

Kajian Kondisi Lanskap Pegunungan

Rudi Purwono^a, Lely Mustika^b

^aArsitektur Lanskap, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta, Indonesia

^bTeknik Arsitektur, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta, Indonesia

Abstrak

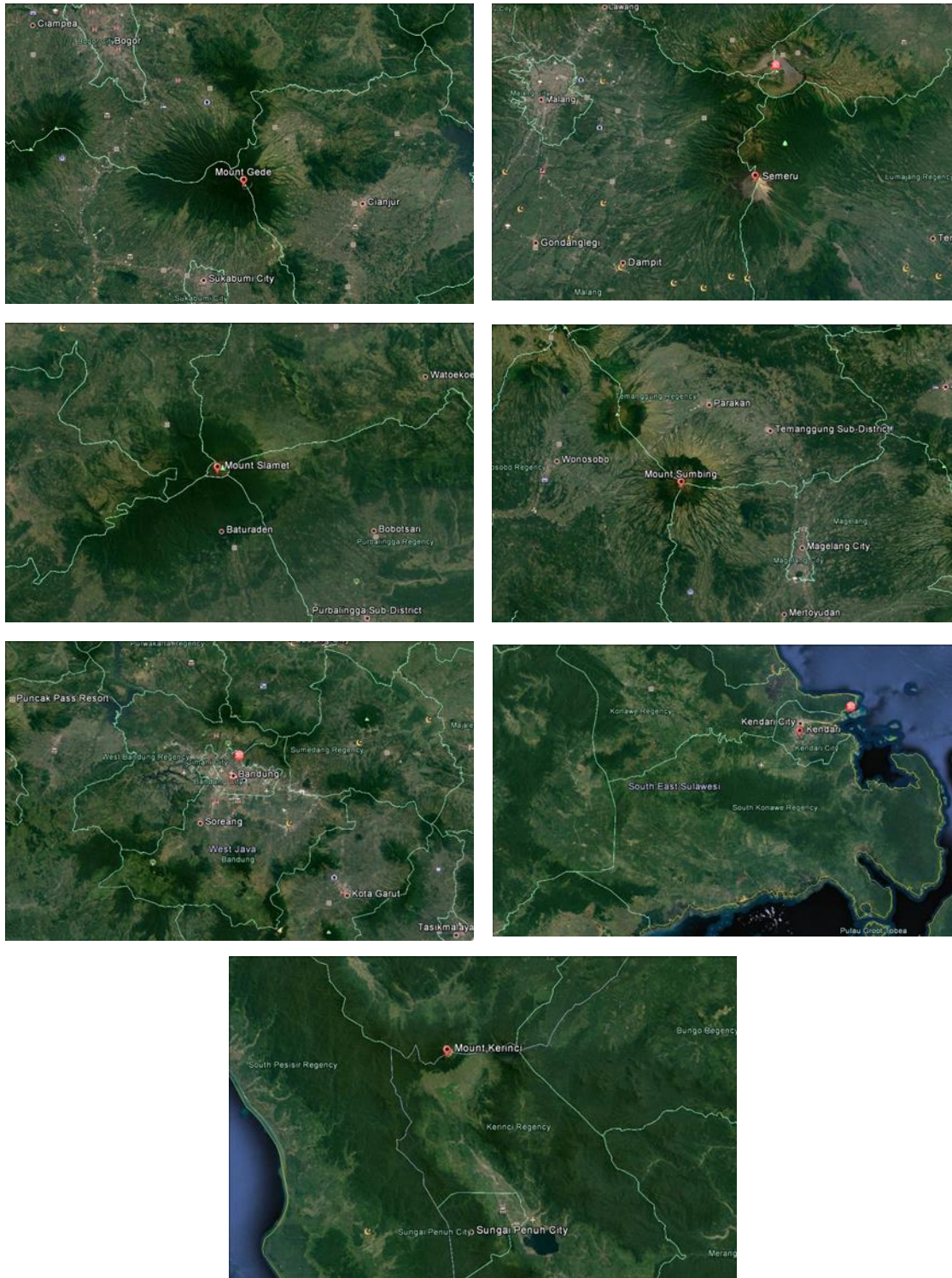
Lanskap alam berupa gunung dan pegunungan adalah kenampakan alam yang indah, oleh sebab itu akan menjadi tujuan wisata dan tempat yang dicari oleh masyarakat untuk dijadikan kawasan wisata, tempat tinggal, dan aktifitas lainnya oleh sebab itu tak heran masyarakat semakin meningkatkan intensitas pembangunan di lereng gunung dan di punggung gunung, dari citra satelit google earth terlihat bahwa kenampakan hutan alamiah di sejumlah gunung dan perbukitan sudah mulai rusak, hanya berkisar 15% yang masih alamiah, ditambah pembangunan dilakukan hanya menyisakan sedikit resapan, sehingga air tidak dapat meresap ke dalam tanah, hal ini yang menimbulkan banjir, tanah longsor, air bah, susahny air tanah, intrusi air laut dan kenaikan suhu kawasan, oleh sebab itu berdasarkan rumus debit sangat jelas bahwa luas lahan dan coefisien limpasan adalah indikator yang harus diperhatikan, dari pembahasan dapat dilihat bahwa lanskap pegunungan dengan hutan alamiahnya harus dipertahankan dan tidak boleh ada lagi pengrusakan atau perambahan, ataupun alih fungsi kawasan hutan, sedangkan untuk kawasan punggung dan keliling punggung gunung pembangunan dan penutupan lahan tidak boleh melebihi 20%, dan sisanya adalah hutan buatan ataupun hutan tanaman industri sedangkan untuk kawasan penyangga, kawasan terbangun dan penutupan lahan maksimal 60% dan 40% adalah murni berupa tanah dan tumbuhan untuk resapan air sebagai ruang terbuka hijau.

Kata Kunci: lanskap pegunungan, hutan alamiah, kawasan terbangun, penutupan lahan

1. Pendahuluan

Kenampakan lanskap alam pegunungan merupakan kenampakan alamiah yang sangat indah, sehingga kawasan pegunungan merupakan salah satu daya tarik pariwisata yang dapat menjadi salah satu sumber devisa, terutama jika kawasan pariwisata tersebut sudah mendunia atau dikenal luas, salah satu tujuan pariwisata yang menjadi favorit adalah kawasan wisata pegunungan, seperti Baturaden, Cibodas, Tangkuban Perahu, Dieng, Bromo, dan banyak lagi lainnya di Indonesia. Dengan perkembangan yang pesat tentu saja membutuhkan ruang untuk kegiatannya, sehingga perkembangan pembangunan justru banyak menekan lanskap alami pegunungan, seperti kawasan hutan kawasan di pegunungan, kawasan *wetland* dan sebagainya, yang disadari atau tidak akan menimbulkan dampak jangka panjang, seperti tanah longsor, banjir, peningkatan suhu, perubahan iklim dan sebagainya. Oleh sebab itu perlu dilakukan kajian mengenai kerusakan dan perubahan lanskap hutan. Kawasan wisata pegunungan sangat berhubungan dengan kondisi alam untuk itu perlu ditinjau seberapa besar kemungkinan terjadinya perubahan fungsi yang akan mengakibatkan bencana air bah, tanah longsor dan perubahan suhu lingkungan sekitarnya.

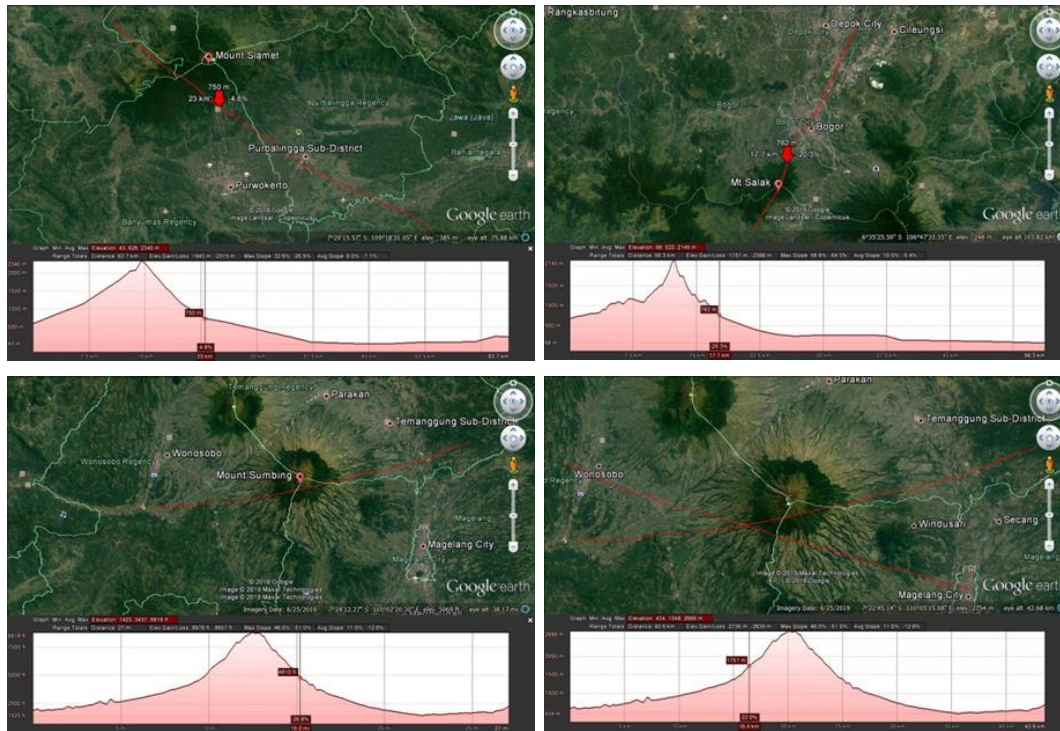
Pada kajian ini objek dilihat berdasarkan kondisi beberapa hutan alamiah di beberapa gunung di Indonesia, sebagaimana ditampilkan pada gambar-1, sebagai berikut



Gambar 1. Gambar kondisi hutan alamiah di beberapa gunung dan pegunungan di Indonesia
Sumber: *Google earth*

Melihat kondisi beberapa lanskap hutan alamiah di pegunungan di Indonesia sebagaimana hasil dari citra satelit yang di ambil dari google earth, sangat mengkhawatirkan dimana hutan alamiah pegunungan sudah berubah fungsi dan ekosistemnya, sehingga menimbulkan fenomena yang pada saat ini terjadi dimana kota-kota yang pada zaman dahulu masih terasa sejuk dan dingin, pada saat ini terasa panas, banjir dan tanah longsor terjadi di

sekeliling kawasan, dari citra satelit jelas terlihat dimana kawasan hutan alamiah dipegunungan hanya berkisar 10-30% saja



Sumber: Google earth

Gambar 2. Kondisi hutan alamiah sudah banyak yang tinggal 10%

Permasalahan dari suatu kawasan lanskap pegunungan adalah adanya pembangunan fisik yang merubah komposisi alamiah hutan, sehingga lahan berubah fungsi dari hutan menjadi kawasan terbangun, dengan perubahan guna lahan maka akan mempengaruhi fungsi hidrologis kawasan tersebut, untuk itu perlu diketahui kemungkinan terjadinya bencana pada kawasan wisata di lereng gunung untuk pencegahan dan perlindungan bila terjadi bencana alam.

2. Kajian Literatur

2.1. Lanskap

Pengertian mengenai lanskap; *land* adalah lahan dengan media dapat berupa tanah (*soil*) dan air, yang di atasnya terdiri dari elemen *softscape* dan *hardscape*. Elemen *softscape* adalah semua jenis vegetasi, dan *hardscape* adalah sesuatu yang massif seperti batuan, kayu dan sebagainya.

Lanskap pegunungan dicirikan dengan kondisi topografi yang bergelombang, terjal dan mempunyai perbedaan kontur yang bervariasi.

Vegetasi dibedakan dengan tempat tumbuhnya, seperti:

1. Tempat dataran tinggi pegunungan biasanya didominasi oleh pohon pinus, damar, cemara, dan pohon-pohon besar lainnya.
2. Tanaman semak biasanya menutupi seluruh permukaan tanah sehingga untuk jalanpun sangat sulit.
3. Tanaman penutup tanah banyak ditumbuhi oleh rumput-rumputan.

Vegetasi mempunyai fungsi yang sangat penting yaitu menjaga keseimbangan ekosistem, berfungsi sebagai penguat struktur tanah dari longsor pada bantaran dan mencegah erosi, mengurangi kecepatan aliran permukaan, dan meningkatkan kapasitas infiltrasi, melindungi tanah dari curahan langsung air hujan.

Banyaknya tanaman yang menutupi permukaan tanah, seperti rumput, semak atau pohon besar/pelindung, dapat menaikkan kapasitas infiltrasi tanah tersebut. Dengan adanya tanaman

penutup, air hujan tidak dapat memampatkan tanah, dan juga akan terbentuk lapisan humus yang dapat menjadi sarang/tempat hidup serangga dan hewan lainnya. Kapasitas infiltrasi tanah pada hutan yang masih alamiah jauh lebih besar dari pada tanah yang sudah tidak alamiah.

Hardscape terdiri dari semua unsur keras, seperti; batuan sebagai unsur alam banyak terdapat pada kawasan pegunungan, batuan di sungai sangat baik untuk ekosistem sungai karena akan menghasilkan sirkulasi oksigen yang sangat cukup untuk perkembangan ekosistem sungai. Sedangkan untuk daratan yang tertutup dengan batu, menyebabkan air tidak dapat terserap ke dalam tanah tetapi mengalir di atas permukaan inilah yang disebut limpasan, karena koefisiennya dapat mencapai 70-90%.



Gambar 3. Kawasan lereng berbatu (dok pribadi)



Gambar 4. Kawasan hutan di lereng gunung (dok pribadi)



Gambar 5. Kawasan pertanian di lereng gunung

Kondisi topografi juga mempengaruhi infiltrasi. Lahan kawasan pegunungan relative memiliki kemiringan besar, sehingga mengakibatkan kecepatan aliran permukaan yang besar sehingga menyebabkan air kekurangan waktu infiltrasi. Mengakibatkan hampir sebagian besar air hujan menjadi aliran permukaan. Untuk daerah yang relative datar akan mengakibatkan genangan sehingga proses terjadinya penyerapan semakin besar sampai pada titik jenuh tanah oleh air. Kawasan terbuka hijau adalah sangat baik untuk penyerapan air dapat dilihat dari nilai

Koefisien Infiltrasi pada table-1-2.

Tabel 1: Koefisien Limpasan

No	Jenis Daerah	Koef Infiltrasi	Sumber
1.	Taman dan Pekuburan	0.10-0.25	1, 2
2.	Tempat bermain	0.20-0.35	1, 2
3.	Hutan datar 0%-5%	0.10-0.40	2
4.	Hutan bergelombang 5%-10%	0.25-0.50	2
5.	Hutan berbukit 10%-30%	0.30-0.60	2
6.	Perkerasan beraspal dan beton	0.70-0.95	1, 2
7.	Perkerasan paving blok	0.50-0.70	1, 2
8.	Kawasan Perdagangan	0.75-0.95	1
		0.70-0.90	2
9.	Perumahan berkelompok, tergabung	0.60-0.75	1, 2

Sumber: (Schwab, *et al*, 1981, dalam Arsyad, 2006)¹ dan (Mc Guen, 1989, dalam Suripin, 2003)²

Tabel 2: Koefisien Limpasan

Kondisi daerah Pengaliran	Koefisien Limpasan
Daerah Pegunungan	0.75-0.90
Daerah Pegunungan Tersier	0.70-0.80
Tanah bergelombang dan hutan	0.50-0.75
Tanah dataran yang ditanami	0.45-0.60
Persawahan yang diairi	0.70-0.80
Sungai di daerah pegunungan	0.75-0.85
Sungai kecil di dataran	0.45-0.75
Sungai besar yang lebih dari setengah daerah pengalirannya terdiri dari dataran	0.50-0.75

Sumber: (Dr. Mononobe)

2.2. Hidrologi

Variable utama dalam potensi terjadinya aliran debris dan longsor adalah curah hujan, kemiringan lahan, dan jenis lahan. Kriteria perencanaan hidrologi adlah perkiraan hujan rencana (hujan harian maksimum tahunan, pada kajian ini dengan menggunakan nilai-nilai variable secara bebas, begitu juga dengan debit banjir, maksudnya adalah memprediksi debit berdasarkan hujan dengan di model dari sedang sampai sangat lebat. Sehingga pada kondisi nyata tinggal melihat kondisi nyata, dan melihat posisi kemungkinan kondisi yang akan terjadi.

2.3. Hidrolika

Bidang ilmu yang mempelajari hidrodinamika yang erat hubungannya dengan kecepatan aliran air dan mekanika aliran, dalam lanskap alam pegunungan air hujan dialirkan melalui saluran alamiah berupa sungai kecil dan sungai besar. Sungai-sungai alamiah dapat berbatu ataupun tidak berbatu.



Gambar 6. Sungai tidak berbatu (dok pribadi)



Gambar 7. Sungai berbatu (dok pribadi)

3. Metodologi

Dalam melakukan analisis terjadinya limpasan air yang besar dalam wilayah pegunungan dengan melakukan pengamatan dengan mengampil wilayah kajian kawasan yang wisata pegunungan seperti, Baturaden, Puncak, dan lain sebagainya, dilakukan analisis debit limpasan dan kecepatan aliran, dilakukan dengan melakukan pemodelan berdasarkan curah hujan maksimum, kondisi topografi dengan melakukan beberapa simulasi pada wilayah kajian sehingga didapat probabilitas kemungkinan terjadinya air limpasan yang besar yang dapat mengakibatkan bencana pada kawasan. Variabel yang menjadi perhatian adalah perubahan tata guna lahan dan kondisi hidrologi dan lahan terbangun kawasan pegunungan dan kawasan pengaruhnya.

4. Lanskap Kawasan Wisata Pegunungan

4.1. Tata Guna Kawasan Wisata Pegunungan Wilayah Kajian

Kawasan pegunungan merupakan sebuah secara umum banyak dijadikan tempat pariwisata yang berkembang pesat karena menawarkan suasana alamiah dan ketentraman bagi pengunjung, yang di bawa suasana kembali ke alam.

Tetapi dengan semakin meningkatnya jumlah wisatawan menyebabkan tuntutan akan sarana dan prasarana yang meningkat juga.

Salah satu indikatornya adalah dengan tumbuhnya sarana dan prasarana pendukung wisata, seperti; perhotelan, penginapan, hiburan, terminal, dan kegiatan lainnya yang membutuhkan ruang. Sehingga ruang hutan alamiah menjadi berkurang. Kawasan sekeliling kawasan wisata yang dahulunya merupakan kawasan hutan alamiah dan semak belukar, sudah berubah menjadi kawasan terbangun, dan kawasan terbuka, tanpa adanya pohon besar, semak, dan tanaman penutup tanah. Sebagai contoh Kawasan wisata Baturaden terdapat aliran sungai dengan lebar \pm 50 m, yang pada alirannya berserakan batu-batuan peninggalan letusan jaman dahulu, dan dibawahnya banyak berserakan batuan besar yang disebabkan aliran debris jaman dahulu. Kondisi ini sangat menarik wisatawan untuk bermain, mandi, dan sebagainya, karena airnya jernih, bersih, dan dingin. Karena mempunyai perbedaan kontur yang terjal, maka terdapat air terjun baik yang mini maupun yang dalam. Kawasan sekitarnya ikut tumbuh dan berkembang dengan dibangunnya kawasan permukiman, perdagangan, kuliner, dan sebagainya. Dari citra satelit beberapa kawasan pegunungan hutan alamiah hanya berkisar 10-30%, sedangkan dengan perkembangan kawasan terjadi perubahan dimana kawasan pegunungan berubah menjadi pertanian, permukiman, kawasan wisata, hotel, terminal, restaurant, dan sebagainya untuk aktifitas manusia.

Pada kondisi ini tentunya sangat mengkhawatirkan berdasarkan gambar-1 kawasan pegunungan dengan hutan yang alamiah jauh berkurang sehingga sehingga limpasan yang terjadi juga bertambah besar. Dengan melihat rumus debit banjir secara umum jelas terlihat, dimana nilai C: koefisien limpasan sangat tergantung dari jenis lahan.

Debit banjir secara umum: $Q_p = 0.278.C.I.A$

Dimana:

Q_p = debit puncak (m³/det)

C = koefisien limpasan

I = Intensitas hujan dengan durasi sama dengan waktu konsentrasi banjir (mm/jam)

A = luas daerah aliran sungai (km²)

Dengan melihat rumus di atas bahwa perubahan guna lahan akan mengakibatkan perubahan terhadap koefisien limpasan, kawasan hutan alamiah mempunyai koefisien antara 0.25-0.6, yang artinya antara 25%-60% air hujan akan melimpas menuju sungai dalam kawasan pegunungan.

Jika terjadi hujan di gunung atau hulu maka terdapat dua kondisi:

1. Jika gunung masih terdapat hutan, maka air hujan akan tertahan sementara di dedaunan sehingga melindungi tanah dari gerusan butiran hujan, dan lapisan perdu, humus dan *ground cover* melindungi tanah dari air hujan secara langsung, sehingga tanah mempunyai daya resap yang jauh lebih tinggi, sehingga kecil kemungkinan terjadinya longsor dan aliran debris.
2. Jika kawasan gunung telah beralih fungsi maka air hujan yang melimpas akan menjadi besar dan butiran hujan akan langsung menghujam ke tanah yang mengakibatkan pemampatan tanah dan dapat menyebabkan longsor, dan sangat mungkin akan terjadinya aliran debris.

4.2. Vegetasi Kawasan Wisata Pegunungan Wilayah Kajian

Di kawasan pegunungan vegetasi pada lereng beraneka ragam mulai dari pohon besar, semak dan perdu serta rerumputan (*ground cover*). Dalam pengembangan kawasan pariwisata tentunya banyak melakukan perubahan lahan, yang tadinya hutan menjadi kawasan terbangun, dan kawasan terbuka. Vegetasi untuk wilayah pegunungan sangat diperlukan karena untuk kawasan pegunungan berdasarkan koefisien limpasan Dr. Mononobe adalah 0.75-0.90, untuk sungai daerah pegunungan 0.75-0.85, Data ini menunjukkan bahwa limpasan wilayah pegunungan berkisar antara 75%-90%, dan sungai 75%-85% dari total curah hujan yang terjadi. Dari rumus debit dapat diartikan jika luas lahan dan fungsi lahan sangat berpengaruh terhadap debit air.



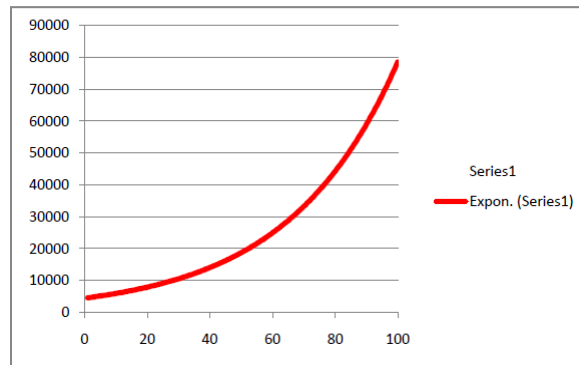
Gambar 8. Perkembangan Kawasan Wisata Pegunungan
Sumber: *Google earth*

Dalam kejadian debit aliran yang besar mengakibatkan rusaknya vegetasi, perlu dilakukan pengawasan terhadap vegetasi alamiah agar tidak dengan mudahnya untuk dijadikan kawasan terbangun, untuk kawasan yang sudah terbangun sangat diperlukan pemilihan *softscape* berdasarkan tanaman yang sesuai untuk menahan erosi, kuat terhadap aliran air, hidup di tanah basah dan kontaminasi lumpur, dan mampu menahan struktur tebing dari longsor. Pada pemilihannya dibagi menjadi:

- a. Tanaman untuk melindungi tanggul dan bantaran dari erosi dan longsor;
- b. Tanaman pelindung;
- c. Tanaman penutup tanah dan yang berfungsi untuk menahan laju *runoff*;
- d. Tanaman tidak menghasilkan sampah, dengan daunnya yang mudah rontok secara masal;
- e. Tanaman yang dapat melindungi keaneka ragaman satwa yang ada dan fungsi ekologi lainnya;
- f. Tanaman yang tidak mudah patah dan tumbang;

- g. Tanaman yang berfungsi sebagai barier perlindungan sungai, dan suhu kawasan;
- h. Tanaman yang berfungsi sebagai estetis.

Kawasan pegunungan merupakan kawasan dataran tinggi yang sangat dimungkinkan terjadinya hujan dengan intensitas yang tinggi, dalam penelitian ini dilakukan simulasi model dengan mengambil berbagai nilai intensitas hujan mulai dari terendah sampai dengan tertinggi, ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam melihat efek awal jika kita merubah fungsi kawasan, sehingga dengan melihat kondisi lebih awal kita dapat memutuskan batasan dan dampak yang akan terjadi dikemudian hari, sebagai gambaran awal hubungan antara curah hujan dan luas kawasan. Sebagaimana digambarkan pada gambar-9.



Gambar 9. Grafik hubungan air limpasan dan lahan terbangun

Dari grafik dapat digambarkan sebagai berikut: jika terjadi hujan maka jumlah air yang dapat terserap sesuai dengan guna lahan dari suatu kawasan, jika kawasan sudah tidak ada lagi tanaman alamiah untuk perlindungan akan mengakibatkan seluruh air hujan akan melimpas, sehingga akan mengalir ketempat yang rendah, untuk kawasan pegunungan maka akan mengalir menuju sungai, untuk kawasan terdekat dengan kemiringan yang terjal dan jika jumlah air begitu besar akan mengakibatkan aliran debris dan akan mengakibatkan banjir di kawasan yang lebih rendah. Oleh sebab itu tidak heran daerah-daerah hilir banyak terjadi banjir, karena kawasan hutan di pegunungan sudah mulai habis.

5. Konsep Lanskap Kawasan Wisata Pegunungan

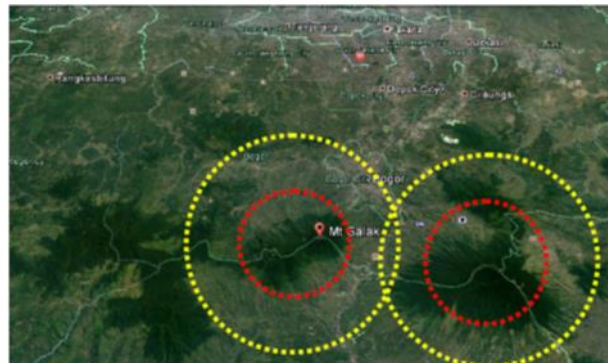
Berdasarkan contoh potongan melintang gunung dan pegunungan dapat disajikan seperti gambar-10.



Gambar 10. Kawasan terdampak akibat aliran air

Dari citra satelit jelas terlihat kawasan alamiah yang berwarna hijau pekat adalah kawasan hutan alamiah, sedangkan yang memudar adalah kawasan dengan berbagai fungsi, dapat dipastikan jika hujan terus menerus di gunung akan menyebabkan jumlah air yang mengalir menuju sungai menjadi sangat besar sehingga menyebabkan banjir di hilir, dan mudah terjadinya longsor disekitar hulu dan lembah. Contoh nyata gambar di atas adalah bagaimana kawasan di sekitar gunung salak jelas terlihat sudah berubah fungsinya, sehingga limpasan air

menjadi besar yang mengakibatkan banjir di kawasan hilir, dan dampak lainnya adalah kenaikan suhu, dimana di sekitar kawasan Bogor dan sekitarnya sudah tidak lagi sejuk. Dan jika dilihat dari beberapa citra satelit menggambarkan bahwa gunung dan kawasan pegunungan di Indonesia sudah sangat berkurang hutannya, ini yang menyebabkan kota seperti Bandung, Malang, Purwokerto, dan kota-kota lainnya sudah terasa panas.



Gambar 11. Kawasan hutan alamiah

Dari citra satelit kawasan alamiah hutan yang berwarna hijau tua jika dilihat secara frame gambar hanya berkisar $\pm 15\%$, hal ini sangat mengerikan, oleh sebab itu harus ada tindakan nyata dimana kawasan sekitar harus ditata kembali aturan tata guna lahan dan aturan pembangunan yang sangat ketat, jika merujuk pada rumus debit banjir, maka nilai koefisien limpasan harus sekecil mungkin, yang artinya kawasan harus banyak daerah hijau dan resapan. Sehingga kawasan terbangun hanya 20% untuk daerah pegunungan dan kawasan ring 1 (lingkaran merah) adalah kawasan hutan tidak boleh terbangun, ring 2 (lingkaran kuning), kawasan hutan industri (tanaman industri ataupun kawasan hutan rakyat, dengan intensitas bangunan maksimal 20%), dan untuk ring 3, adalah dengan intensitas bangunan maksimal 40%. Dengan demikian kawasan resapan air menjadi naik untuk kawasan pegunungan 80% dan kawasan perkotaan 60%. Ini diperlukan untuk menekan limpasan air hujan sehingga kapasitas air tanah akan menjadi meningkat. Jika dilihat dengan aturan hutan kota 30% akan menjadi kurang efektif karena kawasan terbangun di seluruh perkotaan mencapai $\pm 85\%$ sebagaimana gambar-12-13-14, yang artinya serapan air kawasan perkotaan sangat rendah, karena semua lahan diisi oleh bangunan, sarana parkir, jalan, dan penutupan lahan lainnya, dan jika ditambah kawasan pegunungan juga tidak ada resapan yang mencukupi, maka dikemudian hari air tanah akan berkurang, serta suhu permukaan perkotaan menjadi meningkat, dan bila musim hujan dipastikan banjir akan melanda kota-kota yang terletak di hilir.



Gambar 12. Kawasan terbangun di Perkotaan



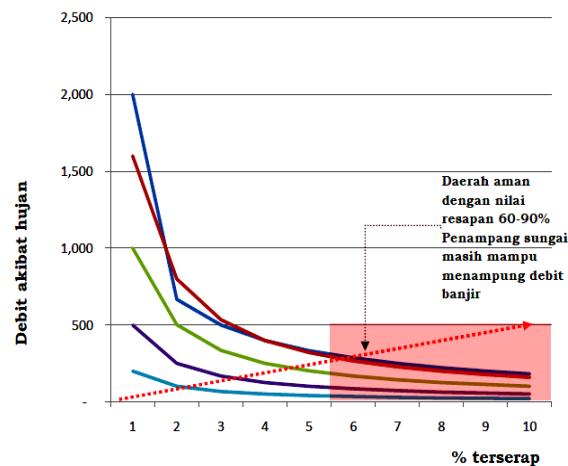
Gambar 13. Detil Kawasan Terbangun di Perkotaan



Gambar 14. Detil Kawasan Terbangun di Perkotaan (Sumber: *Google earth*)

Jika diperhatikan lebih detil, di perkotaan baik perkotaan di lereng gunung, dan lembah dataran, ternyata banyak persil terbangun tidak menyediakan tempat terbuka yang berupa tanah, hal ini sangat membahayakan untuk keberlangsungan lingkungan hidup, dimana air hujan tidak meresap ke dalam tanah tetapi mengalir menuju muara dan mengakibatkan banjir di perkotaan yang ada di lembah atau dataran, Dimana seharusnya lahan terbuka berupa tanah yang ditanami oleh pohon pelindung, perdu dan *groundcover*, paling tidak 40% dari luas persil untuk kawasan perkotaan harus berupa tanah dan penghijauan, sedangkan untuk kawasan penyangga luas lahan berupa tanah dengan pepohonan mencapai 75%-80%.

Berdasarkan simulasi untuk mempertahankan kondisi air tanah, menghindari bahaya banjir dapat dilihat pada gambar-15.



Gambar 15. Hubungan debit banjir, limpasan dan kemampuan pengaliran sungai

Kondisi aman untuk kawasan pegunungan kawasan hutan harus mencapai 70%-80%, pada kawasan ring 2, kawasan terbangun maksimal 20%, dan pada ring 3 kawasan terbangun 40% dan sisanya 60% adalah resapan dan perkotaan kawasan terbangun maksimal 50-60% dengan kawasan resapan terbuka berupa tanah dan pepohonan 40%.

6. Kesimpulan

Lanskap pegunungan dengan kawasan hutan alamiah perlu dipertahankan dan jangan sampai berkurang, dan untuk kawasan yang sudah beralih fungsi harus diupayakan untuk menjadi kawasan hutan industri ataupun hutan buatan, sehingga kawasan lanskap pegunungan menjadi tertutup oleh tanaman pelindung, semak, dan *ground cover*, untuk kawasan lereng gunung sampai dengan batas perkotaan kawasan terbangun maksimal 20%, sedangkan untuk kawasan perkotaan harus diupayakan kawasan terbangun setiap persil atau bidang tanah yang akan dibangun termasuk dengan perkerasannya baik untuk parkir, dll maksimal 60%, dan

sisanya adalah ruang terbuka hijau berupa tanah dan pepohonan untuk resapan air sebesar 40% bukan berupa perkerasan terbuka jika ditambah dengan 30% ruang terbuka dalam kota, maka kondisi lingkungan dari hulu sampai hilir dapat terjaga keberlangsungannya.

Pemerintah daerah sebaiknya sudah mulai memperhatikan kawasan gunung/pegunungan dan hutan alamiah di wilayahnya agar perambahan hutan menjadi tidak ada, dan alih fungsi lahan untuk kawasan pegunungan dan pembukaan baru harus dihindari, untuk kawasan yang telah rusak diupayakan dengan penghijauan kembali dan dapat diupayakan menjadi hutan tanaman industri yang dapat memberi nilai tambah, dan yang terpenting adalah mencegah pembangunan yang tidak terkendali dimana kawasan menjadi tertutupi dengan perkerasan, oleh sebab itu penerbitan perizinan untuk pembangunan harus melalui mekanisme yang ketat dan konsisten, yang berguna untuk mencegah kerusakan lingkungan.

Referensi

Gary M. Lovett Monica G. Turner, Clive G. Jones Kathleen C. Weathers, *Ecosystem Function in Heterogeneous Landscapes*, 2006, Springer Science_Business Media, Inc.

Paul Cawood Hellmund & Daniel Somers Smith, *DESIGNING GREENWAYS, Sustainable Landscapes for Nature and People*, 2006, Paul Cawood Hellmund and Daniel Somers Smith

Matthias Ruth, Bruce Hannon, *Landscape Modeling Dynamic Systems*, 2004, Springer-Verlag New York, Inc.

David Sauter, *Landscape Construction*, 2000, Delmer Thomson Learning.

Kementerian Pekerjaan Umum, *Sistem Drainase Perkotaan*, 2012, Direktorat Jenderal Cipta Karya