

SIMULASI MODEL ALOKASI KEBUTUHAN RUANG KOTA/ WILAYAH BERDASARKAN KEBERLANJUTAN FUNGSI KONSERVASI AIR DAN PENCEGAH BANJIR

Nawa Suwedi, Mukaryanti, Alinda Medrial Zein, Diar Shiddiq

Abstract

Regional Spatial Planning (RTRW) of a city or a region becomes important due to limitation of land, while land necessity is increasing. In order to achieve the sustainable city / region, the attention to natural capabilities on water conservation and flood protection should be adapted on RTRW. The RTRW should prevent the existing capabilities and increase when the capabilities are less.

Using simulation of model as tool of analysis in the spatial planning process, we can see the city/ region capabilities on water conservation and flood protection, and then make decision on spatial use of the city / region. The simulation in this study was applied in the City of Batam, which was focused in Batam Island by using data on the year of 2000. The results of the simulation shows that regions which are categorized as having high and very high capabilities on water conservation occupied only 13,36%, while those that have high and very high capabilities on flood protection is about 23,75% of the island area. By applying of reboisement scenarios, the regions that have high and very high capabilities on water conservation can be increased to become 56,97% and those that have high and very high capabilities on flood protection increase to 53.58% of the island area.

KataKunci: Alokasi Kebutuhan Ruang, Simulasi, Model, SIG, RTRW, Kota Berkelanjutan, Konservasi Air, Mencegah Banjir, Kota Batam, Pulau Batam

1. PENDAHULUAN

Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) yang dimiliki oleh setiap daerah kabupaten/ kota pada dasarnya berfungsi sebagai alat pengendali perubahan tata guna lahan. Pengendalian perubahan tata guna lahan tersebut menjadi sangat penting karena luas lahan di suatu daerah sifatnya tetap sedangkan kebutuhan akan lahan menjadi semakin tinggi sebagai akibat dari perkembangan dan kemajuan suatu daerah. Sejalan dengan perkembangan dan kemajuan suatu daerah, maka desakan terhadap perubahan ruang-ruang alami ke lahan terbangun seperti perumahan, perkantoran, pertokoan, jalan, dan lapangan parkir maupun dari ruang-ruang alami ke bentuk lahan yang lain menjadi semakin tinggi. Sebagaimana kita ketahui bersama bahwa ruang-ruang alami seperti hutan, sawah, lahan basah (*wetlands*), danau atau situ, serta hutan mangrove di pesisir secara ekologis akan

berfungsi sebagai daerah-daerah resapan air dan/ atau pengendali/ penyangga banjir. Konversi lahan-lahan alami ke lahan lain tersebut akan berdampak pada menurunnya kemampuan alami suatu daerah dalam mengkonservasi air dan mengendalikan banjir di musim penghujan. Kemampuan alami kota/ wilayah dalam mengkonservasi air dan mengendalikan banjir menjadi salah satu indikator suatu kota/ wilayah dikatakan sebagai kota yang berkelanjutan (*sustainability city*) ⁽¹⁾. Dengan demikian, RTRW menjadi penting artinya bagi perwujudan suatu kota/ wilayah menjadi suatu kota yang berkelanjutan.

Mengingat pentingnya peran RTRW dalam menentukan keberlanjutan fungsi ekonomi, sosial dan ekologis, maka pembatasan pengembangan yang masih dapat diterima dalam konteks keberlanjutan menjadi sangat penting. Pendekatan pemodelan dan simulasi diharapkan dapat digunakan sebagai perangkat analisis (*tools*

of analysis) di dalam proses penentuan pembatasan pengembangan tersebut. Hal ini dikarenakan bahwa alat analisis ini dapat membantu mengintegrasikan aspek dinamika perkembangan kota/ wilayah dan aspek daya dukung alami kota/ wilayah. Hasil dari pendekatan simulasi model tersebut diharapkan dapat di intergrasikan ke dalam struktur tata ruang kota/ wilayah sehingga diperoleh pola dan struktur tata ruang wilayah / kota yang berkelanjutan.

Tujuan dari kegiatan ini adalah memperoleh perangkat analisis untuk penataan ruang wilayah kabupaten yang berkelanjutan, khususnya ditinjau dari keberlanjutan fungsi ekologis wilayah dalam mengkonservasi air yang berasal dari proses hidrologi serta mengendalikan banjir, dengan menggunakan model-model yang aplikatif dan sesuai dengan kondisi alami dari tapak.

Kegiatan studi simulasi model alokasi kebutuhan ruang kota/ wilayah dalam mengkonservasi air dan mengendalikan banjir diterapkan di Kota Batam, yang difokuskan pada wilayah Pulau Batam, dengan alasan : sebagian besar kegiatan perkotaan Kota Batam terkonsentrasi di P.Batam, mewakili karakteristik kota pulau, berpotensi terhadap permasalahan kelangkaan sumberdaya air pada musim kemarau dan banjir pada musim penghujan, serta tersedianya data yang cukup.

2. PERALATAN DAN METODOLOGI

2.1. Peralatan

Untuk dapat melakukan simulasi model ini kita telah menggunakan berbagai perangkat analisis seperti *ArcView*, *AcrView Image Analysis*, *Microsoft Acces* dan *Microsoft Excel*. Perangkat analisis model dinamik seperti *PowerSim/ Dynamo* belum sepenuhnya diterapkan, tetapi model pendekatannya saja yang baru digunakan. Adapun jenis data digital yang harus disediakan untuk kepentingan simulasi model ini antara lain adalah:

- Citra satelit (untuk kali ini kita gunakan Citra Landsat TM 7+ tahun 1990 dan 2000)
- Peta Penggunaan Lahan (Jaringan jalan, sungai, danau, waduk, hutan, daerah terbangun, dan penggunaan lahan yang lain)
- RTRW ⁽¹⁾
- Peta Jenis Tanah ⁽²⁾

- Peta Bentuk Lahan
- Peta Topografi/ Kelerengan
- Peta Geologi ⁽³⁾
- Peta Geohidrologi ⁽⁴⁾
- Peta Curah Hujan ⁽⁵⁾

2.2. Metodologi

a. Digitasi Peta dan Pengolahan Citra

Langkah awal yang harus dilakukan sebelum melakukan simulasi model adalah membuat data-data digital dari berbagai macam data peta (penggunaan lahan, RTRW, jenis tanah, bentuk lahan, topografi, geohidrologi dan curah hujan). Apabila data digital penggunaan lahan untuk tahun yang akan disimulasikan tidak ada, maka diperlukanlah proses pengolahan data citra menjadi data digital. Proses pengolahan citra, yaitu dengan perangkat analisis *ArcView Image Analysis*, tersebut mencakup: (1) koreksi radiometrik guna meminimalkan pengaruh tutupan awan (2) koreksi geometrik untuk standarisasi citra ke dalam standar geodetik peta rupa bumi (3) interpretasi dan klasifikasi jenis tutupan lahan yang ada (4) konversi data citra ke dalam format vektor. Data-data tersebut dibuat kedalam format data SIG vektor yang kemudian dilakukanlah pengolahan dan simulasi model dengan perangkat analisis *ArcView*.

b. Pengolahan Data Digital

Adapun metode analisis kemampuan alami di dalam mengkonservasi air dilakukan dengan pendekatan sebagai berikut⁽⁶⁾ :

$$KA = 0.21 CH + 0.42 GL + 0.07 Lr + 0.03 T + 0.03 GPr + 0.12 G + 0.12 LA$$

Sedangkan metode analisis kemampuan alami di dalam mengendalikan/ mencegah banjir dilakukan dengan pendekatan sebagai berikut⁽⁶⁾ :

$$PB = CH + 3 GL + 2 Lr + 2 T + Lf + G$$

Dimana :

- KA : fungsi mengkonservasi air
- PB : fungsi mencegah banjir
- CH : rating curah hujan
- GL : rating guna lahan
- Lr : rating lereng
- T : rating tanah
- GPr : rating kemampuan meneruskan air suatu batuan
- G : rating geologi bawah permukaan
- LA : rating level air
- Lf : rating *landform*

c. Skenario Simulasi Model

Skenario simulasi ini ditujukan untuk memberikan masukan kepada Pemerintah Kota Batam di dalam kaitannya dengan rencana pengembangan Kota Batam sebagaimana yang akan tertuang di dalam RTRW Kota Batam. Skenario ini hanya ditujukan pada kepentingan mempertahankan kemampuan alami Kota Batam di dalam mengkonservasi air dan mencegah banjir. Untuk dapat mencapai kota berkelanjutan yang sesungguhnya, beberapa simulasi skenario untuk tujuan yang lainnya tentu perlu di lakukan.

d. Skenario Simulasi Model Alokasi Kebutuhan Ruang Kota/ Wilayah Berdasarkan Keberlanjutan Fungsi Konservasi Air.

Skenario kebijakan untuk tujuan mempertahankan kemampuan alami Pulau Batam dalam mengkonservasi air, dilakukan dalam beberapa hal yaitu :

- Meningkatkan luas wilayah yang berpotensi sebagai daerah yang dapat mengkonservasi air dengan jalan menghijaukan lahan semak, ilalang dan lahan terbuka lainnya. Hal ini dilakukan karena menghijaukan lahan semak, ilalang dan lahan terbuka lainnya akan lebih mudah bila dibandingkan dengan membongkardan menggusur lahan terbangun ataupun merelokasi permukiman.
- Membatasi perkembangan lahan terbangun (perumahan, parkir, atau daerah terbangun lainnya) ke arah lahan seperti sawah, rawa, hutan, tambak dan danau.
- Menerapkan aturan pelarangan pembangunan di daerah yang punya potensi tinggi dan tinggi sekali di dalam mengkonservasi air.
- Menerapkan aturan pelarangan pembangunan di daerah sempadan (jalan, sungai, danau dan pantai).
- Menerapkan aturan optimalisasi pengembangan kawasan terbangun (misalnya dengan cara menerapkan program pembangunan lahan terbangun secara vertikal)

Dalam rangka menjalankan skenario peningkatan luas wilayah yang dapat mengkonservasi air , maka simulasi model yang dilakukan meliputi :

- Merubah lahan semak, ilalang dan lahan terbuka menjadi lahan hutan
- Perubahan ini hanya dilakukan untuk lahan datar (lereng < 25 %), pada tanah dan kondisi geologi yang mendukung serta pada daerah dengan curah hujan tinggi.

e. Skenario Simulasi Model Alokasi Kebutuhan Ruang Kota/ Wilayah Berdasarkan Keberlanjutan Fungsi Mencegah Banjir.

Skenario kebijakan untuk tujuan mempertahankan kemampuan alami Pulau Batam dalam mencegah banjir, dilakukan dalam beberapa hal yaitu :

- Meningkatkan luas wilayah yang berpotensi sebagai daerah yang dapat mencegah banjir dengan jalan menghijaukan lahan semak, ilalang dan lahan terbuka lainnya. Hal ini dilakukan karena menghijaukan lahan semak, ilalang dan lahan terbuka lainnya akan lebih mudah bila dibandingkan dengan membongkardan menggusur lahan terbangun ataupun merelokasi permukiman.
- Membatasi perkembangan lahan terbangun (perumahan, parkir, atau daerah terbangun lainnya) ke arah lahan seperti sawah, rawa, hutan, tambak dan danau.
- Menerapkan aturan pelarangan pembangunan di daerah yang punya potensi tinggi dan tinggi sekali di dalam mencegah banjir.
- Menerapkan aturan pelarangan pembangunan di daerah sempadan (jalan, sungai, danau dan pantai).
- Menerapkan aturan optimalisasi pengembangan kawasan terbangun (misalnya dengan cara menerapkan program pembangunan lahan terbangun secara vertikal)

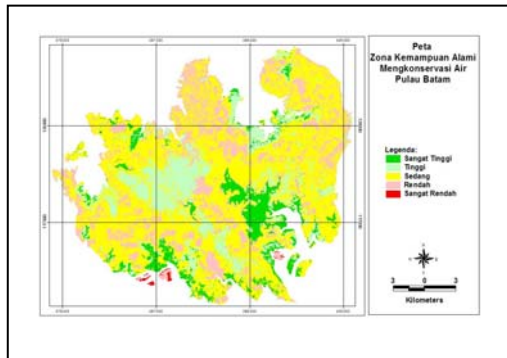
Dalam rangka menjalankan skenario peningkatan luas wilayah yang dapat mencegah banjir, maka simulasi model yang dilakukan meliputi :

- Merubah lahan semak, ilalang dan lahan terbuka menjadi lahan hutan
- Perubahan ini dilakukan untuk semua kelerengan lahan, pada semua tanah dan kondisi geologi yang mendukung, serta pada daerah dengan curah hujan tinggi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Alokasi Kebutuhan Ruang Kota Berdasarkan Keberlanjutan Fungsi Konservasi Air

Berdasarkan hasil implementasi model analisis kemampuan alami dalam mengkonservasi air di Pulau Batam Tahun 2000, diketahui bahwa zona kemampuan alami tinggi dan tinggi sekali di dalam mengkonservasi air di Pulau Batam hanya ada sekitar 13.36% (dari total luas wilayahnya). Sedangkan untuk zona dengan kemampuan alami sedang mencapai 49,59% dan sisanya menduduki zona dengan kemampuan rendah dan rendah sekali. Gambaran sebaran kemampuan alami Pulau Batam dapat di lihat di Gambar-1 dan sebaran berdasarkan kecamatannya dapat dilihat di Tabel1.



Gambar 1. Zona Kemampuan Alami Pulau Batam Dalam Mengkonservasi Air Berdasarkan Data Tutupan Lahan Tahun 2000

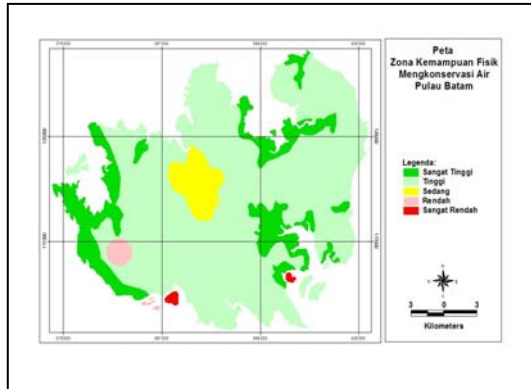
Melihat kondisi yang kurang menguntungkan tersebut, dimana kemampuan alami Pulau Batam masih sangat rendah, maka dalam rangka meningkatkan kemampuan alaminya di dalam mengkonservasi air bisa meningkat (misalnya mencai 30% sampai 40%) beberapa skenario perlu di lakukan. Skenario yang diterapkan adalah meningkatkan luas wilayah yang berpotensi sebagai daerah yang dapat mengkonservasi air dengan jalan menghijaukan lahan semak, ilalang dan lahan terbuka lainnya.

Tabel1. Sebaran Zona Kemampuan Alami Dalam Mengkonservasi Air per Kecamatan di Pulau Batam Berdasarkan Data Tutupan Lahan Tahun 2000.

KECAMATAN	Rangking	Luas	
		ha	%
BATU AMPAR	1	896.10	1.725
BATU AMPAR	2	684.51	1.317
BATU AMPAR	3	1200.01	2.310
BATU AMPAR	4	1.22	0.002
BATU AMPAR	5	1.98	0.004
BULANG	1	25.71	0.049
BULANG	2	115.55	0.222
BULANG	3	0.23	0.000
BULANG	5	0.30	0.001
LUBUK BAJA	1	447.15	0.861
LUBUK BAJA	2	376.77	0.725
LUBUK BAJA	3	989.85	1.905
LUBUK BAJA	4	0.15	0.000
NONGSA	1	2314.80	4.455
NONGSA	2	2422.88	4.663
NONGSA	3	8372.29	16.114
NONGSA	4	318.15	0.612
NONGSA	5	7.24	0.014
SEI BEDUK	1	4161.43	8.009
SEI BEDUK	2	3014.36	5.802
SEI BEDUK	3	10132.04	19.500
SEI BEDUK	4	2136.38	4.112
SEI BEDUK	5	1757.02	3.382
SEKUPANG	1	1991.08	3.832
SEKUPANG	2	2799.00	5.387
SEKUPANG	3	5073.92	9.765
SEKUPANG	4	2644.23	5.089
SEKUPANG	5	73.66	0.142
Total		51958.00	100.000

Skenario ini dibuat dengan alasan bahwa menghijaukan lahan semak, ilalang dan lahan terbuka lainnya akan lebih mudah bila dibandingkan dengan membongkar dan menggusur lahan terbangun ataupun merelokasi permukiman. Sebelum menerapkan skenario tersebut, alangkah baiknya bila melihat sebaran relatif kemampuan fisik alami Pulau Batam di dalam mengkonservasi air dengan tanpa membedakan bentuk tutupan lahan yang ada di atasnya.

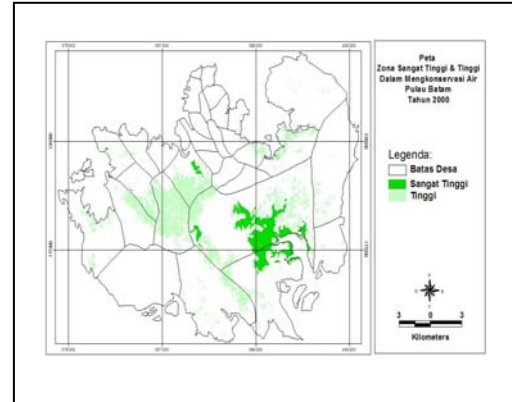
Sebaran kemampuan fisik alami Pulau Batam di dalam mengkonservasi air dapat dilihat di **Gambar 2**. Dengan mengetahui sebaran fisik alam di Pulau Batam, maka arahan penentuan prioritas penghijauan atau mempertahankan kondisi tutupan lahan yang sudah tepat sasaran akan menjadi mudah. Prioritas penghijauan yang dilakukan yang haruslah di daerah-daerah dengan kemampuan alamnya yang tinggi sekali baru ke yang tinggi.



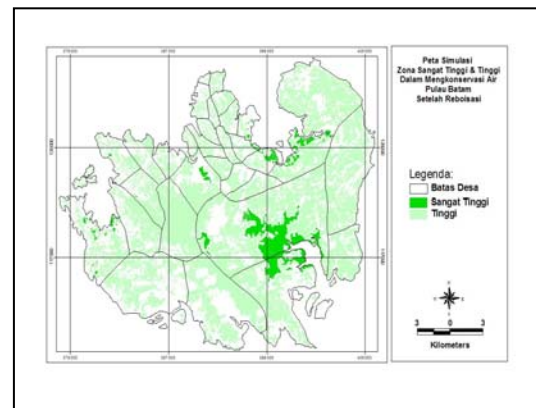
Gambar 2. Sebaran Kemampuan Fisik Alar Pulau Batam Dalar Mengkonservasi Air.

Dengan menerapkan kondisi tutupan lahan hasil interpretasi citra Landsat TM 7 Tahun 2000, maka sebaran zona tinggi dan tinggi sekali di Pulau Batam di dalam mengkonservasi air dapat dilihat di **Gambar 3**. Sedangkan **Gambar 4** memperlihatkan sebaran zona tinggi dan tinggi sekali di Pulau Batam di dalam mengkonservasi air setelah skenario penghijaun di lahan semak, ilalang dan lahan terbuka lainnya diterapkan. Sedangkan sebaran luas wilayah penghijauan yang disarankan untuk masing-masing desa agar luas daerah yang dapat digunakan untuk meningkatkan konservasi air di Pulau Batam meningkat dapat dilihat di **Tabel-2**.

Bila skenario penghijaun sebagaimana yang disarankan di **Tabel-2** dilakukan sepenuhnya, maka kondisi alami Pulau Batam dalam mengkonservasi air dapat dilihat di **Gambar-5**. Skenario ini akan dapat meningkatkan kemampuan alami Pulau Batam di dalam mengkonservasi air tinggi dan tinggi sekali dari 13,36% menjadi 56,97%.



Gambar 3. Sebaran Zona Tinggi dan Tinggi Sekali Dalam Mengkonservasi Air di Pulau Batam Pada Kondisi Tutupan Lahan Tahun 2000.



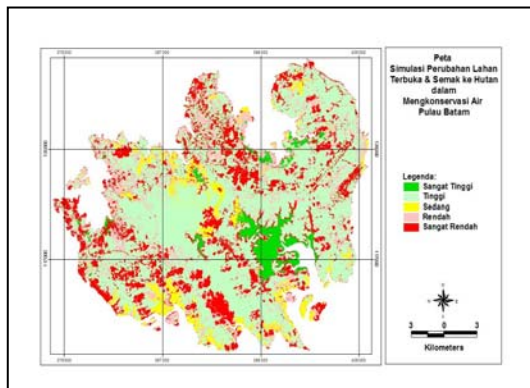
Gambar 4. Sebaran Zona Tinggi dan Tinggi Sekali Dalam Mengkonservasi Air di Pulau Batam Pada Kondisi Tutupan Lahan Setelah Dilakukan Skenario Penghijauan Lahan Semak, Ilalang dan Lahan Terbuka

3.2. Alokasi Kebutuhan Ruang Kota Berdasarkan Keberlanjutan Fungsi Mencegah Banjir.

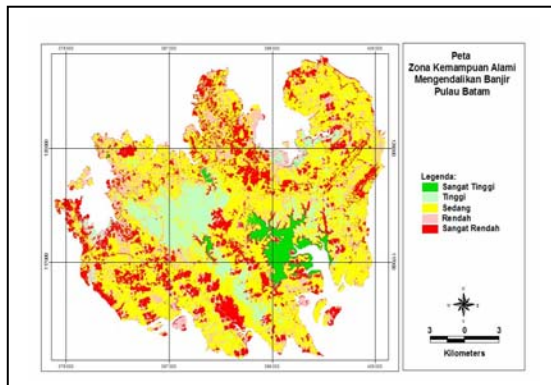
Berdasarkan hasil implementasi model analisis kemampuan alami dalam mengkonservasi air di Pulau Batam Tahun 2000, diketahui bahwa zona kemampuan alami tinggi dan tinggi sekali di dalam mencegah banjir di Pulau Batam hanya ada sekitar 27,75% (dari total luas wilayahnya).

Tabel 2. Sebaran Luas Wilayah Penghijauan Yang Disarankan Untuk Tiap Desa Untuk Meningkatkan Kemampuan Konservasi Air di Pulau Batam

KECAMATAN	DESA	Rangking	Luas	
			ha	%
BATU AMPAR	BATU MERAH	4	17.72	0.03
BATU AMPAR	BENGKONG HARAPAN	4	98.93	0.19
BATU AMPAR	BENGKONG LAUT	4	197.94	0.38
BATU AMPAR	BUKIT JODOH	4	163.49	0.31
BATU AMPAR	BUKIT SENYUM	4	145.06	0.28
BATU AMPAR	HARAPAN BARU	4	214.43	0.41
BATU AMPAR	KAMPUNG SERAYA	4	99.73	0.19
BATU AMPAR	SUNGAI JODOH	4	174.69	0.34
BATU AMPAR	SUNGAI JODOH	5	1.98	0.00
BULANG	BATU LEGONG	5	0.30	0.00
LUBUK BAJA	BATU SELICIN	4	238.17	0.46
LUBUK BAJA	KAMPUNG PELITA	4	185.67	0.36
LUBUK BAJA	LUBUK BAJA KOTA	4	165.75	0.32
LUBUK BAJA	PANGKALAN PETAI	4	270.51	0.52
LUBUK BAJA	TANJUNG UMA	4	124.30	0.24
NONGSA	BALOI	4	260.38	0.50
NONGSA	BALOI PERMAI	4	448.34	0.86
NONGSA	BATU BESAR	4	2510.68	4.83
NONGSA	BATU BESAR	5	0.07	0.00
NONGSA	BELIAN	4	1031.68	1.99
NONGSA	BELIAN	5	1.83	0.00
NONGSA	KABIL	4	1022.41	1.97
NONGSA	KABIL	5	1.86	0.00
NONGSA	NONGSA	4	2458.06	4.73
NONGSA	NONGSA	5	3.38	0.01
NONGSA	TELUK TERING	4	263.33	0.51
NONGSA	TELUK TERING	5	0.11	0.00
SEI BEDUK	BATU AJI	4	2368.42	4.56
SEI BEDUK	MUKO KUNING	4	4744.25	9.13
SEI BEDUK	MUKO KUNING	5	1307.06	2.52
SEI BEDUK	SAGULUNG	4	1755.07	3.38
SEI BEDUK	TANJUNG PIAYU	4	1899.56	3.66
SEI BEDUK	TANJUNG PIAYU	5	449.95	0.87
SEKUPANG	PATAM LESTARI	4	476.59	0.92
SEKUPANG	PATAM LESTARI	5	0.20	0.00
SEKUPANG	SUNGAI HARAPAN	4	705.44	1.36
SEKUPANG	SUNGAI HARAPAN	5	4.81	0.01
SEKUPANG	TANJUNG PINGGIR	4	414.26	0.80
SEKUPANG	TANJUNG PINGGIR	5	5.52	0.01
SEKUPANG	TANJUNG RIAU	4	1193.69	2.30
SEKUPANG	TANJUNG RIAU	5	0.23	0.00
SEKUPANG	TANJUNG UNCANG	4	1003.07	1.93
SEKUPANG	TANJUNG UNCANG	5	1.01	0.00
SEKUPANG	TIBAN ASRI	4	1927.60	3.71
SEKUPANG	TIBAN INDAH	4	284.96	0.55
SEKUPANG	TIBAN INDAH	5	0.07	0.00
SEKUPANG	TIBAN LAMA	4	894.58	1.72
SEKUPANG	TIBAN LAMA	5	61.83	0.12
Total			29598.96	56.97



Gambar 5. Sebaran Kemampuan Alami Pulau Batam Dalam Mengkonservasi Air Setelah Dilakukan Penghijauan



Gambar 6. Zona Kemampuan Alami Pulau Batam Dalam Mencegah Banjir Berdasarkan Data Tutupan Lahan Tahun 2000

Sedangkan untuk zona dengan kemampuan alami sedang mencapai 53,58% dan sisanya menduduki zona dengan kemampuan rendah dan rendah sekali. Gambaran sebaran kemampuan alami Pulau Batam dapat di lihat di **Gambar 6** dan sebaran berdasarkan kecamatannya dapat dilihat di **Tabel 3**.

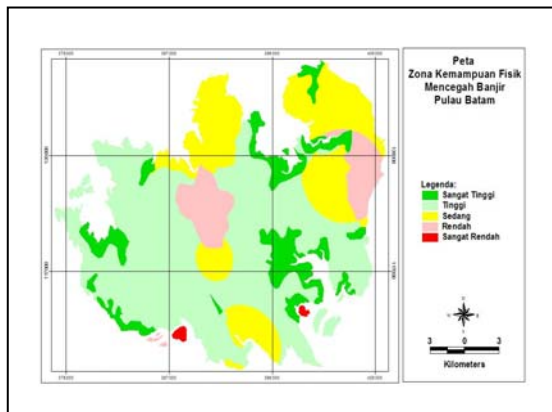
Melihat kondisi yang kurang menguntungkan tersebut, dimana kemampuan alami Pulau Batam masih sangat rendah, maka dalam rangka meningkatkan kemampuan alaminya di dalam mencegah banjir bisa meningkat (misalnya mencai 30% sampai 40%) beberapa skenario perlu di lakukan.

Tabel 3. Sebaran Zona Kemampuan Alami Dalam Mencegah Banjir per Kecamatan di Pulau Batam Berdasarkan Data Tutupan Lahan Tahun 2000

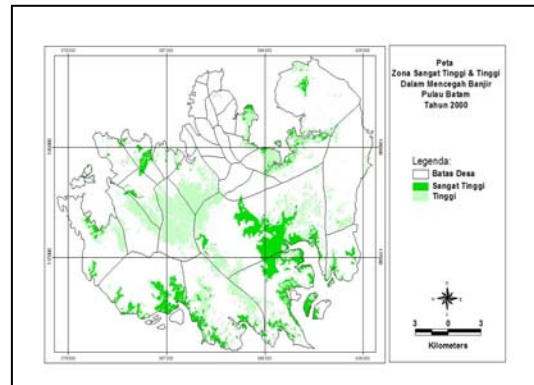
KECAMATAN	Rangking	Luas	
		ha	%
BATU AMPAR	2	1259.10	2.42
BATU AMPAR	3	1178.54	2.27
BATU AMPAR	4	281.29	0.54
BATU AMPAR	5	64.89	0.12
BULANG	1	45.31	0.09
BULANG	2	96.46	0.19
LUBUK BAJA	2	778.76	1.50
LUBUK BAJA	3	1030.45	1.98
LUBUK BAJA	4	4.71	0.01
NONGSA	1	15.61	0.03
NONGSA	2	3378.24	6.50
NONGSA	3	7948.12	15.30
NONGSA	4	1567.46	3.02
NONGSA	5	525.93	1.01
SEI BEDUK	2	4199.22	8.08
SEI BEDUK	3	10955.82	21.09
SEI BEDUK	4	2922.92	5.63
SEI BEDUK	5	3123.26	6.01
SEKUPANG	2	2002.35	3.85
SEKUPANG	3	6728.35	12.95
SEKUPANG	4	3481.25	6.70
SEKUPANG	5	369.94	0.71
Total		51958.00	100.00

Skenario yang diterapkan adalah meningkatkan luas wilayah yang berpotensi sebagai daerah yang dapat mencegah banjir dengan jalan menghijaukan lahan semak, ilalang dan lahan terbuka lainnya. Skenario ini dibuat dengan alasan bahwa menghijaukan lahan semak, ilalang dan lahan terbuka lainnya akan lebih mudah bila dibandingkan dengan membongkardan menggusur lahan terbangun ataupun merelokasi permukiman.

Sebelum menerapkan skenario tersebut, alangkah baiknya bila melihat sebaran relatif kemampuan fisik alami Pulau Batam di dalam mencegah banjir dengan tanpa membedakan bentuk tutupan lahan yang ada di atasnya. Sebaran kemampuan fisik alami Pulau Batam di dalam mencegah banjir dapat dilihat di **Gambar-7**.



Gambar 7. Sebaran Kemampuan Fisik Alam Pulau Batam Dalam Mencegah Banjir

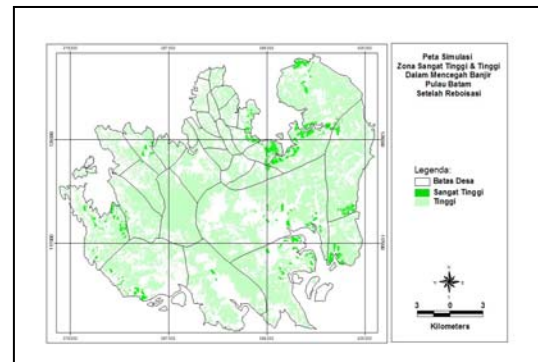


Gambar 8. Sebaran Zona Tinggi dan Tinggi Sekali Dalam Mencegah Banjir di Pulau Batam Pada Kondisi Tutupan Lahan Tahun 2000

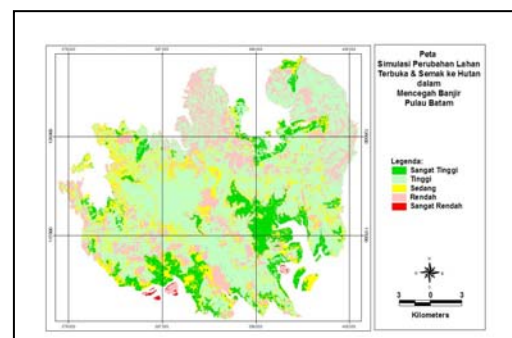
Dengan mengetahui sebaran fisik alam di Pulau Batam, maka arahan penentuan prioritas penghijauan atau mempertahankan kondisi tutupan lahan yang sudah tepat sasaran akan menjadi mudah. Prioritas penghijauan yang dilakukan haruslah di daerah-daerah dengan kemampuan alamnya yang tinggi sekali baru ke yang tinggi.

Dengan menerapkan kondisi tutupan lahan hasil interpretasi citra Landsat TM 7 Tahun 2000, maka sebaran zona tinggi dan tinggi sekali di Pulau Batam di dalam mencegah banjir dapat dilihat di **Gambar 8**. Sedangkan **Gambar 9** memperlihatkan sebaran zona tinggi dan tinggi sekali di Pulau Batam di dalam mencegah banjir setelah skenario penghijauan di lahan semak, ilalang dan lahan terbuka lainnya diterapkan. Sedangkan sebaran luas wilayah penghijauan yang disarankan untuk masing-masing desa agar luas daerah yang dapat digunakan untuk meningkatkan mencegah banjir di Pulau Batam meningkat dapat dilihat di **Tabel 4**.

Bila skenario penghijauan sebagaimana yang disarankan di **Tabel-4** dilakukan sepenuhnya, maka kondisi alami Pulau Batam dalam mencegah banjir dapat dilihat di **Gambar 10**. Skenario ini akan dapat meningkatkan kemampuan alami Pulau Batam di dalam mencegah banjir tinggi dan tinggi sekali dari 23,75% menjadi 64,60%.



Gambar 9. Sebaran Zona Tinggi dan Tinggi Sekali Dalam Mencegah Banjir di Pulau Batam Pada Kondisi Tutupan Lahan Setelah Dilakukan Skenario Penghijauan Lahan Semak, Ilalang dan Lahan Terbuka



Gambar 10. Sebaran Kemampuan Alam Pulau Batam Dalam Mencegah Banjir Setelah Dilakukan Penghijauan

Tabel 4. Sebaran Luas Wilayah Penghijauan Yang Disarankan Untuk Tiap Desa Agar Meningkatkan Kemampuan Mencegah Banjir Pulau Batam

KECAMATAN	DESA	Luas		
		Rangka	ha	%
BATU AMPAR	BATU MERAH	4	18.15	0.03
BATU AMPAR	BENGKONG HARAPAN	4	230.24	0.44
BATU AMPAR	BENGKONG HARAPAN	5	81.70	0.16
BATU AMPAR	BENGKONG LAUT	4	220.68	0.42
BATU AMPAR	BUKIT JODOH	4	158.74	0.31
BATU AMPAR	BUKIT JODOH	5	46.18	0.09
BATU AMPAR	BUKIT SENYUM	4	146.56	0.28
BATU AMPAR	HARAPAN BARU	4	214.43	0.41
BATU AMPAR	HARAPAN BARU	5	0.11	0.00
BATU AMPAR	KAMPUNG SERAYA	4	99.73	0.19
BATU AMPAR	SUNGAI JODOH	4	177.32	0.34
LUBUK BAJA	BATU SELICIN	4	240.75	0.46
LUBUK BAJA	KAMPUNG PELITA	4	185.67	0.36
LUBUK BAJA	LUBUK BAJA KOTA	4	165.75	0.32
LUBUK BAJA	PANGKALAN PETAI	4	270.51	0.52
LUBUK BAJA	TANJUNG UMA	4	126.28	0.24
NONGSA	BALOI	4	260.38	0.50
NONGSA	BALOI PERMAI	4	439.84	0.85
NONGSA	BALOI PERMAI	5	23.54	0.05
NONGSA	BATU BESAR	4	2464.95	4.74
NONGSA	BATU BESAR	5	123.77	0.24
NONGSA	BELIAN	4	953.29	1.83
NONGSA	BELIAN	5	354.68	0.68
NONGSA	KABIL	4	930.47	1.79
NONGSA	KABIL	5	364.08	0.70
NONGSA	NONGSA	4	2383.21	4.59
NONGSA	NONGSA	5	258.46	0.50
NONGSA	TELUK TERING	4	316.55	0.61
NONGSA	TELUK TERING	5	149.16	0.29
SEI BEDUK	BATU AJI	4	2475.87	4.77
SEI BEDUK	BATU AJI	5	291.46	0.56
SEI BEDUK	MUKO KUNING	4	4698.78	9.04
SEI BEDUK	MUKO KUNING	5	1547.99	2.98
SEI BEDUK	SAGULUNG	4	1657.85	3.19
SEI BEDUK	SAGULUNG	5	722.18	1.39
SEI BEDUK	TANJUNG PIAYU	4	1940.86	3.74
SEI BEDUK	TANJUNG PIAYU	5	951.87	1.83
SEKUPANG	PATAM LESTARI	4	445.07	0.86
SEKUPANG	PATAM LESTARI	5	176.48	0.34
SEKUPANG	SUNGAI HARAPAN	4	702.28	1.35
SEKUPANG	SUNGAI HARAPAN	5	60.73	0.12
SEKUPANG	TANJUNG PINGGIR	4	414.26	0.80
SEKUPANG	TANJUNG PINGGIR	5	30.19	0.06
SEKUPANG	TANJUNG RIAU	4	1208.97	2.33
SEKUPANG	TANJUNG RIAU	5	47.34	0.09
SEKUPANG	TANJUNG UNCANG	4	1153.78	2.22
SEKUPANG	TANJUNG UNCANG	5	258.57	0.50
SEKUPANG	TIBAN ASRI	4	1927.81	3.71
SEKUPANG	TIBAN ASRI	5	1.57	0.00
SEKUPANG	TIBAN INDAH	4	415.41	0.80
SEKUPANG	TIBAN INDAH	5	21.28	0.04
SEKUPANG	TIBAN LAMA	4	997.50	1.92
SEKUPANG	TIBAN LAMA	5	9.84	0.02
Total			33563.12	64.60

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data tutupan lahan Tahun 2000, dapat disimpulkan bahwa luas lahan di Pulau Batam yang dapat konservasi air dan mencegah banjir dapat dirangkum sebagaimana yang ada **Tabel 5**. Dimana rangking 5 mengindikasikan kemampuan mengkonservasi air / mencegah banjir sangat tinggi, rangking 4 mengindikasikan tinggi, rangking 3 mengindikasikan sedang, rangking 2 mengindikasikan rendah dan rangking 1 mengindikasikan rendah sekali.

Tabel 5. Luas Kemampuan Lahan Dalam Mengkonservasi Air dan Mencegah Banjir Pulau Batam Berdasarkan Tutupan Lahan Tahun 2000

Rangking	AIR		BANJIR	
	Ha	%	Ha	%
5	1840.20	3.54	4084.02	7.86
4	5100.13	9.82	8257.64	15.89
3	25768.34	49.59	27841.28	53.58
2	9413.06	18.12	11714.13	22.55
1	9836.26	18.93	60.92	0.12

Dalam rangka meningkatkan luas daerah yang dapat mengkonservasi air di Pulau Batam, maka luas wilayah penghijauan yang disarankan untuk masing-masing kecamatan dapat dilihat di **Tabel 6**.

Tabel 6. Total Luas Wilayah Penghijauan Yang Disarankan Untuk Tiap Kecamatan Dalam Meningkatkan Kemampuan Mengkonservasi Air

KECAMATAN	Rangking	Luas	
		Ha	%
BATU AMPAR	4	1111.99	2.14
BATU AMPAR	5	1.98	0.00
BULANG	5	0.30	0.00
LUBUK BAJA	4	984.40	1.89
NONGSA	4	7994.88	15.39
NONGSA	5	7.24	0.01
SEI BEDUK	4	10767.31	20.72
SEI BEDUK	5	1757.02	3.38
SEKUPANG	4	6900.19	13.28
SEKUPANG	5	73.66	0.14
Total		29598.96	56.97

Tabel 7. Total Luas Wilayah Penghijauan Yang Disarankan Untuk Tiap Kecamatan Dalam Meningkatkan Kemampuan Mencegah Banjir

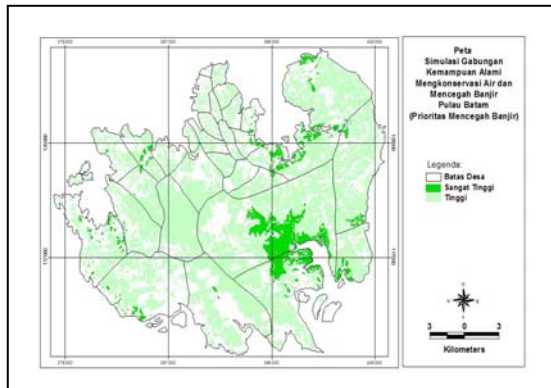
KECAMATAN	Rangking	Luas	
		ha	%
BATU AMPAR	4	1265.85	2.44
BATU AMPAR	5	127.99	0.25
LUBUK BAJA	4	988.96	1.90
NONGSA	4	7748.67	14.91
NONGSA	5	1273.69	2.45
SEI BEDUK	4	10773.36	20.73
SEI BEDUK	5	3513.51	6.76
SEKUPANG	4	7265.08	13.98
SEKUPANG	5	606.01	1.17
Total		33563.12	64.60

Dari hasil skenario penghijauan yang dilakukan, maka luas lahan di Pulau Batam yang dapat mengkonservasi air dan mencegah banjir dapat dirangkum sebagaimana yang ada **Tabel-8**. Dimana rangking 5 mengindikasikan kemampuan mengkonservasi air / mencegah banjir sangat tinggi, rangking 4 mengindikasikan tinggi, rangking 3 mengindikasikan sedang, rangking 2 mengindikasikan rendah dan rangking 1 mengindikasikan rendah sekali.

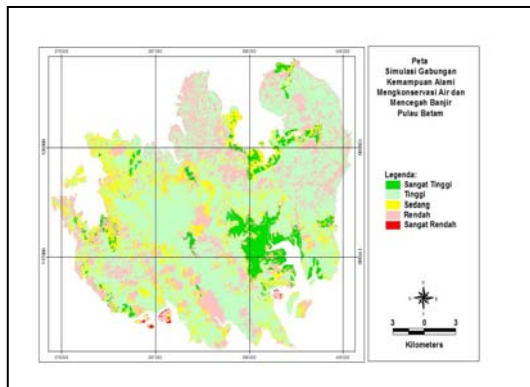
Tabel 8. Luas Kemampuan Lahan Dalam Mengkonservasi Air dan Mencegah Banjir di Pulau Batam Setelah Dilakukan Penghijauan

Rangking	Water		Flood	
	ha	%	Ha	%
5	1840.20	3.54	5521.20	10.63
4	27758.76	53.43	28041.92	53.97
3	3444.23	6.63	6619.83	12.74
2	9078.54	17.47	11736.75	22.59
1	9836.26	18.93	38.31	0.07

Dengan menggabungkan lokasi penghijauan untuk kepentingan konservasi air dan untuk kepentingan pencegahan banjir maka prioritas lokasi penghijauan untuk Pulau Batam dapat dilihat di **Gambar-11**. Hasil akhir dari penghijauan yang dilakukan sebagaimana yang ada di **Gambar-11** adalah sebaran lahan yang dapat mengkonservasi air dan mencegah banjir sebagaimana yang dapat dilihat di **Gambar 12**.



Gambar 11. Prioritas Penghijauan di Pulau Batam Dalam Kaitannya Dengan Kepentingan Mengkonservasi Air dan Mencegah Banjir



Gambar 12 Sebaran Kemampuan Alam Pulau Batam Dalam Mengkonservasi Air dan Mencegah Banjir Setelah Dilakukan Penghijauan

DAFTAR PUSTAKA

1. P3TL dan P4W. 2004. Studi Pemodelan Kota Berwawasan Lingkungan, Laporan Akhir. P3TL-BPPT, Jakarta.
2. Anonymous, 200, Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Batam 2—1 – 2011, Pemerintah Kota Batam
3. Anonymous, 1990, Peta Satuan Lahan dan Tanah Lembar Tanjung Pinang, Sumatera, Pslit Tanah dan Agroklimat Bogor

4. Anonymous, 1994, Peta Geologi Lembar Tanjung Pinang, Sumatera, P3G, Bandung
5. Anonymous, Peta Geohidrologi, P3G, Bandung
6. Anonymous, BMG, Jakarta
7. Amazaki, T & Gesite, A.B., Methods for Evaluation of Environmental Conservation Function Developed By the National Land Resources Research Project

RIWAYAT PENULIS

1. **Nawa Suwedi, S1** di bidang Geofisika dan Meteorologi Institut Teknologi Bandung dan S2 di bidang *Marine Technology* NTNU Norwegia. Sejak Tahun 1993 menggeluti Bidang Simulasi Model di Bidang Pengelolaan DAS, Pesisir dan Pengembangan Wilayah di Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan BPPT.
2. Mukaryanti, S1 di bidang Planologi – ITB, S2 di bidang Planning Studies di University of Queensland. Saat ini bekerja sebagai Peneliti pada Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (P3TL) – BPPT.
3. Alinda Medrial Zain, S3 di bidang Landscape Ecology and Planning. Saat ini bekerja sebagai Dosen di Jurusan Lansekap IPB dan Peneliti pada Pusat Pengkajian Perencanaan Pengembangan Wilayah (P4W) – IPB.
4. Diar Shiddiq, saat ini sedang menyelesaikan S2 di bidang Ilmu Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Pedesaan di IPB dan bekerja sebagai Peneliti yang menggeluti bidang SIG dan *Remote Sensing* pada Pusat Pengkajian Perencanaan Pengembangan Wilayah (P4W)-IPB