

PENERAPAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM UNTUK MEREDUKSI KERUGIAN AKIBAT BANJIR

Trihono Kadri

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Trisakti Jakarta

1. PENDAHULUAN

Mengamati fenomena banjir yang terjadi di kota-kota besar di Indonesia tersebut, maka hampir tidak mungkin dihindari adanya masalah banjir, sehingga masyarakat perkotaan harus dipersiapkan untuk hidup pada kondisi tersebut. Untuk itu diperlukan strategi dan manajemen yang tepat agar dapat tetap hidup layak di daerah rawan banjir.

Berbagai alternatif untuk penyelesaian banjir telah dilakukan baik oleh pemerintah maupun masyarakat luas, akan tetapi mengingat kompleksnya masalah yang dihadapi dan terbatasnya biaya, maka penyelesaian belum dapat dirasakan masyarakat. Salah satu kelemahan yang terjadi saat ini ialah tidak atau belum adanya suatu sistem prakiraan banjir yang terpadu untuk mengantisipasi atau mereduksi kerugian akibat masalah banjir. Selain itu juga belum adanya informasi yang akurat dengan memperhatikan historis dari parameter yang mempengaruhi dan juga terdiskrit secara spasial.

Untuk mempersiapkan data yang akurat dalam menentukan metoda penanggulangan banjir yang paling tepat perlu dibuat suatu sistem informasi yang berbasis komputer sebagai dasar pengambilan setiap keputusan penyelesaian masalah banjir. Akan tetapi sistem informasi berbasis data tabular saja tidaklah cukup untuk menjawab permasalahan pada perencanaan banjir. Masih diperlukan suatu metoda untuk membantu mengkaji banjir dengan acuan analisis spasial.

Perkembangan sistem informasi geografis (SIG) memberikan harapan baru untuk mengoptimalkan upaya penyelesaian masalah banjir, selain untuk memberikan informasi spasial akan karakteristik daerah aliran sungai, SIG juga dapat memberikan gambaran spasial akan peruntukkan dan penutupan lahan secara rinci. Lebih jauh jika diintegrasikan dengan dengan model hidrologi dan hidrolika, maka SIG dapat dikembangkan sebagai media untuk mengetahui daerah rawan banjir atau daerah rawan banjir yang terjadi dengan periode ulang tertentu, sehingga dapat diperkirakan genangan banjir yang akan terjadi.

Sejalan dengan tuntutan masyarakat, maka informasi daerah rawan banjir yang berbasis spasial perlu disampaikan secara luas kepada masyarakat melalui sistem internet yang berkembang dengan pesat saat ini sebagai bagian amanat Undang-Undang Sumber Daya Air No. 7 /2004.

2. DAERAH RAWAN BANJIR DAN PENGELOLAANNYA

Untuk mereduksi kerugian akibat banjir, maka lebih dulu harus diketahui secara pasti daerah rawan banjir. Daerah rawan banjir dapat dikenali berdasarkan karakter wilayah banjir yang dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- 1) limpasan dari tepi sungai,
- 2) wilayah cekungan,
- 3) banjir akibat pasang surut

Menurut Peraturan Menteri PU No. 63/PRT/1993 tentang garis sempadan sungai, daerah manfaat sungai, daerah penguasaan sungai dan bekas sungai, daerah penguasaan sungai adalah dataran banjir, daerah retensi, bantaran atau daerah sempadan. Elevasi dan debit banjir daerah rawan banjir sekurang-kurangnya ditentukan berdasarkan analisis perioda ulang 50 tahunan.

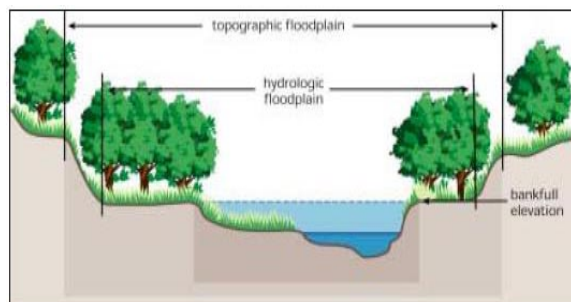
Tingkat resiko di daerah rawan banjir bervariasi tergantung ketinggian permukaan tanah setempat. Dengan menggunakan peta kontur ketinggian permukaan tanah serta melalui analisis hidrologi dan hidrolika dapat ditentukan pembagian dataran banjir menurut tingkat resiko terhadap banjir.

Pembagian daerah rawan banjir digunakan sebagai bahan acuan penataan ruang wilayah perkotaan sehingga diketahui resiko banjir yang akan terjadi. Dengan mengikuti pemetaan daerah rawan banjir yang telah diperbaiki maka resiko terjadi bencana/kerusakan/kerugian akibat genangan banjir yang diderita oleh masyarakat menjadi minimal.

Dalam menentukan (delineasi) daerah rawan banjir perlu didefinisikan apakah lokasi tersebut membutuhkan penanganan khusus. Untuk penataan kondisi daerah yang telah terbangun perlu adanya kebijakan dan pengawasan yang ketat sehingga tidak berkembang melebihi daya dukung wilayah tersebut. Beberapa dasar pemikiran dalam pengelolaan daerah rawan banjir antara lain sebagai berikut:

- 1) Daerah penguasaan sungai/cekungan yang telah terbangun perlu dievaluasi kembali kecenderungannya dan kemampuan daya dukung kawasan tersebut,
- 2) Perkembangan kawasan yang belum terbangun perlu dipertahankan fungsinya sebagai kawasan lindung/sebagai jalur hijau.
- 3) Daerah penguasaan sungai/cekungan akan digunakan sebagai kawasan budidaya perlu ditentukan spesifikasi bangunan dengan pengawasan yang ketat sehingga tetap

mempunyai fungsi dataran banjir sekurang-kurang terhadap banjir perioda ulang 50 tahun.



Gambar 1. Daerah penguasaan sungai.

3. PRINSIP DASAR MANAJEMEN BANJIR

Sebelum menelaah lebih lanjut prinsip dasar manajemen banjir, terlebih dahulu diuraikan penyebab terjadinya banjir ditinjau dari aspek hidrologi dan hidrolika antara lain adalah:

- 1) Penurunan kualitas DAS bagian hulu karena adanya perubahan penataan lahan yang mengakibatkan erosi dan koefisien aliran air menjadi lebih tinggi.
- 2) Urbanisasi yang mengurangi daerah penyerapan air dan meningkatkan koefisien aliran air.
- 3) Intensitas curah hujan yang besar.
- 4) Pengurangan daerah tampungan, seperti kerusakan situ, danau dll.
- 5) Bangunan pengendali banjir tidak memadai akibat pemeliharaan yang buruk.
- 6) Kapasitas alir dan tampung sungai menurun akibat sedimentasi dan sampah.
- 7) Infrastruktur pada badan air akan menurunkan kapasitas alir sungai
- 8) Sistem operasi yang kurang optimal pada bangunan pengendali banjir, seperti pintu air.

Secara periodik air sungai akan meluap dan mengenangi dataran rendah yang dikenal dengan "dataran banjir", masalah banjir akan terjadi apabila dataran rendah tersebut terdapat pemukiman penduduk atau sarana dan prasarana yang digunakan oleh manusia.

Pengendalian banjir yang dilakukan selama ini melalui pembangunan beberapa bangunan air seperti waduk, tanggul, sistem drainase, dan pompa. Namun, meskipun upaya teknis ini telah dilaksanakan, kerugian akibat banjir setiap tahun semakin meningkat akibat pertumbuhan penduduk dan penggunaan lahan yang tidak tepat. Pencegahan banjir terdiri atas penanganan secara teknis dan penanganan secara non teknis.

Menyadari hal ini maka saat ini dilakukan perubahan paradigma dari yang semula berpegang pada acuan untuk "mengusahakan agar banjir dapat dihindarkan dari manusia (*keep water away from people*)" menjadi "mengupayakan agar manusia dapat menghindari banjir (*keep people away from water*)" dan "manusia hidup harmonis dengan air

(*living harmoniously with water*)". Perubahan ini mendasari perumusan suatu sistem baru yang dikenal dengan istilah "pengelolaan dataran banjir (*flood plain management*)".

Pengendalian banjir melalui penataan lahan didasarkan pada tujuan untuk "mengupayakan agar manusia dapat menghindari banjir". Hal ini dapat dilakukan melalui kebijakan penggunaan lahan ini sehingga kerugian dapat diminimalkan. Akan tetapi apabila tidak tercapai, maka diperlukan sarana untuk mereduksi terjadinya banjir pada daerah tersebut.

Penyiapan sarana dan prasarana terhadap ancaman banjir dilaksanakan melalui modifikasi terhadap bangunan yang akan maupun telah terbangun. Jenis kegiatan yang dapat ditempuh misalnya pembangunan kawasan resapan air, menaikkan lantai dasar bangunan, pembuatan sumur resapan, pembangunan dinding penahan banjir dan kegiatan sejenis lainnya.

Untuk mendukung perubahan paradigma pengelolaan dataran banjir ini maka diperlukan suatu basis data secara spasial yang dikaitkan dengan model hidrologi dan hidrolika.

4. INTEGRASI SIG DENGAN MODEL HIDROLIKA SUNGAI

Konsep permodelan daerah resiko banjir atau daerah rawan banjir berkaitan dengan keberadaan model hidrologi dan hidrolika banjir. Pendekatan permodelan ini mengacu pada beberapa pustaka seperti Dinigian dan Huber (1991), Craig dan Burnette (1993), Murrqaw dan Paola (1997), Reed dkk (199, Shanker Kumar (1999) dalam Ghani (2000) yang menyatakan bahwa pemetaan luapan air banjir menggunakan SIG dapat menggunakan dua pendekatan yaitu:

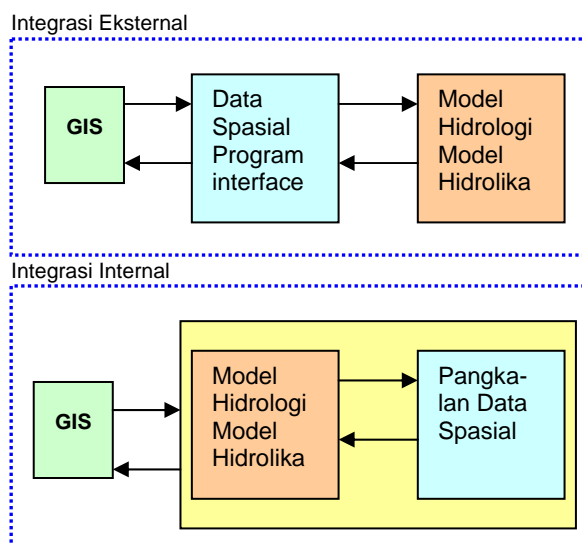
1. Integrasi eksternal model hidraulik dan hidrologi dengan SIG atau dikenal sebagai *Loose Couple*;
2. Integrasi internal model hidraulik dan hidrologi dengan SIG atau dikenal sebagai *Tightly Couple*.

Mc Donnell(1999) dan Maidment (1996) dalam Ghani (2000) menyatakan bahwa pendekatan integrasi eksternal merupakan integrasi yang paling populer dikalangan para analis. SIG membekali data yang diperlukan oleh model, model disimulasikan dan seterusnya SIG digunakan kembali dalam analisa keputusan. Lebih lanjut Ghani (2000) mengatakan bahwa Integrasi internal hanya dapat dilakukan apabila SIG mempunyai bahasa pemrograman tersendiri sehingga dapat analisa hidrolika dan hidrologi dapat masuk kedalam program. Struktur hubungan eksternal dan internal dapat dilihat pada gambar 2.

Pemilihan kedua struktur hubungan ini sangat tergantung pada tujuan dari analisis, ketersediaan data, program yang digunakan dan kemampuan

analisis dalam mengendalikan model tersebut. Pertanyaan awal yang dapat dijadikan acuan pada pemilihan struktur program adalah:

- apa yang dapat dilakukan dan masalah yang akan timbul?
- sesering apa dipergunakan ?
- tahapan kejadian yang akan dianalisis ?
- kemungkinan terjadinya ?



Gambar 2. Integrasi model dan GIS

5. PEMANFAATAN SIG UNTUK INFORMASI DAERAH RAWAN BANJIR

Untuk mempermudah integrasi antara model hidrolika, hidrologi dan sistem informasi geografis. *US. Army Corps. Of Engineer* mengembangkan HEC-GeoHMS dan HEC-GeoRAS. Program ini kemudian dapat digunakan sebagai *interface* dengan perangkat lunak SIG seperti ArcView sehingga dapat secara langsung memproses data spasial yang terdapat dalam SIG kedalam model tersebut.

Selanjutnya sistem ini membantu menjadi media dari analisa model kedalam analisa spasial. Integrasi ini merupakan integrasi eksternal mengingat masing-masing program telah mempunyai bahasa masing-masing akan tetapi dapat disatukan dengan adanya program *interface*.

ArcView akan bekerja dengan optimal apabila digunakan data peta DEM (*Digital Elevation Mode*) yang umumnya dibangkitkan berdasarkan data radar atau foto udara yang akurat. Sedangkan data tutupan lahan dapat secara baik digunakan peta berdasarkan citra satelit terlebih lagi dengan menggunakan Ikonos.

Ghani (2000) menerangkan bahwa *Interface* HEC-GeoRAS membentuk *Shape file* pada ArcView sebagai hasil dari hitungan HEC-RAS, *shape file* ini yang kemudian dapat diaktifkan di layar untuk mengetahui daerah rawan banjir. Apabila telah didapatkan daerah genangan, maka kemudian dapat diekplorasi lebih lanjut mengenai kerugian yang akan terjadi seperti beberapa banyak rumah atau

bangunan yang akan terendam, kerusakan lahan pertanian atau peruntukan lain, beberapa jiwa yang harus diungsikan dan lain-lain sesuai dengan tujuan analisis dan keberadaan data base spasial yang terkait dalam ArcView.

Model *extension* ini memungkinkan menanggulangi aspek dua dimensi pada aliran melalui hubungan antara geometri sungai dengan model digital *terrain* dalam bentuk format *Triangulated Irregular Network* (TIN). Dengan *extension* ini, keluaran didapatkan dari HEC-RAS untuk setiap potongan penampang diinterpolasikan antara potongan penampang, termasuk didalamnya kedalaman air dan kecepatan air permukaan. Model ini memungkinkan untuk memetakan daerah genangan banjir untuk hidrograf banjir pada periode ulang tertentu.

Integrasi model HEC-RAS, HEC-HMS dengan sistem informasi geografis berbasis ArcView 3.2 juga dikembangkan untuk analisis manajemen resiko hidrologi (*hydrologic risk management*) di DAS Romagna. Sistem ini secara khusus dikembangkan untuk keperluan rekonstruksi kurva debit dan neraca air pada DAS tersebut dan memberikan hasil menggambarkan hubungan debit dan kedalaman dalam kondisi muka air tinggi dan rendah dengan memperhatikan parameter aliran. Selain itu Pitocchi dan Mazzoli (2001) juga menggunakan sistem model ini untuk proses perencanaan dan manajemen banjir di DAS Romagna disesuaikan dengan standar kebutuhan database. Masalah utama yang akan dihadapi dalam penerapan sistem model ini ialah konsistensi dalam pembangunan bangunan air yang terpisah, sehingga sistem model ini harus menjadi koneksi/ hubungan data base antar berbagai data untuk keperluan perencanaan.

Secara terpisah Fongers (2002) melakukan studi hidrologi di DAS Ryerson dan menghasilkan hasil yang baik untuk memprediksi volume limpasan dan aliran puncak banjir melalui kondisi langsung permukaan tanah pada hujan dengan periode ulang 2, 10 dan 100 tahunan. DAS Ryerson dibagi menjadi sub-sub DAS kecil yang kemudian direprestasikan ke dalam elemen hidrologi pada HEC-HMS. Secara rinci dilakukan uji terhadap berbagai *Curve Number* agar diperoleh nilai yang paling sesuai untuk setiap sub-sub DAS tersebut dan sekaligus diuji untuk setiap periode ulang tertentu. Lebih jauh Fongers (2002) menyatakan bahwa sistem ini dapat dikembangkan untuk pengelola hujan badai (*stormwater*) secara efektif dan menjabarkan kemungkinan untuk mengembangkan manajemen *stormwater* untuk daerah hulu DAS.

Benavides, dkk (2001) mengaplikasikan HEC-HMS, HEC-RAS, HEC-GeoRAS dengan sistem informasi geografis dengan ArcView 3.2 dan menggunakan data dari NEXRAD radar untuk menganalisis alternatif metoda pengendalian banjir pada DAS Clear dengan luas 260 mil² dengan fokus

daerah banjir seluas 164 mil² di Houston Amerika Serikat. Tujuan dari studi ini ialah untuk menguji keragaman dan efektifitas dari alternatif pengendalian banjir yang spesifik untuk mendapatkan hasil yang dapat diterima. Sistem model ini kemudian digunakan untuk merevaluasi rencana saluran yang ada dengan berbagai skenario kombinasi dengan mendasarkan analisis dengan SIG dan HEC-GeoRAS. Skenario tersebut digunakan untuk menghitung kerugian atau biaya yang harus dikeluarkan untuk memperbaiki akibat kerusakan akibat banjir dengan memperhitungkan berapa rumah atau bangunan yang rusak akibat banjir tersebut.

Perlunya metoda hitungan kerugian banjir diperkuat oleh Sanders dan Tabuchis (2000) yang membahas secara rinci mengenai analisis resiko banjir pada sungai Thames, Inggris. Sistem informasi geografis berbasis ArcView 3.2 dikembangkan untuk mengetahui nilai kerugian (*value of damage*) akibat terjadinya banjir. Dengan menggunakan data kedalaman air, portofolio asuransi dan fungsi kehilangan, maka dapat ditentukan perkiraan kerugian berdasarkan jumlah dan banyaknya properti yang terendam, sistem ini memanfaatkan pada kode pos bangunan yang telah memuat data tipe bangunan dan lokasinya dalam sistem informasi geografis.

Lebih lanjut Sanders dan Tabuchis (2000) mengisyaratkan perlunya dibuat *loss curve* atau kurva kerugian sebagai fungsi dari kedalaman banjir. Untuk mengetahui daerah genangan banjir berdasarkan periode ulang tertentu seperti yang dibutuhkan pada analisis kerugian di atas.

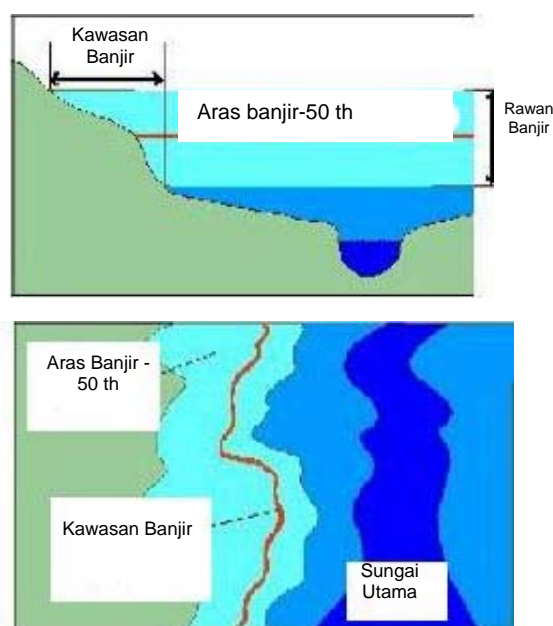
Ghani, dkk (2000) mengembangkan model integrasi antara ArcView 3.2 dengan HEC-6, Fluvial 12 dan HEC-RAS. Model integrasi ini digunakan untuk meramal perubahan aras air sungai, sehingga dapat diketahui luapan air sungai yang akan terjadi. Lebih lanjut hasil hitungan model ini kemudian digambarkan dalam bentuk poligon dengan bantuan HEC-GeoRAS dan kemudian diekspor kedalam sistem informasi geografis. Kedua gambar tersebut dapat dilihat bahwa luasan dan kedalaman daerah genangan. Hal ini merupakan *overlay* antar peta dasar lokasi dengan hasil hitungan model yang digambarkan secara spasial pada ArcView. *Overlay* ini memberikan penampakan yang jelas akan daerah rawan banjir.

Interface HEC-GeoRAS membentuk Shape file pada ArcView sebagai hasil dari hitungan HEC-RAS, shape file ini yang kemudian dapat diaktifkan di layar untuk mengetahui daerah rawan banjir. Apabila telah didapatkan daerah genangan, maka kemudian dapat diekplorasi lebih lanjut mengenai resiko banjir yang akan terjadi seperti beberapa banyak rumah atau bangunan yang akan terendam, kerusakan lahan pertanian atau peruntukan lain, beberapa jiwa yang harus diungsikan dan lain-lain

sesuai dengan tujuan analisis dan keberadaan data base spasial yang terkait dalam ArcView.

Pengembangan sistem model yang hampir sama di Malaysia dilakukan oleh Sinnakuadan, dkk (2001) untuk mendefinisikan dataran banjir secara tepat berdasarkan analisis SIG berbasis ArcView 3.2 dan diintegrasikan dengan HEC-6 dengan bantuan *interface* AVHEC-6.avx untuk mengetahui pergerakan sedimen atau menentukan gerakan morfologi sungai.

Lebih jauh Ghani, dkk (2001) melakukan analisis untuk menentukan garis batas dataran banjir sungai Pari di Ipoh Malaysia sehingga dapat memberikan arahan bagi perkembangan kawasan dengan didasari batas daerah rawan banjir pada periode ulang tertentu.



Gambar 3. Daerah rawan banjir 50 thn

Beberapa aplikasi yang telah diuraikan di atas menunjukkan pentingnya informasi daerah rawan banjir dan juga perlunya keandalan integrasi model hidrologi-hidrolika dengan sistem informasi yang berbasis spasial. Hal ini perlunya dikembangkan lebih lanjut di Indonesia yang merupakan wilayah dengan tingkat resiko bencana banjir cukup besar.

Saat ini di Indonesia telah banyak dikembangkan metoda identifikasi masalah genangan dan SIG sebagai bagian untuk mereduksi masalah banjir, hanya saja informasi ini masih belum “membumi” sehingga justru masyarakat yang menderita kerugian akibat banjir belum dapat mengakses data ini dengan mudah.

6. SIMPULAN

Penyelesaian masalah banjir membutuhkan keikut-sertaan semua pihak baik itu pemerintah, swasta dan masyarakat di dalam suatu sistem pengelolaan banjir yang terpadu. Untuk itu

diperlukan suatu sistem informasi yang berbasis spasial untuk mereduksi atau menekan kerugian akibat banjir.

Perkembangan sistem informasi geografis yang diintegrasikan dengan model hidrologi dan hidrolika cukup handal untuk memetakan prakiraan daerah rawan banjir. Integrasi ini membutuhkan *interface* yang memberikan suatu keleluasaan para analis untuk mengkaji permasalahan banjir dalam suatu daerah aliran sungai.

Informasi daerah rawan banjir saat ini belum dapat diakses oleh masyarakat yang justru menderita akibat banjir, hal ini yang menjadikan suatu pemikiran baru dalam keinginan untuk mereduksi kerugian akibat banjir.

PUSTAKA

Benavides, J.A., Pietruszewski, B., Kirsch, B., Bedient, P. 2001. *Analysis Flood Control Alternatives for the Clear Creek Watershed in a Geographic Information System Framework*, Department of Environmental

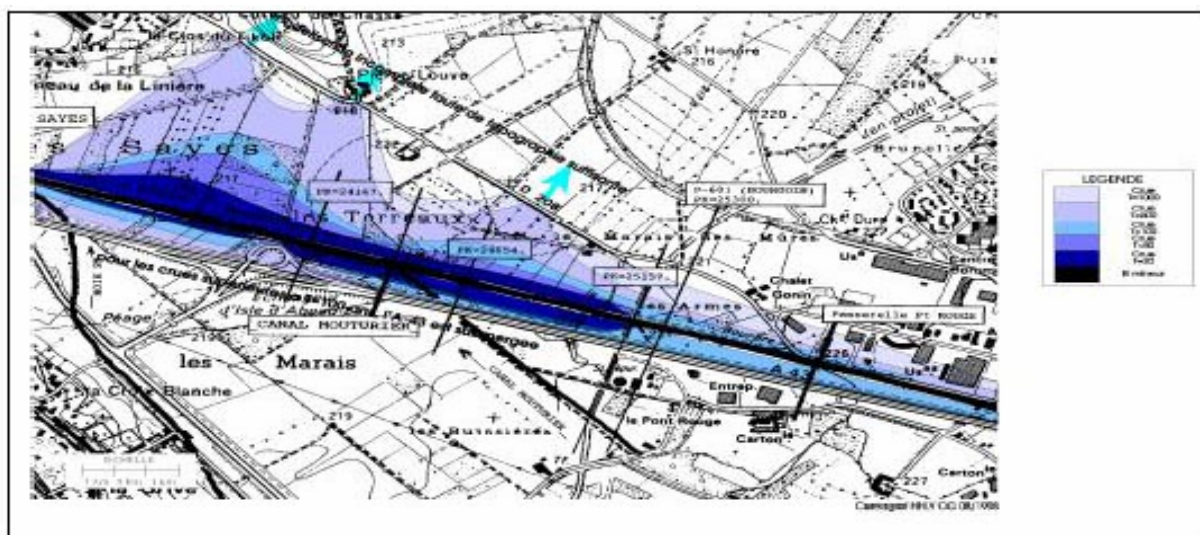
Science and Engineering, Rice University, Houston, Texas.

Fongers, D. 2002. *A Hydrologic Study of the Ryerson Creek Watershed*, Hydrologic Studies Unit, Land and Water Management Division Michigan Department of Environmental Quality.

Ghani, AB., Sinnakuadan, S.K., Ahmad, M.S., Zakaria, N.A., Abdullah, R. Abustan, I. 2000. *Isu dan Amalan Dalam Reka Bentuk Sistem Pemetaan risiko Banjir Secara Menyeluruh*. National Civil Engineering Conference, AWAM 2000.

Pistocchi, A., Mazzoli, P. 2001. *Use of HEC-RAS and HEC-HMS model with ArcView for Hydrologic Risk Management*.

Sanders, S., Tabuchis, S. 2000. *Decision Support System for Flood Risk Analysis for the River Thames, United Kingdom*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 66 No. 10. United Kingdom.



Gambar 4. Peta daerah rawan banjir.