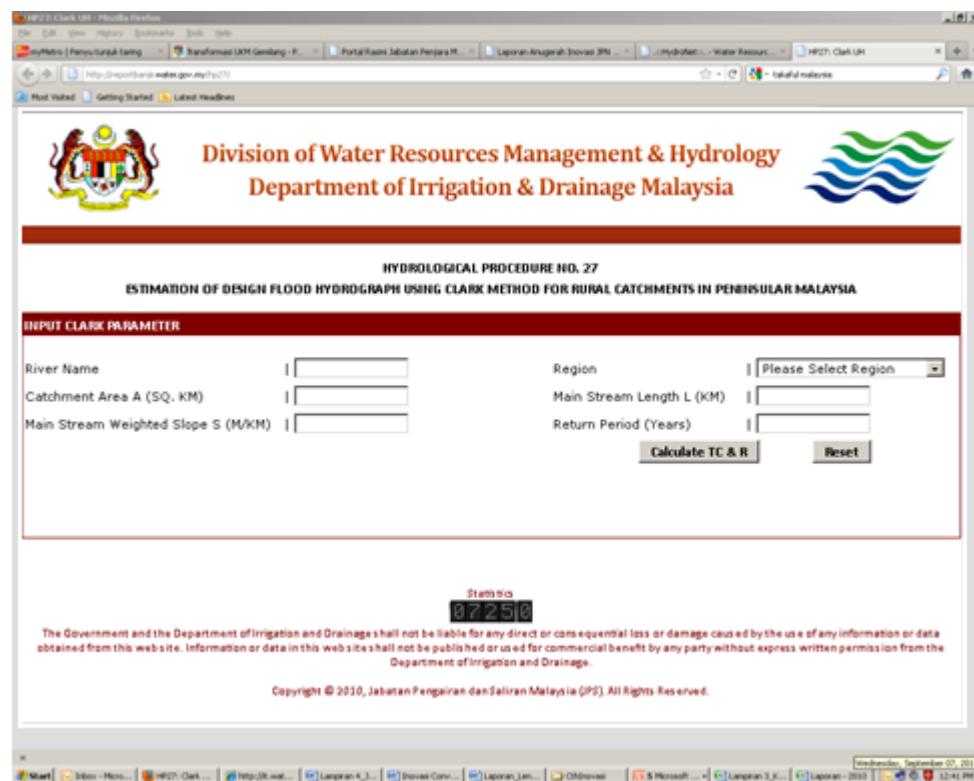


Rajah 7 : Capaian laman sesawang melalui telefon pintar atau “tablet pc”.

6.2 Tahap Perlaksanaan

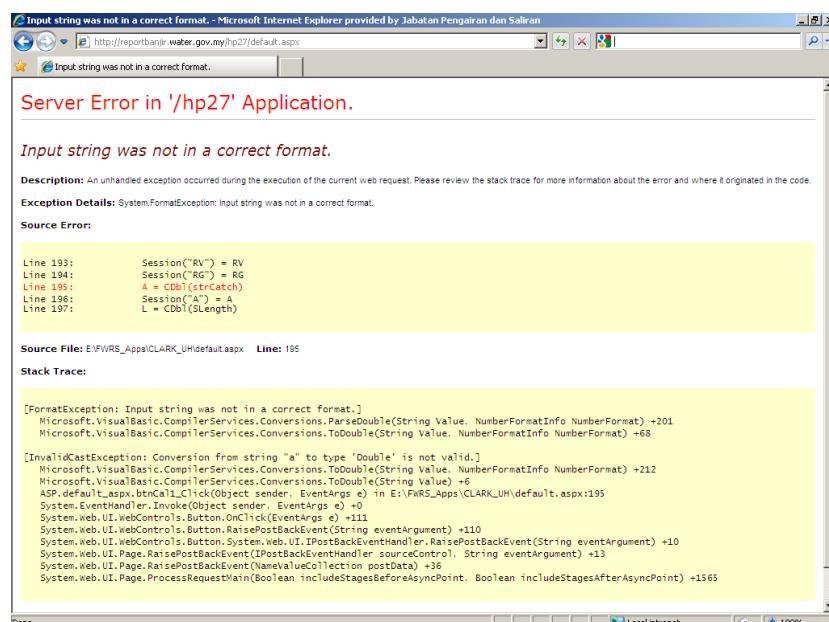
Pembangunan sistem ini telah bermula pada Februari 2010 dan mengambil masa selama empat bulan untuk dibangunkan. Inovasi ini telah mula dicuba-jalan pada Mei 2010 dan telah melalui beberapa penambahbaikan sebelum berjaya diaplikasikan sepenuhnya pada bulan Ogos 2010. Kursus dalaman kepada kakitangan JPS bagi mempromosikan sistem ini telah dilaksanakan pada 9 hingga 10 Ogos 2010 yang turut dihadiri oleh kakitangan JPS Negeri seluruh negara. Rajah dibawah menunjukkan salinan surat jemputan menghadiri Bengkel Prosedur HP27 dan salinan kehadiran bengkel yang telah diadakan di Center of Excellence (CoE) BSAH, JPS Ampang. Edaran laporan kajian Prosedur Hidrologi No. 27 ini kepada pejabat-pejabat JPS dan perunding juga telah dibuat sebelum sesi bengkel dijalankan.

Sehingga kini (7 September 2011) telah menunjukkan statistik penggunaan sebanyak 7,250 capaian.

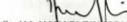


Rajah 7 : Statistik capaian laman sesawang “Online Design Flood Hydrograph”

Sepanjang tempoh cuba-jalan, terdapat beberapa masalah telah dikenalpasti iaitu masalah yang melibatkan pengaturcaraan yang agak kompleks dan menyebabkan masalah *server error* berlaku. Masalah ini timbul sebelum sesi bengkel HP27 dijalankan. Masalah ini telah diselesaikan sepenuhnya dan rajah dibawah ini menunjukkan contoh masalah *server error* yang telah dikenalpasti akibat kesilapan memasukkan data dan ia telah ditambahbaik.



Rajah 8 : Contoh masalah *server error* yang telah dikenalpasti dan ditambahbaik.

<div style="text-align: center; padding: 10px;">  BAHAGIAN PENGURUSAN SUMBER AIR DAN HIDROLOGI (Division of Water Resources Management and Hydrology) JABATAN PENGAIRAN DAN SALIRAN MALAYSIA (Department of Irrigation and Drainage, Malaysia) KM. 7, JALAN AMPANG 68000 AMPANG KUALA LUMPUR, MALAYSIA http://h2o.water.gov.my Tel +603 42695400, 42695510, 42695520, 42695533, 42695538 Fax +603 42694037, 42693735, 42691289, 42601279 </div>	<div style="text-align: center; padding: 10px;">  BAHAGIAN PENGURUSAN SUMBER AIR DAN HIDROLOGI (Division of Water Resources Management and Hydrology) JABATAN PENGAIRAN DAN SALIRAN MALAYSIA (Department of Irrigation and Drainage, Malaysia) KM. 7, JALAN AMPANG 68000 AMPANG KUALA LUMPUR, MALAYSIA http://h2o.water.gov.my Tel +603 42695400, 42695510, 42695520, 42695533, 42695538 Fax +603 42694037, 42693735, 42691289, 42601279 </div>
Ruj. Tuan : Ruj. Kami : (6) dlm. PPS 11/12/3 (CLARK) Tarikh : 19 Mei 2011	
Senarai Edaran seperti Lampiran 1 Y.Bhg. Dato'/Tuan/Puan,	
<p>Development of Unit Hydrograph Concept for Flood Estimation Procedure by Using "Clark Hydrograph" for Rural Catchments in Peninsular Malaysia - Prosidur Hidrologi No. 27 (HP27)</p> <p>- Edaran Prosidur Hidrologi No. 27 (HP27)</p> <p>Dengan hormatnya merujuk perkara di atas.</p> <p>2. Sukacita dimaklumkan bahawa Pejabat ini telah menerbitkan Prosidur Hidrologi No. 27 (HP27) (Estimation of Design Flood Hydrograph Using Clark Method for Rural Catchments in Peninsular Malaysia).</p> <p>3. Sehubungan dengan itu, bersama-sama ini disertakan satu salinan Prosidur Hidrologi No. 27 (HP27) sebagai rujukan Pejabat tuan. Untuk makluman pihak Y.Bhg. Dato'/Tuan/Puan, laporan ini juga boleh diperolehi di laman sesawang http://h2o.water.gov.my.</p> <p>Sekian, terima kasih.</p> <p>"BERKHIDMAT UNTUK NEGARA"</p> <p>Saya yang menurut perintah,  (Ir. HJ. HAMAPI BIN MOHAMAD NOOR) Pengarah, Bahagian Pengurusan Sumber Air dan Hidrologi, Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia. Asas/Unit/HPS/lnsh s.k. Ketua-ketua Unit BSAH Fail tanda</p>	
Ruj. Tuan : Ruj. Kami : (6) dlm. PPS 11/12/3 (CLARK) Tarikh : 20 Ogos 2010	
<p>Senarai Edaran seperti Lampiran 1 Y.Bhg. Dato'/Tuan</p> <p>Nama Projek : 'Development of Unit Hydrograph Concept For Flood Estimation Procedure By Using "Clark Hydrograph" For Malaysia Catchment' (HP27) (No. Kontrak : JPS/PP/H/02/2009) Bengkel Prosidur Hidrologi No 27 : 9 – 10 Ogos 2010</p> <p>Dengan hormatnya merujuk kepada surat pejabat ini bil. (38) dlm PPS 11/12/3 (CLARK) bertarikh 12</p> <p>2. Bersama-sama ini disertakan senarai nama peserta bengkel 'HP 27 - Clark Hydrograph' yang akan diadakan seperti berikut:</p> <p>Tarikh : 9hb - 10hb Ogos 2010 (Isin & Selasa) Tempat : Excellent Centre, Tingkat tiga, Blok B Bahagian Pengurusan Sumber Air dan Hidrologi Km. 7, Jalan Ampang</p> <p>3. Berasama-sama ini juga dilampirkan salinan 'soft-copy' Draft Laporan Akhir dan Drpt Prosidur Hidrologi No.27 untuk rujukan dan tindakan pihak tuan. Sebarang cadangan/ulasan boleh dikemukakan secara berbilang atau senasas bengkel. Para peserta juga adalah diminta agar membawa 'laptop' bagi melancarkan perjalanan bengkel.</p> <p>4. Untuk makluman pihak tuan, tanda bayaran dikenakan untuk penyertaan kursus tersebut. Walau bagaimanapun, perbelanjaan bagi penginapan, makan dan pengangkutan adalah ditanggung oleh pejabat masing-masing.</p> <p>Kerjasama pihak tuan di dalam perkara ini amatlah diharap.</p> <p>Sekian, terima kasih.</p> <p>"BERKHIDMAT UNTUK NEGARA"</p> <p>Saya yang menurut perintah,  (HJ. AZMI MD JAFRI) h.p Pengarah, Bahagian Pengurusan Sumber Air dan Hidrologi Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia. Blok H/PPS/Unit/Unit27/mkh/mia</p>	

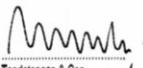
Rajah 9: Salinan surat edaran Prosedur Hidrologi No.27 dan jemputan menghadiri bengkel.

SENARAI PESERTA KURSUS 'CLARK HYDROGRAPH-HP27'**9 – 10 OGOS 2010 / EXCELLENT CENTRE, BSAH**

BIL	NAMA	TEL/HP	FAX	BAHAGIAN/NEGERI	JAWATAN
1.	HAJI KAMARUDIN BIN SAHBUN	07-2667577	07-2908770	JOHOR	J44
2.	LARRY CHARLES BIN SINIUN @ JANIM	07-4328935/36	07-4312954	BATU PAHAT, JOHOR	J41
3.	ASYIKIN BT RUSLI		04-7333372	KEDAH	J41
4.	MOHD ZULKIFLI BIN AHMAD		04-9766553	PERLIS	J48
5.	HAZALIZAH BT HAMZAH			MSMA, IBUPEJABAT	J44
6.	NOOR AISHAH BT ZAHARIN	03-26972506	03-26938346	PBP, IBUPEJABAT	J41
7.	WAN HAIZLY AZAD BIN WAN ABDUL MAJID	03-26972520	03-26938346	PBP, IBUPEJABAT	J41
8.	MOHD SABRI BIN SIDEK	09-5732976		PAHANG	J44
9.	NADIAH BT ABDUL KADIR	09-6233008	09-6232646	TERENGGANU	J41
10.	SHAAARI BIN HARON	09-7476624	09-7483114	KELANTAN	J44
11.	ZAHID BIN ZAINAL ABIDIN		04-9761380	PERLIS	J41
12.	MOHD SHAHRULNIZAM BIN MAT RANI		09-26952285	W.P KUALA LUMPUR	J41
13.	NURLIZA BT ZAKARIA	06-2324802	06-2324407	MELAKA	J41
14.	HOW SAY SZE		03-26973201	BSP, IBUPEJABAT	J36
15.	GNANASEGARAN A/L NARANAYASAMY	03-554476	03-55104494	SELANGOR	J22
16.	LILY AZYYATI BT JOHAR		03-26973139	BSP, IBUPEJABAT	J41
17.	AZNAH BT MD. DAN	06-2324802	06-2324407	MELAKA	J17
18.	FERDAOIS BIN HJ. MOHAMAD	03-26973117	03-26972833	BRE, IBUPEJABAT	J52

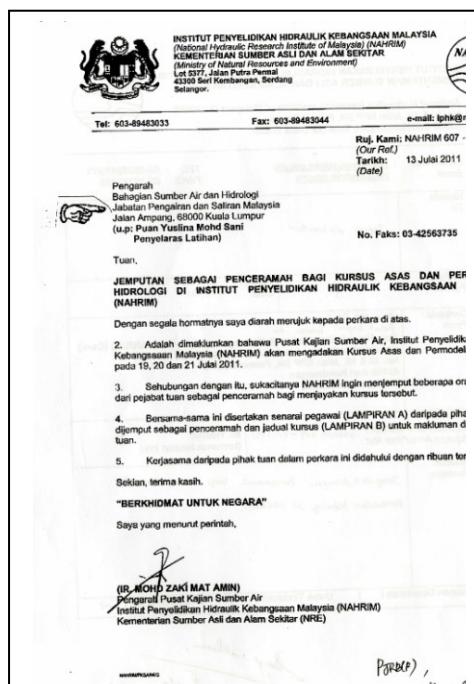
BIL	NAMA	TEL/HP	FAX	BAHAGIAN/NEGERI	JAWATAN
1.	Ir. ZAHARUDIN BIN MUHAMAD ALI	03-42895528	03-42563735	BPSAH, IBUPEJABAT	J44
2.	MOHAMAD HAFIZ BIN HASAN	03-42895529	03-42563757	BPSAH, IBUPEJABAT	J41
3.	ABDUL HAFIZ BIN MOHAMMAD	03-42895525		BPSAH, IBUPEJABAT	J41
4.	YUSLINA BT MOHD SANI	03-42895539		BPSAH, IBUPEJABAT	J48
5.	LIM FEI FEI	03-42895508		BPSAH, IBUPEJABAT	J41

Rajah 10: Salinan senarai nama peserta bengkel HP27.

<p>BORANG KEHADIRAN KURSUS</p> <p>'Development of Unit Hydrograph Concept For Flood Estimation Procedure By Using "Clark Hydrograph" for Malaysia Catchment'</p> <p>Date : 9 - 10 August 2010 Venue : Bilik Komputer Bahagian Pengurusan Sumber Air dan Hidrologi</p> <p>NAMA : MOHD ZULKIFLI AHMAD JAWATAN/GRED : KPP / J48 TELEFON / HP : 013-9182394 NO. FAKS PEJ. : 09-9766553 EMAIL : mohdzulkifli@water.gov.my</p> <p>Sila kembalikan borang ini sebelum 23 Julai 2010.</p> <p> Tandatangan & Cop Ketua Bahagian / Unit Kata Pengakuan Pengerusi (Sumber Air), Jabatan Pengairan dan Saliran, Negeri Perlis</p> <p>Sila kirim / faxkan borang ini kepada: Bahagian Pengurusan Sumber Air dan Hidrologi JPS Malaysia No. Fax: 03-4252 8072</p> <p>Untuk keterangan lanjut sila hubungi: En. Mohammad Kharzir Husain (03-4289 5540) Cik Wan Najihah Farhanah binti Wan Hassan (03-4289 5542) En. Isyamuddin Ahmad (03-4289 5544)</p>	<p>BORANG KEHADIRAN KURSUS</p> <p>'Development of Unit Hydrograph Concept For Flood Estimation Procedure By Using "Clark Hydrograph" for Malaysia Catchment'</p> <p>Date : 9 - 10 August 2010 Venue : Bilik Komputer Bahagian Pengurusan Sumber Air dan Hidrologi</p> <p>NAMA : NADIAH BT ABDUL KADIR JAWATAN/GRED : PENOLONG PENGARAI / J41 TELEFON / HP : 09-623 3008 / 019 229 5504 NO. FAKS PEJ. : 09 623 2646 EMAIL : nadiah@jpt.tenggong.mys</p> <p>Sila kembalikan borang ini sebelum 23 Julai 2010.</p> <p> Tandatangan & Cop Ketua Bahagian / Unit DAUP Kata Pengakuan Pengerusi Bahagian Sumber Air dan Hidrologi Jabatan Pengairan dan Saliran Negeri Terengganu</p> <p>Sila kirim / faxkan borang ini kepada: Bahagian Pengurusan Sumber Air dan Hidrologi JPS Malaysia No. Fax : 03-4252 8072</p> <p>Untuk keterangan lanjut sila hubungi : En. Mohammad Kharzir Husain (03-4289 5540) Cik Wan Najihah Farhanah binti Wan Hassan (03-4289 5542) En. Isyamuddin Ahmad (03-4289 5544)</p>
--	---

Rajah 11 : Salinan pengesahan kehadiran peserta bengkel HP27.

Di samping itu, satu sesi promosi berkenaan aplikasi ini juga telah dijalankan kepada kakitangan Institut Penyelidikan Hidraulik Kebangsaan Malaysia (NAHRIM) pada 19 hingga 21 Julai 2011. Rajah di bawah menunjukkan salinan surat jemputan penceramah Kursus Asas dan Permodelan Hidrologi di NAHRIM.



Rajah 12 : Salinan surat jemputan kepada penceramah di NAHRIM.

Tahap perlaksanaan sistem ini sedang dilaksanakan di peringkat jabatan dan agensi luar di seluruh negara termasuk di peringkat daerah, peringkat negeri, dan juga peringkat ibu pejabat. Namun begitu, promosi dan juga “roadshow” akan dilaksanakan dari semasa ke semasa bagi meluaskan penggunaan sistem ini.

6.3 Replicability

Sistem “Online Design Flood Hydrograph” ini juga boleh digunakan oleh agensi-agensi yang menjalankan kerja-kerja rekabentuk hidrologi dan hidraulik sebagaimana berikut:

- Jabatan Kerja Raya (JKR), Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan (KPKT), Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) dan Lembaga Lebuhraya Malaysia (LLM) – pengiraan kadar alir sungai dan sistem saliran bagi pembinaan jambatan atau pembetung jalan, penentuan dan penetapan aras jalan raya yang bakal dibina, rekabentuk sistem saliran atau kolam takungan, serta bagi tujuan analisis selepas kejadian tanah runtuh akibat hujan.
- JPS – analisis kadar alir banjir rekabentuk dengan menggunakan prosedur-prosedur lain seperti HP4, HP5, dan HP11 dengan menggunakan data-data terkini, analisis selepas kejadian banjir dan kemarau, dan juga rekabentuk sistem saliran berdasarkan Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) bagi Bahagian Saliran Mesra Alam, JPS Malaysia.
- NAHRIM – analisis kadar alir sungai yang masuk ke dalam tasik dan juga kawasan kajian, serta bagi tujuan rekabentuk dan analisis kejuruteraan sungai.
- Universiti – analisis bagi tujuan kajian berkaitan sumber air permukaan (surface water resources).

6.4 Efisiensi

Secara umumnya, tiga langkah utama yang perlu dilaksanakan untuk mendapatkan anggaran hidrograf banjir rekabentuk sebagaimana berikut:

- i) Mengenalpasti ciri-ciri kawasan tadahan seperti luas tadahan, panjang sungai dan kecerunan sungai daripada peta topografi.

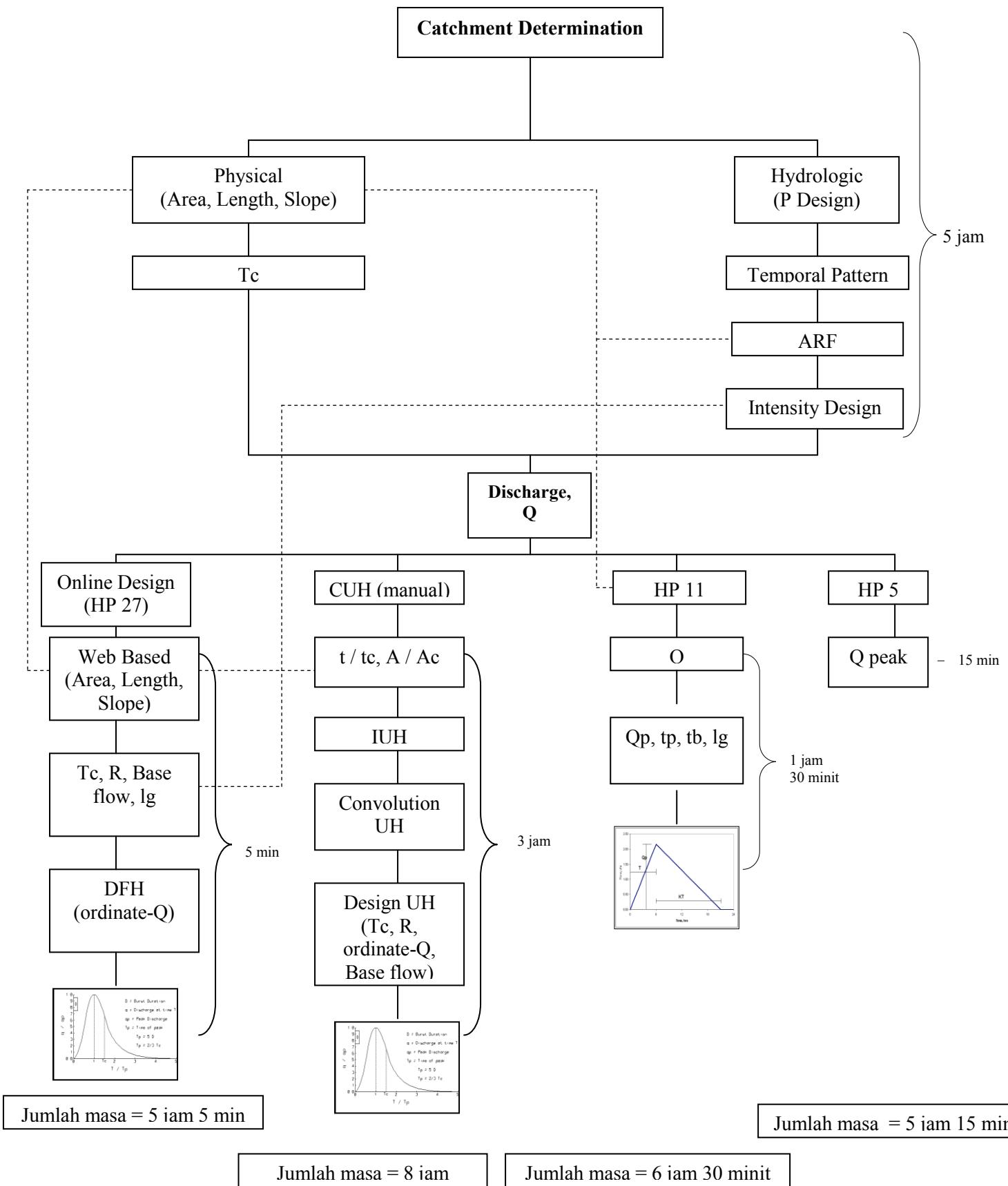
- ii) Mengenalpasti hujan rekabentuk berdasarkan tempoh ulangan tertentu (5, 10, 25, 50 atau 100 ARI).
- iii) Menjalankan analisis penganggaran hidrograf banjir rekabentuk samada menggunakan kaedah *Clark Unit Hydrograph (CUH)*, HP27, HP5, ataupun HP11.

Bagi tujuan mendapatkan anggaran hidrograf banjir rekabentuk, langkah (i) dan (ii) di atas perlu dilaksanakan terlebih dahulu samada rekabentuk dibuat menggunakan aplikasi “Online Design Flood Hydrograph” (Online Design HP27), ataupun secara pengiraan manual (sebelum inovasi). Anggaran tempoh masa yang diambil bagi menjalankan langkah (i) dan (ii) adalah dalam tempoh lebih kurang 5 jam. Manakala bagi langkah (iii), tempoh masa yang diambil adalah bergantung kepada jenis kaedah atau prosedur yang dipilih. Rajah 13 menunjukkan tempoh masa yang diambil bagi menentukan nilai kadar alir rekabentuk mengikut kaedah yang berbeza. Sebagai contoh, tempoh yang diambil menggunakan kaedah manual *Clark Unit Hydrograph (CUH)* adalah selama 8 jam.

Selepas aplikasi ini dibangunkan, penyediaan anggaran hidrograf banjir rekabentuk boleh dibuat dalam masa yang singkat. Masa penyediaan anggaran hidrograf banjir rekabentuk dapat dijimatkan kepada 5 minit sahaja, justeru menjimatkan masa 2 jam 55 minit untuk satu-satu proses rekabentuk bagi setiap kawasan tадahan. Pada kebiasaananya, projek tebatan banjir melibatkan kawasan kajian yang luas dan perlu dipecahkan kepada beberapa sub-tадahan yang lebih lecil bagi memenuhi kriteria rekabentuk. Ini bermakna tempoh masa keseluruhan projek dapat dikurang dan secara tidak langsung akan dapat menjimatkan kos projek.

Rajah 13 dibawah menunjukkan carta aliran dan masa penyediaan anggaran hidrograf banjir rekabentuk sebelum dan selepas perlaksanaan sistem ini bermula daripada tugas (i) hingga (iii).

Berdasarkan aplikasi ini, dua output rekabentuk dapat dihasilkan serentak iaitu rajah hidrograf banjir rekabentuk, dan juga maklumat-maklumat di dalam format teks (Notepad.txt) iaitu maklumat “Catchment Data” dan “Unit Hydrograph Ordinate Data” sebagaimana contoh di **Lampiran 1**.



Rajah 13 : Perbandingan masa penganggaran hidrograf banjir rekabentuk dengan menggunakan kaedah yang berbeza.

6.5 Keberkesanan Kos

6.5.1 Kos perunding

Analisis keberkesanan kos telah dibuat sebelum dan selepas aplikasi ini dilaksanakan. Secara umumnya, kos penjimatan dengan pelaksanaan inovasi dengan berpandukan kepada Manual Perolehan Perkhidmatan Perunding Edisi 2011 Keluaran Kementerian Kewangan Malaysia. Sebagai contoh, dengan mengambilkira bagi satu projek melibatkan satu kawasan dengan 10 kawasan tadahan akan memberikan penjimatan masa selama 29 jam. Berdasarkan kadar gaji bagi kakitangan dengan pengalaman kerja selama 5 tahun dan kadar gaji asa sebulan adalah sebanyak RM 4,000.00 atau RM 22.8 sejam. Penjimatan kos perunding yang dapat dijimatkan adalah sebanyak 57%.

Kos Perunding Kaedah CUH

$$\text{Masa 1 kawasan tadahan} = 8 \text{ jam}$$

$$10 \text{ kawasan tadahan} = 80 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Kos} &= \text{RM} 4,000 \text{ sebulan}/22 \text{ hari}/8 \text{ jam}*80 \text{ jam} \\ &= \text{RM} 1818 \end{aligned}$$

Kos Perunding Kaedah Inovasi HP27

$$\text{Masa 1 kawasan tadahan} = 5 \text{ jam } 5 \text{ minit}$$

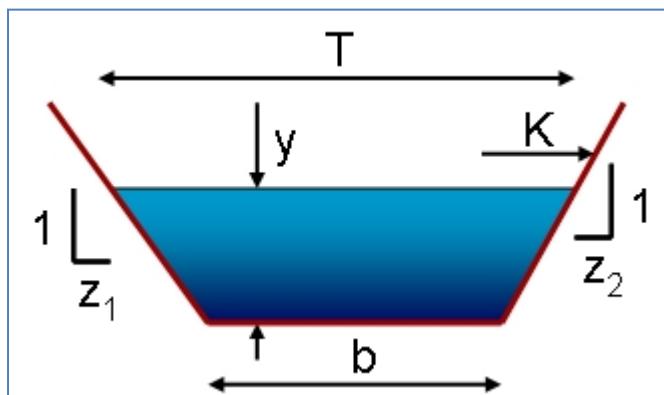
$$10 \text{ kawasan tadahan} = 50 \text{ jam } 50 \text{ minit}$$

$$\begin{aligned} \text{Kos} &= \text{RM} 4,000 \text{ sebulan}/22 \text{ hari}/8 \text{ jam}*50.8 \text{ jam} \\ &= \text{RM} 1154 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penjimatan Kos Perunding} &= \text{RM} 664 \\ &= 57\% \end{aligned}$$

6.5.2 Kos pembinaan

Keberkesanan kos juga dapat dilihat dari segi penjimatan kos pembinaan. Dengan mengambil contoh nilai kadar alir tertinggi bagi kawasan tadahan Sg Kerian, Perak (perkara 5.1) akan memberikan rekabentuk saliran terbuka (open channel) seperti berikut :

Rajah 14 : *Trapezoidal open channel*Jadual 2: Perbandingan saiz rekebentuk *trapezoidal open channel*

Kaedah	'Online Design HP27'	HP11	HP5
Nilai kadaralir tertinggi, Q_p (m^3/s)	603.28	1,186.27	1,160.60
Lebar atas, T (m)	37.5	48.5	47.5
Tinggi, y (m)	4.3	5.1	5.1
Lebar bawah, b (m)	29	38	37

Berpandukan jadual diatas, selepas inovasi dapat dibuktikan kos pembinaan akan dapat dikurangkan dari segi kos pengambilan balik tanah, saiz struktur dan juga tempoh pembinaan.

6.6 Signifikan

Selaras dengan Piagam Pelanggan Jabatan, iaitu dalam ‘Memberi khidmat nasihat/ ulasan teknikal/ maklumbalas dalam tempoh tidak melebihi 14 hari bekerja’, inovasi yang telah dilaksanakan akan dapat membantu kakitangan BSAH dalam memberi maklumbalas berkaitan dalam tempoh yang ditetapkan terutama yang melibatkan rekabentuk hidrologi. Berdasarkan sistem ini, jurutera yang terlibat di dalam rekabentuk boleh mengaplikasikan sistem ini bermula daripada peringkat perancangan sehingga peringkat rekabentuk lagi. Ia juga diharap dapat memberi pengetahuan dan maklumat berguna dalam merealisasikan tatacara kerja yang lebih cekap dan seterusnya dapat meningkatkan kemahiran diri, prestasi dan profesionalisma perkhidmatan awam.

7.0 FAEDAH-FAEDAH LAIN DARI INOVASI

Sistem “Online Design HP27” yang dibangunkan bukan sahaja dapat meningkatkan kualiti kerja dan produktiviti, bahkan ianya memberi banyak faedah kepada

organisasi BSAH, JPS dan lain-lain agensi. Faedah-faedah pelaksanaan sistem ini adalah seperti berikut:

a) Peningkatan Hasil Kerja

Dengan menggunakan aplikasi ‘Online Design Flood Hydrograph’, hasil kerja dapat dihasilkan serentak iaitu nilai kadar alir dan juga hidrograf.

b) Konsep ‘Paperless’

Dengan penggunaan sistem ini, semasa kerja-kerja pengiraan awalan dapat dilakukan tanpa kertas. Setelah pengiraan akhir dan dipersetujui pihak atasan, hanya *output* akhir yang dihasilkan dan akan digunakan untuk rekabentuk perlu dicetak.

c) Pengurangan tenaga pakar

Pengiraan kadar alir bagi sesebuah kawasan tadahan dengan menggunakan kaedah biasa memerlukan kepakaran dalam bidang rekabentuk hidrologi dimana ianya memerlukan tempoh masa yang panjang untuk diperolehi. Dengan kaedah sistem inovasi ini jurutera biasa mampu untuk menghasilkan rekabentuk yang cepat. Sekali gus meningkatkan penglibatan lebih ramai jurutera dalam bidang rekabentuk.

d) Peningkatan produktiviti

Inovasi ini juga telah membantu meningkat produktiviti dan kecekapan pegawai di BSAH dalam menentukan kadar alir bagi kawasan tadahan tertentu.

e) Mesra Pelanggan

Sistem ini juga menyediakan fungsi-fungsi dan paparan yang mesra pengguna kepada setiap pengguna. Antara muka yang ringkas, tersusun dan menarik adalah ciri-ciri yang penting digunakan untuk perlaksanaan inovasi ini.

8.0 PENUTUP

Projek inovasi ini telah mendapat sokongan dan komitmen sepenuhnya daripada pengurusan atasan BSAH. Melalui projek inovasi ini diharap dapat meningkatkan kecekapan dalam menentukan kadar alir rekabentur agar menjadi lebih baik dan tepat. Penambahbaikan akan selalu dibuat ke atas sistem agar ianya sentiasa terkini, selari dengan perkembangan teknologi dan memenuhi kehendak pengguna.

LAMPIRAN 1

MANUAL PENGGUNA APLIKASI “ONLINE DESIGN FLOOD HYDROGRAPH”

1. Modul “Input Clark Parameter”

- a) Buka pelayar laman sesawang dan taip alamat laman sesawang iaitu:

<http://h2o.water.gov.my>

atau

<http://reportbanjir.water.gov.my/hp27>

- b) Pengguna akan dibawa ke laman utama “Input Clark Parameter” bagi tujuan memasukkan data parameter Clark sebagaimana rajah di bawah.

The screenshot shows a web page with the following details:

- Header:** Division of Water Resources Management & Hydrology, Department of Irrigation & Drainage Malaysia. It features the Malaysian coat of arms on the left and a stylized wave logo on the right.
- Title:** HP Procedure No. 27, Unit Hydrograph for Flood Estimation using Clark Hydrograph for Peninsular Malaysia Catchment.
- Form Fields:**
 - River Name: Input field.
 - Region: Drop-down menu labeled "Please Select Region".
 - Catchment Area A (SQ. KM): Input field.
 - Main Stream Length L (KM): Input field.
 - Main Stream Weighted Slope S (M/KM): Input field.
 - Return Period (Years): Input field.
- Buttons:**
 - Calculate TC & R (highlighted in blue)
 - Reset

- c) Masukkan data bagi pengiraan parameter Clark iaitu “River Name”, “Region”, “Catchment Area, A”, “Main Stream Length, L”, “Main Stream Weighted Slope, s”, dan “Return Period”. Kemudian, tekan butang “Calculate TC & R” bagi menggira nilai parameter Clark.
- d) Sekiranya pengguna ingin memasukkan data lain, tekan butang “Reset”.
- e) Nilai parameter Clark seperti “Clark Time of Concentration, T_c ”, “Clark Storage Coefficient, R”, dan “Baseflow” akan dipaparkan sebagaimana rajah dibawah.

INPUT CLARK PARAMETER

River Name	sg rasa	Region	West Peninsular Malaysia
Catchment Area A (SQ. KM)	321	Main Stream Length L (KM)	37.8
Main Stream Weighted Slope S (M/KM)	23.9	Return Period (Years)	20
		Calculate TC & R	Reset
Clark Time of Concentration Tc (HRS)	7.56	Clark Storage Coeff. R (HRS)	8.52
Baseflow (m ³ /s)	15.64		

2. Modul “Input Design Parameter”

- a) Setelah nilai parameter Clark dikira sebagaimana langkah diatas, satu paparan antaramuka baru iaitu bagi modul “input Design Parameter” akan dipaparkan sebagaimana rajah dibawah.

INPUT DESIGN PARAMETER

Temporal Pattern Type	-- Please select temporal pattern type --		
Storm Duration (HRS)	--Please select storm duration--	Time Interval (HRS)	--Please Select--
Areal Reduction Factor		Rainfall Depth (MM)	
Fraction of Temporal Pattern (separate each value with a comma)			
Calculate Reset			

- b) Pengguna kemudian perlu memasukkan data parameter rekabentuk hujan seperti “Temporal Pattern Type”, “Storm Duration”, “Time Interval”, “Areal Reduction Factor”, “Rainfall Depth”, dan juga “Fraction of Temporal Pattern”. Maklumat-maklumat hujan rekabentuk ini boleh diperolehi daripada garispanduan MSMA (Chapter 13) ataupun Prosedur Hidrologi No.1 (HP1). Adalah dicadangkan nilai hujan rekabentuk dirujuk kepada HP1 kerana ia telah mengambil kira data-data hujan terkini sehingga tahun 2010.
- c) Rajah dibawah menunjukkan nilai hujan rekabentuk yang telah dimasukkan di dalam modul tersebut.

INPUT DESIGN PARAMETER

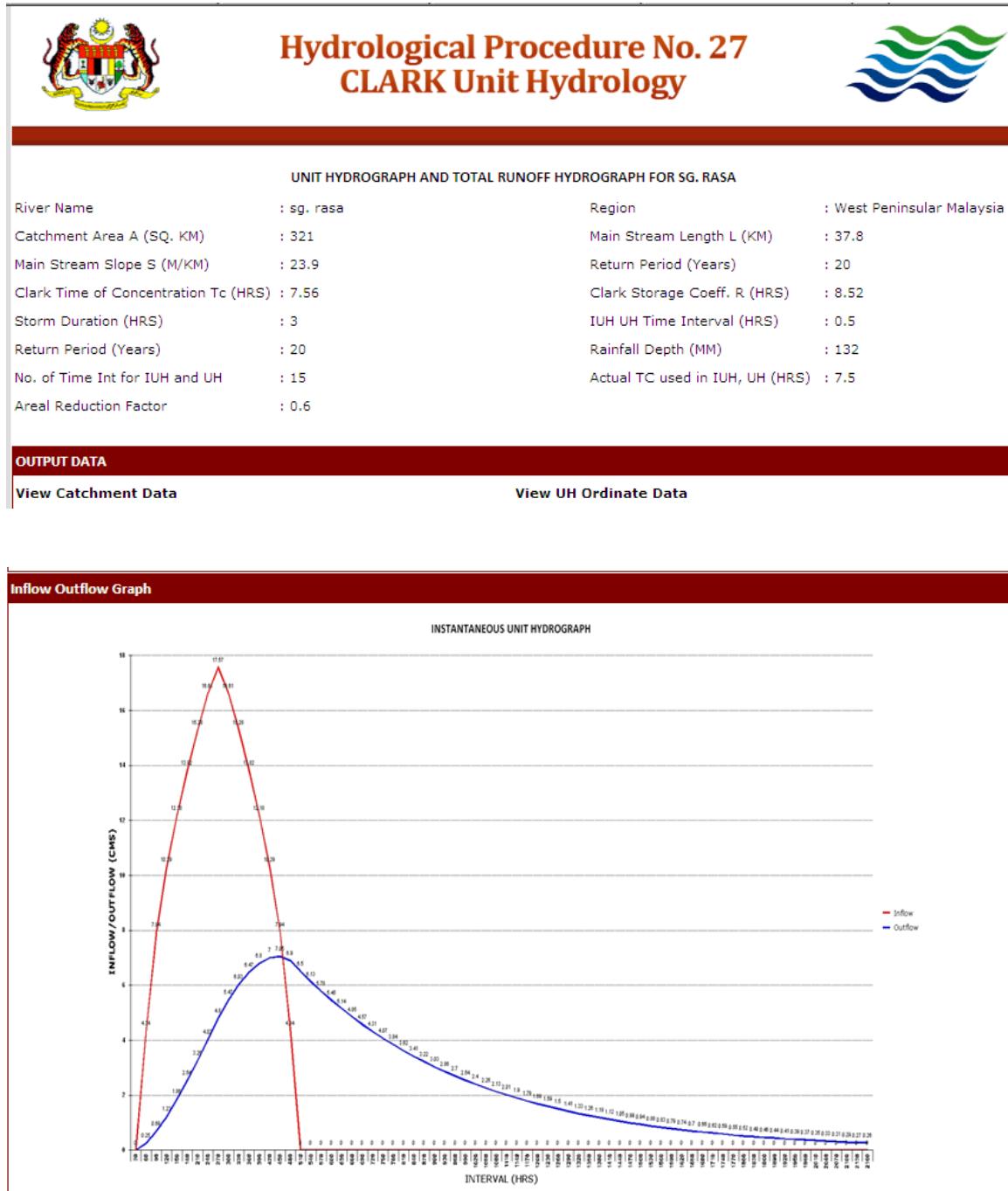
Temporal Pattern Type	Standard		
Storm Duration (HRS)	3 hour	Time Interval (HRS)	30 minute
Areal Reduction Factor	0.6	Rainfall Depth (MM)	132
Fraction of Temporal Pattern (separate each value with a comma)	0.29,0.31,0.20,0.12,0.05,0.03		
Calculate Reset			

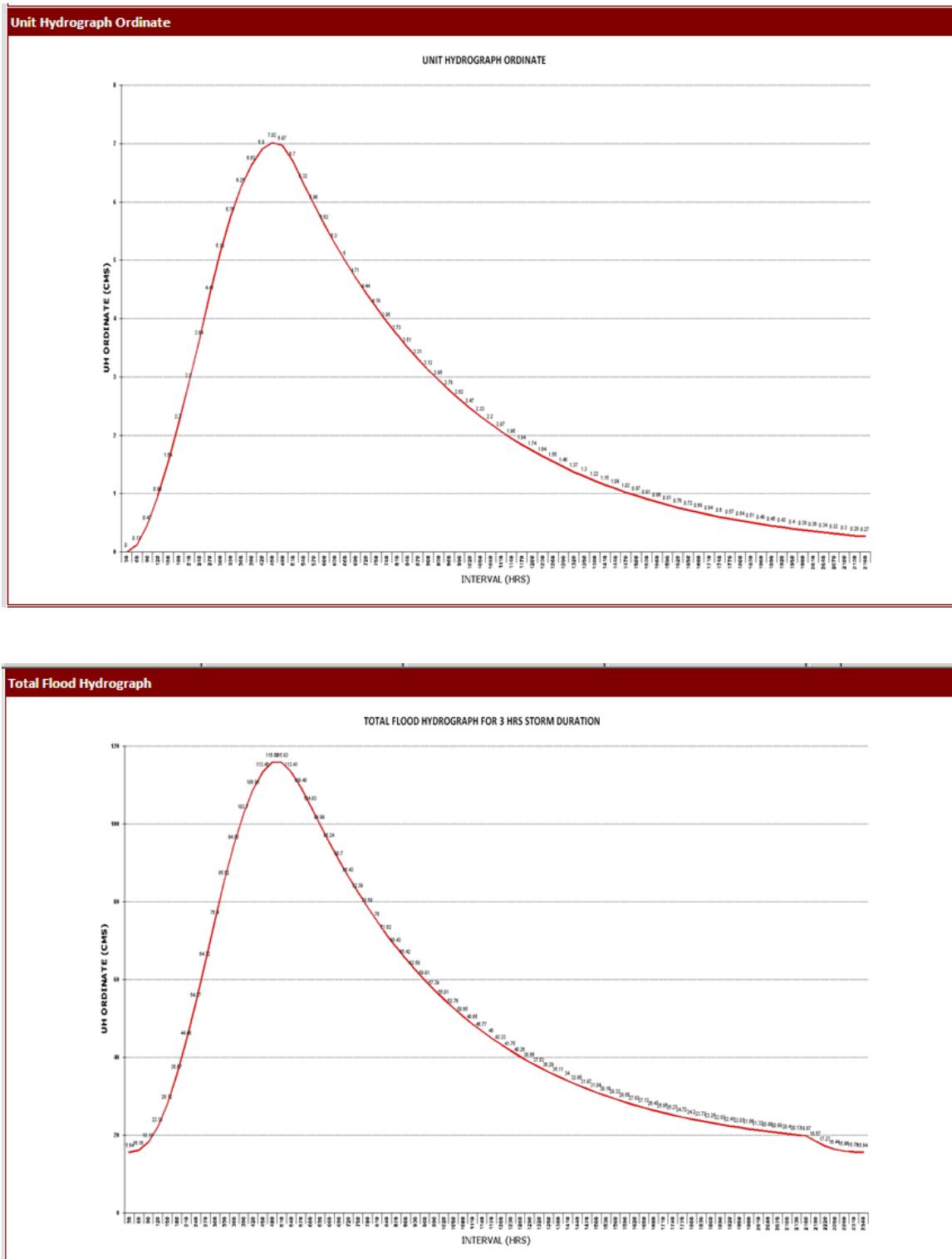
- d) Kemudian, tekan butang “**Calculate**” bagi mendapatkan output hidrograf anggaran kadaralir rekabentuk banjir.

- e) Sekiranya pengguna ingin memasukkan data lain, tekan butang “Reset”.

3. Modul Paparan “Output Data”

- a) Output analisis dan hidrograf anggaran kadar alir rekabentuk banjir ditunjukkan dalam bentuk jadual dan graf sebagaimana rajah dibawah.





menekan butang “View Catchment Data”, dan juga butang “View UH Ordinate Data” bagi tujuan tersebut.

5. Rajah dibawah menunjukkan contoh “Catchment Data” dan juga “UH Ordinate Data” yang telah dieksport ke dalam format teks (Notepad.txt).

NO	TIME INT OF IUH CUMU. AREA	INC AREA
1	0.5	7.81
2	1	22.1
3	1.5	40.6
4	2	62.5
5	2.5	87.35
6	3	114.83
7	3.5	144.7

INTERVAL	UH ORDINATE CMS
1	0.12
2	0.47
3	0.96
4	1.54
5	2.2
6	2.9
7	3.64
8	4.41
9	5.13
10	5.75
11	6.25
12	6.63
13	6.9
14	7.02
15	6.97
16	6.7
17	6.32
18	5.96
19	5.62
20	5.3

- SEKIAN -