

T	A	T	A
L	O	K	A

JURNAL TATA LOKA; VOLUME 13; NOMOR 4; NOVEMBER 2011
© 2011 Biro Penerbit Planologi UNDIP

PEMODELAN PERUBAHAN GUNA LAHAN (KASUS KABUPATEN MAJALENGKA)

Land Use Change Modeling (Case Study Of Kabupaten Majalengka)

Lia Warlina

Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota
Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM)
E-mail: liaagma@indo.net.id

Received: September 5th, 2011

Accepted: November 9th, 2011

Abstrak: Perubahan guna lahan dapat diramalkan/diprediksi dengan pemodelan spasial. Salah satu pemodelan spasial untuk perubahan guna lahan adalah CLUE-S (Conversion of Land Use Changes and its Effect at small regional extent). Tujuan dari penelitian pemodelan perubahan guna lahan adalah untuk menentukan faktor-faktor yang menentukan perubahan guna lahan di Kabupaten Majalengka dan memprediksi guna lahan dalam beberapa tahun yang akan datang. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data biogeofisik dan sosial ekonomi serta data guna lahan eksisting Kabupaten Majalengka. Kelas guna lahan yang dipergunakan ada 8 jenis guna lahan yaitu belukar, hutan, kolam, ladang, padang rumput, pemukiman, perkebunan dan sawah. Jenis guna lahan eksisting Kabupaten Majalengka menjadi variabel tidak bebas. Data geofisik dan sosial ekonomi wilayah menjadi variabel bebas. Analisis statistik regresi logistik binari digunakan untuk menentukan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap perubahan guna lahan. Faktor yang mempengaruhi munculnya suatu guna lahan berbeda-beda pada setiap guna lahan. Nilai ini menjadi input dalam pemodelan/simulasi perubahan guna lahan dengan menggunakan CLUES. Skenario yang digunakan; yaitu skenario dengan laju perubahan yang sama dengan laju perubahan sebelumnya. Pemodelan dilakukan untuk 12 tahun dengan data baseline pada tahun 2009. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa penurunan area terjadi pada jenis guna lahan belukar, hutan, dan perkebunan. Area yang bertambah terjadi pada guna lahan ladang, pemukiman dan sawah; sedangkan pada guna lahan kolam dan padang rumput tidak terjadi penambahan atau penurunan.

Kata Kunci : Perubahan guna lahan, pemodelan spasial, CLUES

Abstract: Perubahan guna lahan dapat diramalkan/diprediksi dengan pemodelan spasial. Salah satu pemodelan spasial untuk perubahan guna lahan adalah CLUE-S (Conversion of Land Use Changes and its Effect at small regional extent). Tujuan dari penelitian pemodelan perubahan guna lahan adalah untuk menentukan faktor-faktor yang menentukan perubahan guna lahan di Kabupaten Majalengka dan memprediksi guna lahan dalam beberapa tahun yang akan datang. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data biogeofisik dan sosial ekonomi serta data guna lahan eksisting Kabupaten Majalengka. Kelas guna lahan yang dipergunakan ada 8 jenis guna lahan yaitu belukar, hutan, kolam, ladang, padang rumput, pemukiman, perkebunan dan sawah. Jenis guna lahan eksisting Kabupaten Majalengka menjadi variabel tidak bebas. Data geofisik dan sosial ekonomi wilayah menjadi variabel bebas. Analisis statistik regresi logistik binari digunakan untuk menentukan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap perubahan guna lahan. Faktor yang mempengaruhi munculnya suatu guna lahan berbeda-beda pada setiap guna lahan. Nilai ini menjadi input dalam pemodelan/simulasi perubahan guna lahan dengan menggunakan CLUES. Skenario yang digunakan; yaitu skenario dengan laju perubahan yang sama dengan laju perubahan sebelumnya. Pemodelan dilakukan untuk 12 tahun dengan data baseline pada tahun

2009. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa penurunan area terjadi pada jenis guna lahan belukar, hutan, dan perkebunan. Area yang bertambah terjadi pada guna lahan ladang, pemukiman dan sawah; sedangkan pada guna lahan kolam dan padang rumput tidak terjadi penambahan atau penurunan.

Kata Kunci : Perubahan guna lahan, pemodelan spasial, CLUES

PENDAHULUAN

Permasalahan lahan atau tata ruang perlu diantisipasi dengan diramalkan bentuk penggunaan lahan di masa datang, karena permasalahan ini dapat berdampak pada lingkungan. Antisipasi yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan penelitian bagaimana bentuk guna lahan suatu wilayah pada masa datang, berdasarkan kondisi biogeofisik lahan dan sosial ekonomi masyarakat pengguna.

Salah satu cara dalam pemodelan perubahan guna lahan adalah dengan menggunakan model CLUE-S atau *conversion of land use and its effect at small regional extent*. Hasil pemodelan perubahan lahan dengan menggunakan CLUE-S di Kabupaten Bandung, dengan skenario laju perubahan guna lahan sama seperti tahun-tahun sebelumnya, menunjukkan seluruh lahan persawahan akan terkonversi pada tahun 2013. Bila laju perubahan guna lahan ditekan sampai setengah dari laju tersebut, sampai tahun 2023 pun, lahan persawahan di Kabupaten Bandung tidak terkonversi (Warlina, 2007). Informasi hasil simulasi dari pemodelan perubahan guna lahan dapat dijadikan acuan untuk penentuan kebijakan dalam pengembangan wilayah.

Penelitian lainnya di Pulau Jawa yang dilakukan oleh Verburg, Veldkamp dan Bouma (1999) dengan menggunakan CLUE (*conversion of land use and its effect*) yang merupakan program simulasi perubahan guna lahan untuk skala yang lebih makro. Aspek yang menjadi faktor pendorong yang diamati hanya satu yaitu tekanan penduduk. Hasil dari penelitian ini masih makro, jadi belum dapat dijadikan acuan langsung untuk pengembangan wilayah di tingkat kabupaten dan kota.

Persentase penduduk Pulau Jawa lebih dari 60% dari total penduduk wilayah Indonesia, yang berdampak pada kebutuhan lahan yang tinggi di Pulau Jawa. Salah satu kabupaten yang potensial perkembangan wilayahnya di Jawa Barat adalah Kabupaten Majalengka. Kabupaten Majalengka ini memiliki luas 120.424 hektar dan berpenduduk 1.179.136 jiwa (BPS, 2006). Kepadatan penduduk masih sangat rendah yaitu sekitar 10 jiwa per hektar.

Pola penggunaan lahan di Kabupaten Majalengka terdiri atas pekarangan/bangunan seluas 12.336 Ha (10,24 %); pesawahan beririgasi teknis seluas 25.333 Ha (21,04 %); pesawahan ber-irigasi non teknis seluas 25.592 Ha (21,25 %);

tegal/kebun, ladang/huma & penggembalaan seluas 25.576 Ha (21,24 %); rawa, tambak & kolam/empang seluas 693 Ha (0,58 %); perkebunan seluas 214 Ha (0,18 %), hutan rakyat seluas 3.884 Ha (3,23 %), hutan negara seluas 20.140 Ha (16,72 %) dan lain-lain seluas 6.656 Ha (5,53 %). Kondisi guna lahan ini menunjukkan kegiatan pertanian menjadi sektor yang dominan di Kabupaten Majalengka.

Sekitar 23.272,76 hektar lahan milik masyarakat di Kabupaten Majalengka dalam kondisi kritis. Tahun 2008 terdapat sekitar 25 hektar hutan di wilayah Desa Sidamukti menjadi gundul akibat kebakaran. Sementara itu, lahan (hutan) yang dikelola oleh Perum Perhutani tinggal seluas 11.875 ha karena sebagian lagi telah beralih status menjadi hutan taman nasional seluas 6.000 ha, Balai Pendidikan Kehutanan seluas 144 ha, lahan sengketa dengan masyarakat sekitar 2.706,9 ha, serta dikelola oleh PTP RNI Jatitujuh seluas 5.671,30 ha (Hariam Umum Pikiran Rakyat, 2009).

Dari pemaparan di atas tampak bahwa Kabupaten Majalengka yang didominasi oleh penggunaan lahan pertanian, telah memiliki permasalahan lahan. Permasalahan utama adalah lahan milik masyarakat menjadi lahan kritis dan menurunnya luas hutan. Permasalahan ini perlu diidentifikasi faktor-faktor penyebab dan akibat serta dampak yang akan ditimbulkan. Oleh karena itu, penelitian yang berupaya meramalkan dengan *modeling* (pemodelan) perubahan guna lahan menjadi perlu dilakukan. Aspek yang akan diteliti adalah faktor-faktor penyebab terjadinya, jenis guna lahan yang berubah, distribusi perubahan, dan bilamana terjadi perubahan tersebut.

Tujuan umum penelitian adalah membuat simulasi perubahan guna lahan untuk Kabupaten Majalengka, dengan tujuan antara:

- Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan guna lahan di Kabupaten Majalengka,
- Melakukan pemodelan perubahan guna lahan Kabupaten Majalengka.

PEMODELAN PERUBAHAN GUNA LAHAN

Istilah penggunaan lahan atau *land use* sering diikuti dengan istilah *land cover* atau tutupan lahan.

Terdapat perbedaan yang prinsip dalam kedua peristilahan tersebut. *Land cover* atau tutupan lahan merupakan keadaan biofisik dari permukaan bumi dan lapisan di bawahnya. *Land cover* menjelaskan keadaan fisik permukaan bumi sebagai lahan pertanian, gunung atau hutan. *Land cover* adalah atribut dari permukaan dan bawah permukaan lahan yang mengandung biota, tanah, topografi, air tanah dan permukaan, serta struktur manusia. Sedangkan *land use* adalah tujuan manusia dalam mengeksploitasi *land cover* (Lambin *et al.* 2003).

Land use atau penggunaan lahan menggambarkan sifat biofisik dari lahan yang menggambarkan fungsi atau tujuan dari lahan tersebut digunakan oleh manusia dan dapat dijelaskan sebagai aktivitas manusia yang secara langsung berkaitan dengan lahan, penggunaan dari sumberdaya tersebut atau memberikan dampak terhadapnya (Briassoulis, 2000). Penggunaan lahan disebut pula sebagai penggunaan tanah, yang menurut Sandy (1999) merupakan terminologi yang sama dengan penggunaan ruang. Demikian pula dengan tata guna tanah sama dengan tata ruang.

Briassoulis (2000) menyebutkan bahwa selama 300 tahun terakhir perubahan penggunaan lahan secara global, telah secara signifikan mencemaskan, dan penyebab utamanya adalah manusia. Sejak tahun 1700 an jumlah populasi manusia selalu meningkat mencapai lima milyar pada tahun 2000 an. Terdapat penurunan luas hutan satu milyar hektar selama 300 tahun dan areal untuk pertanian bertambah satu milyar hektar lebih. Keadaan perubahan penggunaan lahan secara global hampir mirip dengan keadaan di Indonesia.

Secara umum Briassoulis (2000) menggambarkan klasifikasi pemodelan untuk analisis penggunaan lahan dan perubahannya. Model-model ini dikelompokkan ke dalam lima kelompok besar yaitu model statistik dan ekonometrik, model interaksi spasial, model optimisasi, model terpadu (*intergrated model*) dan pendekatan model lainnya. Tabel 2 berikut ini menunjukkan pengelompokan model-model perubahan penggunaan lahan.

Conversion of Land Use and its Effect atau CLUE (Veldkamp *et al.* 2001) merupakan pendekatan empiris yang dilakukan dengan studi kasus antara lain di *Atlantic Zone* (Costa Rica), China, Ekuador, Honduras dan Pulau Jawa. Model ini merupakan model terpadu, secara spasial nyata, dinamis dan berdasarkan pada sosial ekonomi dan lingkungan. Terdapat dua tahap dalam pemodelan dengan CLUE; yaitu yang pertama adalah analisis pola penggunaan lahan eksisting dan lampau untuk menentukan variabel paling penting dari aspek biogeofisik dan sosial ekonomi; yang kedua adalah menggunakan

hasil tahap pertama menentukan skenario untuk mengeksplorasi kemungkinan-kemungkinan.

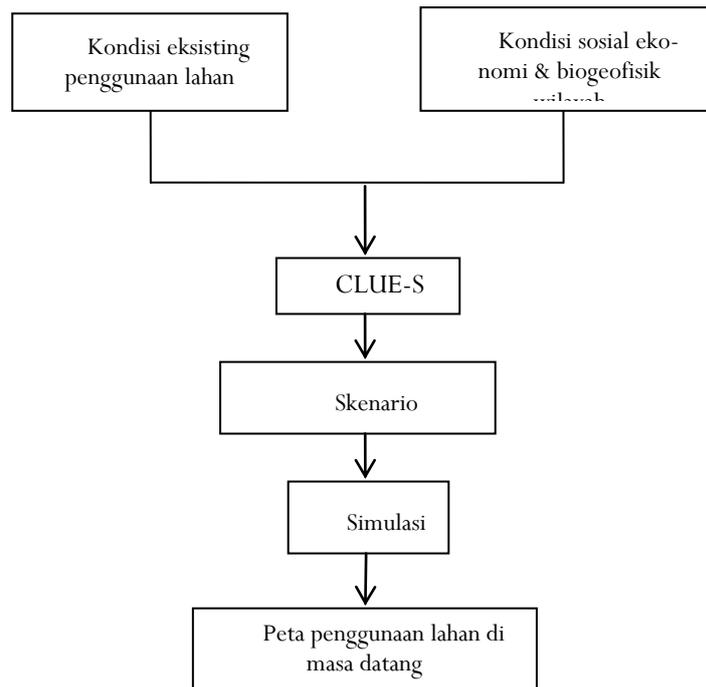
Model CLUE ini terdiri dari modul permintaan (*demand module*) dan modul alokasi (*allocation module*). Pada modul permintaan terdapat permintaan nasional untuk komoditas pertanian yang ditentukan berdasarkan jumlah penduduk (pertumbuhan penduduk), pola konsumsi, perkembangan ekspor-impor dan produktivitas. Perubahan permintaan nasional tahunan mengakibatkan perubahan penggunaan lahan propinsi (level grid). Perubahan di wilayah propinsi di modelkan dalam suatu modul alokasi multi skala.

Verburg *et al.* (2002) mengembangkan pemodelan spasial untuk perubahan penggunaan lahan pada areal lebih kecil dari nasional atau propinsi. Model ini dinamakan *Conversion of Land Use and Its Effect at Small regional extent* atau CLUE-S. Pada pemodelan dengan CLUE-S ini beberapa konsep digunakan berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan yaitu konektivitas, stabilitas dan resilience. Konektivitas merupakan suatu istilah yang menentukan/ menjelaskan bahwa lokasi-lokasi mempunyai hubungan spasial misalnya suatu jarak tertentu satu sama lain. Stabilitas merupakan karakter suatu jenis penggunaan lahan tertentu untuk terkonversi. *Resilience* atau daya lenting merupakan kapasitas menyangga dari suatu ekosistem atau masyarakat dalam menerima gangguan.

Model CLUE-S ini merupakan gabungan dari pemodelan empiris, analisis spasial dan model dinamis. Analisis spasial menggunakan teknik overlaying dari sistem informasi geografis atau *geographic information system* (GIS). Model CLUE-S ini telah diterapkan di DAS Selangor (Malaysia), Pulau Sibuyan (Filipina), dan Propinsi Bac Kan (Vietnam) selain itu juga telah dilakukan untuk menggambarkan faktor aksesibilitas sebagai *driver* dari perubahan penggunaan lahan di Kabupaten San Mariano (Filipina). Keuntungan penggunaan model ini adalah pertimbangan secara eksplisit untuk memfungsikan sistem *land use* secara keseluruhan (Verburg, *et.al*, 2004).

METODE PENELITIAN

Pemodelan spasial untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan di wilayah Kabupaten Majalengka, menggunakan program CLUE-S (*Conversion of Land Use Changes and its Effect at small regional extent*) version 2.3 dari Laboratory of Soil Science and Geology, Wageningen University, The Netherlands.



Sumber: Verburg et al, 2002

Gambar 1 Tahapan Penelitian

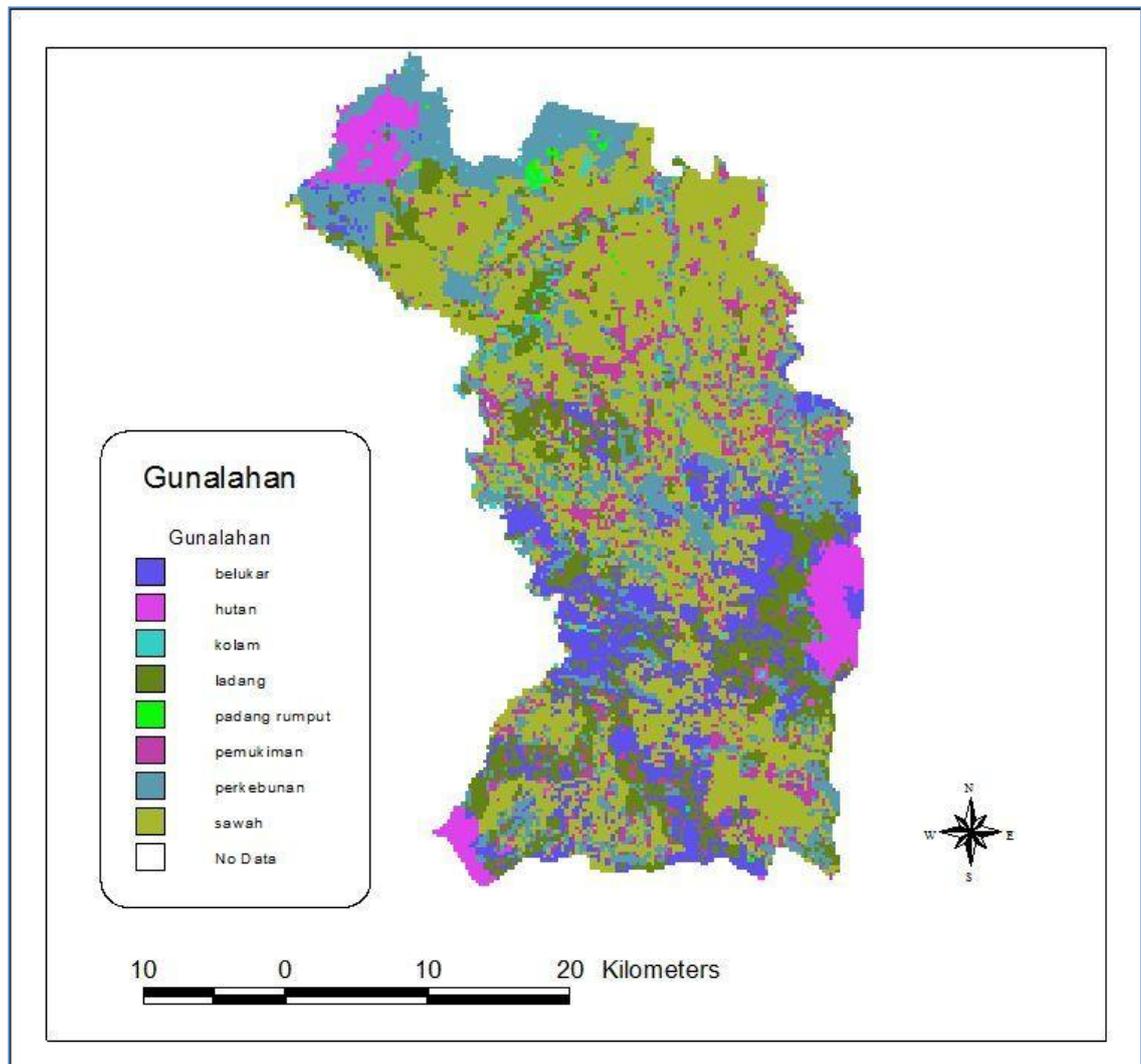
Kondisi eksisting penggunaan lahan Kabupaten Majalengka diperoleh dari data *landcover* tahun 2009. Peta penggunaan lahan tahun 2009 (eksisting) dikonversi ke dalam bentuk raster (Gambar 2). Peta penggunaan lahan disajikan dalam bentuk raster dengan ukuran sel grid 250 meter. Sehingga 1 sel grid mempunyai luas 250 meter kali 250 meter sama dengan 6250 meter persegi atau 6.25 hektar. Kemudian setiap jenis penggunaan lahan dibuat peta binarinya. Artinya setiap peta hanya mengandung satu jenis penggunaan lahan. Wilayah dengan nilai 0 berarti pada wilayah itu tidak ada jenis penggunaan lahan tersebut. Pada wilayah dengan nilai 1 berarti terdapat jenis penggunaan lahan tersebut. Setiap peta tersebut dikonversi ke bentuk teks dengan cara diekspor dari program ArcView lalu diberi nama dengan cov1_0.0 sampai dengan cov1_7.0 Data setiap jenis penggunaan lahan ini menjadi variabel terikat atau dependen (Tabel 1).

Setelah diperoleh peta biner, setiap peta dikonversi ke dalam format file ASCII, yang berarti data disimpan dalam file teks yang mengandung

nilai-nilai dari setiap grid, menyajikan nilai untuk sel-sel yang berbeda. Dalam format ini, nilai setiap sel disimpan dalam *row* dan *column* dengan header yang menggambarkan formatnya, seperti jumlah *column* dan *row* serta koordinat.

Tabel 1. File Ascii Dari Setiap Jenis Peta Biner Guna Lahan: (Variabel Dependen)

No.	Jenis Guna Lahan	Nama File
1.	Belukar	Cov1_0.0
2.	Hutan	Cov1_1.0
3.	Kolam	Cov1_2.0
4.	Ladang	Cov1_3.0
5.	Padang Rumput	Cov1_4.0
6.	Permukiman	Cov1_5.0
7.	Perkebunan	Cov1_6.0
8.	Sawah	Cov1_7.0



Gambar 2. Peta Penggunaan Lahan Kabupaten Majalengka (Raster) Tahun 2009

Tabel 2. File Ascii Setiap Jenis Peta Biogeofisik & Sosek: (Variabel Independen)

No.	Driving Factors	Nama File
1.	Ketinggian	Sc1gr0.fil
2.	Jenis Tanah	
	Aluvial	Sc1gr1.fil
	Asosiasi andosol	Sc1gr2.fil
	Asosiasi mediteran	Sc1gr3.fil
	Asosiasi podsolik	Sc1gr4.fil
	Grumosol	Sc1gr5.fil
	Latosol	Sc1gr6.fil
	Regosol	Sc1gr7.fil
3.	Geologi	
	Aluvium	Sc1gr8.fil
	Andesit	Sc1gr9.fil
	Formasi Cinambo	Sc1gr10.fil
	Formasi Citalang	Sc1gr11.fil

No.	Driving Factors	Nama File
	Formasi Halang	Sc1gr12.fil
	Formasi Kaliwangu	Sc1gr13.fil
	Formasi Subang	Sc1gr14.fil
	Hasil gunung api muda	Sc1gr15.fil
	Hasil gunung api tua	Sc1gr16.fil
4.	Kedalaman tanah	Sc1gr17.fil
5.	Curah Hujan	Sc1gr18.fil
6.	Kepadatan penduduk	Sc1gr19.fil
7.	Tingkat pendidikan	Sc1gr20.fil
8.	Mata Pencaharian	Sc1gr21.fil
9.	Jarak dari pusat kabupaten	Sc1gr22.fil
10.	Jarak dari jalan arteri	Sc1gr23.fil

Peta penggunaan lahan dalam bentuk teks yang merupakan variabel tidak bebas (*dependent variable*) dipadankan dengan variabel bebas atau *independent variable* yang merupakan *driving factors* (Tabel 2). Setelah semua file yang menunjukkan faktor dependen dan independen, sesuai dengan Tabel 1 dan 2. File-file tersebut dikonversi dengan menggunakan file converter dari program CLUES. Hasil konversi ini dapat diolah oleh program aplikasi statistik seperti SPSS (Statistical Package for Social Science) untuk melihat keterkaitan antara jenis guna lahan dengan faktor *driver* dengan regresi logistik. Hasil regresi logistik ini dijadikan input data ke dalam program CLUE-S.

Data pendukung dalam pemodelan perubahan penggunaan lahan adalah: matriks konversi setiap penggunaan lahan, nilai stabilitas, *demand module* dan *spatial policy* (Verburg *et al.* 2002). Matrik konversi setiap penggunaan lahan merupakan angka-angka yang dibuat matrik yang menggambarkan ada tidaknya konversi dari satu jenis penggunaan lahan ke jenis penggunaan lahan yang lain. Matrik tersebut disajikan dalam angka 0 dan 1. Angka 1 menunjukkan konversi boleh terjadi sedangkan 0 adalah ketidakmungkinan terjadinya konversi.

Nilai stabilitas yang berkisar antara 0 sampai 1. Semakin stabil, atau tidak mudah untuk terkonversi semakin mendekati nilai 1. Parameter berikutnya dalam pemodelan spasial dengan program CLUE-s adalah *area restriction* yang merupakan kebijakan spasial (*spatial policy*) yang membatasi wilayah mana yang tidak diijinkan untuk dikonversi misalnya kawasan lindung dan cagar alam. Pada penelitian ini, tidak ada pemodelan *area restriction* untuk perubahan penggunaan lahan.

Parameter selanjutnya adalah *demand module*. Perhitungan input ini berdasarkan pada persentase perubahan luas penggunaan lahan di wilayah kajian. *Demand module* merupakan perkiraan luas penggunaan lahan pada tahun dugaan berdasarkan laju perubahan penggunaan lahan sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perubahan Guna Lahan di Kabupaten Majalengka

Penggunaan lahan Kabupaten Majalengka untuk penelitian model perubahan penggunaan lahan yang berkelanjutan ini diklasifikasikan ke dalam 8 kelas yaitu belukar, hutan, kolam, ladang, padang rumput, pemukiman, perkebunan dan sawah. Faktor-faktor yang menjadi *driver* dalam perubahan penggunaan lahan adalah faktor biogeosik dan sosial ekonomi. Variabel dependen adalah jenis guna la-

han. Terjadi atau munculnya jenis guna lahan tertentu diduga didorong oleh faktor-faktor biogeofisik dan sosial ekonomi. Peluang untuk faktor pendorong atau *driver* untuk terjadinya guna lahan diduga dengan *binary logistic regression*.

Persamaan regresi logistik yang digunakan adalah $\text{Log} [p/(1-p)] = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_n X_{ni}$, β merupakan hasil langsung dari perhitungan regresi dan p adalah peluang munculnya jenis penggunaan lahan dan *driving factor* (variabel bebas) tertentu. Untuk menganalisis persamaan tersebut digunakan $\text{Exp}(\beta)$. Bila nilai $\text{Exp}(\beta)$ lebih besar dari satu artinya peluang munculnya penggunaan lahan tersebut akan meningkat bila terdapat peningkatan pada variabel bebas. Sebaliknya, bila nilai $\text{Exp}(\beta)$ lebih kecil atau sama dengan satu, maka peluang munculnya penggunaan lahan tersebut menurun dengan terdapatnya peningkatan pada variabel bebas tersebut.

Hasil dari analisis regresi logistik diuji ketepatannya dengan menggunakan metode ROC (*relative operating characteristic*). Nilai ketepatan ROC ini biasanya berada diantara 0.5 sampai 1.0. Nilai 1.0 mengindikasikan hasil perhitungan tepat sempurna, sedangkan nilai 0,5 mengindikasikan bahwa hasil tersebut karena pengaruh acakan saja (Pontius & Scheneider 2001).

Hasil perhitungan dengan menggunakan analisis statistik dengan regresi logistik binari adalah seperti yang disajikan pada Tabel 3 dan 4. Hasil ROC paling tinggi adalah 0,941 diperoleh oleh penggunaan lahan hutan, kemudian 0,874 oleh padang rumput, selanjutnya belukar dengan 0,821. Kelima penggunaan lahan sisanya berurutan dari besar ke kecil yaitu kolam (0,757); ladang (0,727); sawah (0,716); perkebunan (0,703) dan pemukiman (0,701).

Pada guna lahan belukar nilai $\text{Exp}(\beta)$ yang lebih besar dari satu adalah jenis tanah regosol. Selain itu, untuk geologi adalah andesit, formasi Cimanbo, formasi Halang dan formasi Kaliwangu. Faktor lain yang bernilai lebih dari satu adalah kedalaman tanah, curah hujan dan tingkat pendidikan. Artinya peluang munculnya penggunaan lahan belukar akan meningkat bila terdapat peningkatan pada faktor-faktor tersebut.

Sedangkan yang bernilai $\text{Exp}(\beta)$ lebih kecil atau sama dengan satu untuk belukar adalah jenis tanah aluvial & grumosol; variabel geologi adalah aluvium dan formasi Citalang; faktor-faktor lainnya kepadatan penduduk, mata pencaharian dan jarak dari jalan arteri. Artinya munculnya penggunaan lahan belukar menurun dengan terdapatnya peningkatan pada variabel-variabel tersebut.

Pada guna lahan hutan, nilai $Exp(\beta)$ yang lebih besar dari satu adalah jenis tanah asosiasi andosol dan asosiasi mediteran. Selain itu, untuk geologi adalah formasi Cinambo, formasi Citalang dan formasi Kaliwungu serta hasil gunung api tua. Faktor lain yang bernilai lebih dari satu adalah kedalaman tanah dan mata pencaharian. Artinya peluang munculnya penggunaan lahan hutan akan meningkat bila terdapat peningkatan pada faktor-faktor tersebut.

Sedangkan yang bernilai $Exp(\beta)$ lebih kecil atau sama dengan satu untuk hutan adalah jenis tanah latosol; faktor-faktor lainnya adalah kepadatan penduduk, tingkat pendidikan, jarak dari pusat kabupaten dan jarak dari jalan arteri. Artinya munculnya penggunaan lahan hutan menurun dengan terdapatnya peningkatan pada variabel-variabel tersebut.

Pada guna lahan kolam, nilai $Exp(\beta)$ yang lebih besar dari satu adalah jenis tanah asosiasi podsolik dan grumosol. Selain itu, untuk geologi adalah alluvium. Nilai ini berarti peluang munculnya penggunaan lahan kolam akan meningkat bila terdapat peningkatan pada faktor-faktor tersebut. Sedangkan yang bernilai $Exp(\beta)$ lebih kecil atau sama dengan satu untuk kolam adalah jenis tanah andosol; faktor-faktor lainnya adalah kepadatan penduduk dan jarak dari pusat kabupaten. Hal ini berarti munculnya penggunaan lahan kolam menurun dengan terdapatnya peningkatan pada variabel-variabel tersebut.

Pada guna lahan ladang, nilai $Exp(\beta)$ yang lebih besar dari satu adalah jenis tanah asosiasi andosol, latosol dan regosol. Selain itu, untuk geologi adalah aluvium, andesit dan formasi Halang. Faktor lain yang bernilai lebih dari satu adalah kedalaman tanah dan tingkat pendidikan. Hal ini mengindikasikan peluang munculnya penggunaan lahan ladang akan meningkat bila terdapat peningkatan pada faktor-faktor tersebut.

Sedangkan yang bernilai $Exp(\beta)$ lebih kecil atau sama dengan satu untuk ladang adalah jenis tanah grumosol; faktor-faktor lainnya adalah kepadatan penduduk, mata pencaharian, jarak dari pusat kabupaten dan jarak dari jalan arteri. Artinya munculnya penggunaan lahan ladang menurun dengan terdapatnya peningkatan pada variabel-variabel tersebut.

Pada guna lahan padang rumput, nilai $Exp(\beta)$ yang lebih besar dari satu adalah jenis tanah aluvial, asosiasi podsolik dan latosol. Selain itu, untuk geologi adalah aluvium, formasi Halang, hasil gunung api muda dan hasil gunung api tua. Hal ini mengartikan peluang munculnya penggunaan lahan padang rumput akan meningkat bila terdapat pen-

ingkatan pada faktor-faktor tersebut. Sedangkan yang bernilai $Exp(\beta)$ lebih kecil atau sama dengan satu untuk padang rumput adalah kepadatan penduduk dan jarak dari jalan arteri; Artinya munculnya penggunaan lahan padang rumput menurun dengan terdapatnya peningkatan pada variabel-variabel tersebut.

Pada guna lahan perkebunan, nilai $Exp(\beta)$ yang lebih besar dari satu adalah jenis tanah asosiasi mediteran, asosiasi podsolik, grumosol dan regosol. Selain itu, untuk geologi adalah formasi Citalang. Faktor lain yang bernilai lebih dari satu adalah tingkat pendidikan. Artinya peluang munculnya penggunaan lahan perkebunan akan meningkat bila terdapat peningkatan pada faktor-faktor tersebut.

Sedangkan yang bernilai $Exp(\beta)$ lebih kecil atau sama dengan satu untuk perkebunan adalah faktor ketinggian dan geologi formasi Halang; faktor-faktor lainnya adalah kedalaman tanah, curah hujan, kepadatan penduduk, mata pencaharian dan jarak dari pusat kabupaten. Hal ini berarti munculnya penggunaan lahan perkebunan akan menurun dengan terdapatnya peningkatan pada variabel-variabel tersebut.

Pada guna lahan pemukiman, nilai $Exp(\beta)$ yang lebih besar dari satu adalah jenis tanah asosiasi andosol dan asosiasi mediteran serta kepadatan penduduk. Artinya peluang munculnya penggunaan lahan pemukiman akan meningkat bila terdapat peningkatan pada faktor-faktor tersebut. Sedangkan yang bernilai $Exp(\beta)$ lebih kecil atau sama dengan satu untuk pemukiman adalah geologi formasi Citalang dan jarak dari pusat kabupaten. Hal ini berarti munculnya penggunaan lahan pemukiman akan menurun dengan terdapatnya peningkatan pada variabel-variabel tersebut.

Pada guna lahan sawah, nilai $Exp(\beta)$ yang lebih besar dari satu adalah jenis tanah aluvial, asosiasi andosol dan asosiasi podsolik. Selain itu, untuk geologi adalah formasi Kaliwungu, formasi Subang dan hasil gunung api tua. Faktor lain yang bernilai lebih dari satu adalah kepadatan penduduk dan mata pencaharian. Hal ini berarti peluang munculnya penggunaan lahan sawah akan meningkat bila terdapat peningkatan pada faktor-faktor tersebut.

Sedangkan yang bernilai $Exp(\beta)$ lebih kecil atau sama dengan satu untuk sawah adalah faktor ketinggian; faktor geologi adalah andesit, formasi Halang; faktor lainnya berupa kedalaman tanah, tingkat pendidikan dan jarak dari pusat kabupaten. Artinya munculnya penggunaan lahan sawah menurun dengan terdapatnya peningkatan pada variabel-variabel tersebut.

Tabel 3. Nilai B Dari Setiap Jenis Guna Lahan (Hasil Analisis)

Driving Factors	Jenis Penggunaan Lahan							
	Belukar	Hutan	Kolam	Ladang	P.Rumput	Pkebun	Pmukim	Sawah
Ketinggian						0,000		- 0,002
Aluvial	-1,072				3,163		0,258	1,212
Asosiasi andosol		3,443	- 15,669	0,256			0,493	2,812
Asosiasi mediteran		7,467				1,645		
Asosiasi podsolik			1,149		4,580	0,727		0,729
Grumosol	-2,469	-6,456	2,397	-0,634		2,821		
Latosol				2,084	2,988			
Regosol	0,286			0,267		0,966		
Aluvium	-1,165		1,365	0,736	3,295			
Andesit	0,744			0,963				
Formasi Cinambo	1,873	10,871						-0,638
Formasi Citalang	-1,503	8,770				0,794	-0,488	
Formasi Halang	1,939			1,615	5,657	-0,865		-0,940
Formasi Kali-wangu	0,534	12,438						1,291
Formasi Subang								0,638
Hasil gunung api muda					4,453			
Hasil gunung api tua		9,165			2,347			0,219
Kedalaman tanah	0,020	0,051		0,018		-0,010		-0,009
Curah Hujan	0,002		0,000			-0,001		
Kepadatan penduduk	-0,072	-0,341		-0,069	-0,168	-0,017	0,060	0,029
Tingkat pendidikan	0,137	-0,306		0,052		0,037		-0,142
Mata Pencarian	-0,042	0,208		-0,015		-0,017		0,036
Jarak dari pusat kabupaten		0,000	0,000	0,000		0,000		0,000
Jarak dari jalan arteri	0,000	0,000		0,000	0,000		0,000	

Driving Factors	Jenis Penggunaan Lahan							
	Belukar	Hutan	Kolam	Ladang	P.Rumput	Pkebun	Pmukim	Sawah
Konstanta	-3,890	- 30,303	-3,556	-1,300	-8,870	-0,995	-2,375	-0,796
ROC	0,821	0,941	0,757	0,727	0,874	0,703	0,701	0,716

Tabel 4. Nilai Exp(B) Dari Setiap Jenis Guna Lahan (Hasil Analisis)

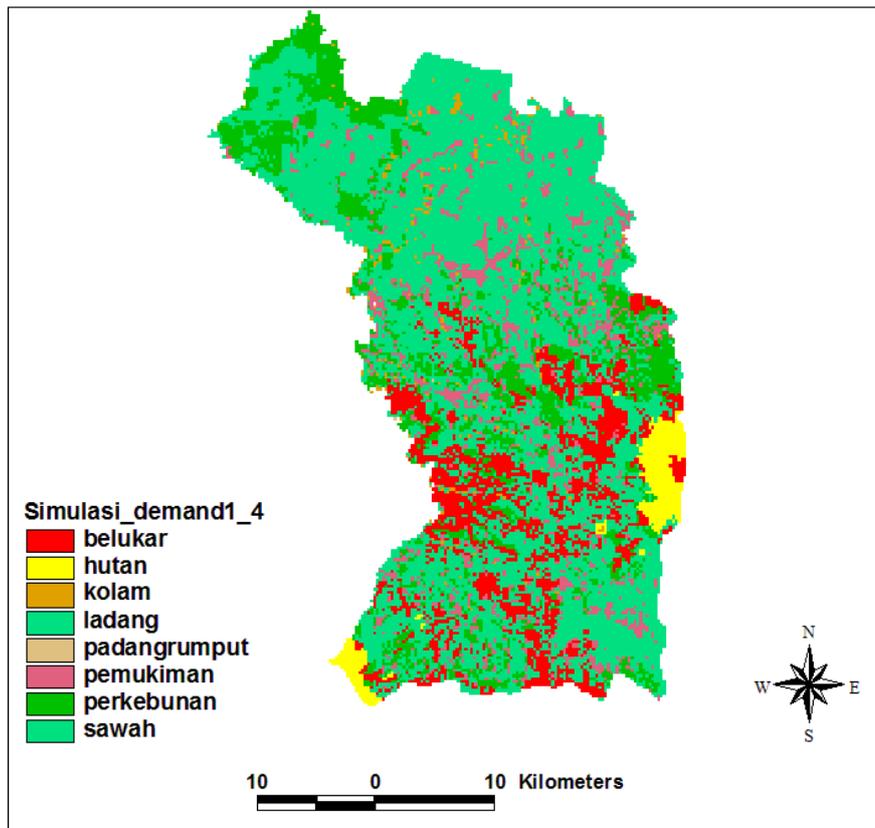
Driving Factors	Jenis Penggunaan Lahan							
	Belukar	Hutan	Kolam	Ladang	P.Rumput	Pkebun	Pmukim	Sawah
Ketinggian						1,000		0,998
Aluvial	0,342				23,651			3,360
Asosiasi andosol		31,286	0,000	1,292			1,294	16,638
Asosiasi mediteran		1758,878				5,180	1,637	
Asosiasi podsolik			3,156		97,541	2,069		2,074
Grumosol	0,085		10,993	0,531		16,796		
Latosol		0,002		8,038	19,847			
Regosol	1,332			1,306		2,628		
Aluvium	0,312		3,914	2,087				
Andesit	2,104			2,620	26,967			0,528
Formasi Cinambo	6,506	52634.779						
Formasi Citalang	0,222	6438,565				2,211	0,614	
Formasi Halang	6,953			5,029	286,152	0,421		0,391
Formasi Kaliwangu	1,706	252266,9						3,636
Formasi Subang								1,892
Hasil gunung api muda					85,878			
Hasil gunung api tua		9558,161			10,455			1,245
Kedalaman tanah	1,020	1,052		1,018		0,990		0,991
Curah Hujan	1,002					0,999		
Kepadatan penduduk	0,930	0,730	1,000	0,933	0,846	0,983	1,062	1,029
Tingkat pendidikan	1,147	0,736		1,054		1,038		0,868
Mata Pencaharian	0,959	1,231		0,985		0,983		1,037

Driving Factors	Jenis Penggunaan Lahan							
	Belukar	Hutan	Kolam	Ladang	P.Rumput	Pkebun	Pmukim	Sawah
Jarak dari pusat kabupaten		1,000	1,000	1,000		1,000	1,000	1,000
Jarak dari jalan arteri	1,000	1,000		1,000	1,000			

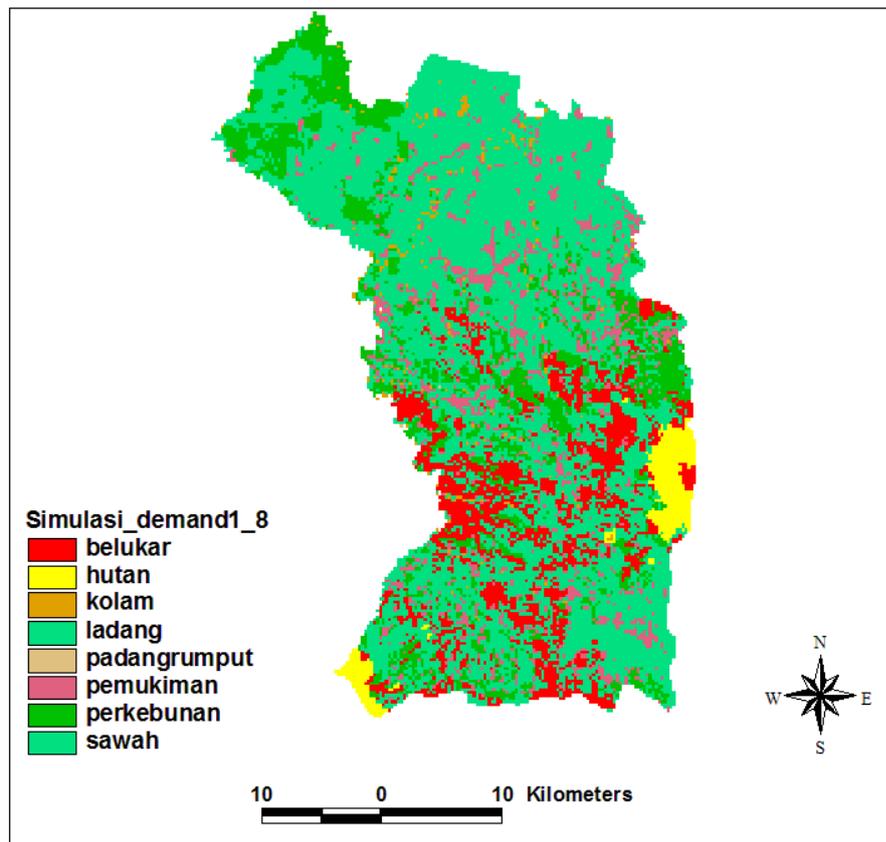
Simulasi Perubahan Guna Lahan

Pemodelan spasial dengan program CLUE-S memerlukan skenario yang ditentukan berdasarkan pada kebutuhan. Pada penelitian pemodelan spasial ini *expert judgment* dilakukan berdasarkan studi pustaka dan penelitian-penelitian sebelumnya. Skenario yang digunakan berdasarkan pada *demand module* dan *spatial policy*. Skenario yang ditetapkan ada dua buah skenario yang mengacu pada *demand module*. *Demand module* dalam program CLUE-S merupakan tabel *time series* untuk setiap penggunaan lahan berdasarkan laju perubahan penggunaan lahan sebe-

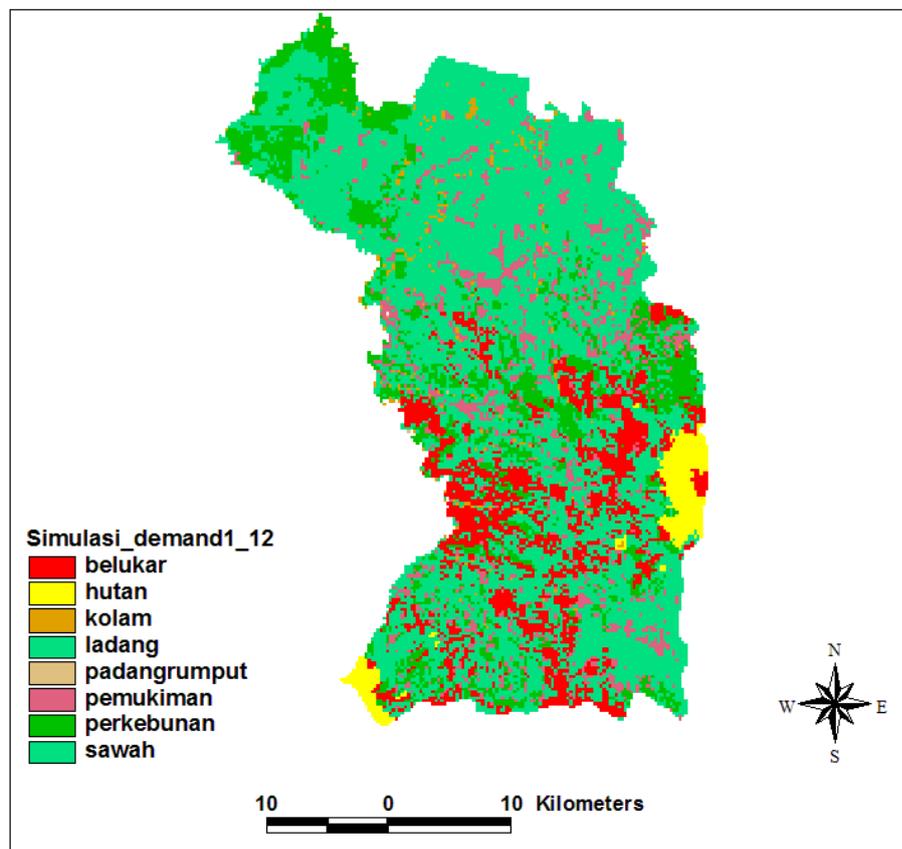
lumnya. *Spatial policy* adalah *area restriction* (areal terlarang) yang membatasi wilayah untuk dikonversi seperti kawasan lindung dan cagar alam. Pada penelitian ini tidak menggunakan *spatial policy*, jadi tidak ada *area restriction*. Simulasi dilakukan dengan time frame 12 tahun dengan *baseline* tahun 2009. Hasil dari simulasi dapat ditampilkan dalam peta guna lahan untuk setiap tahun simulasi. Gambar 3,4 dan 5 menunjukkan hasil simulasi perubahan guna lahan pada tahun simulasi ke 4, 8 dan 12 atau pada tahun 2013, 2017 dan 2021.



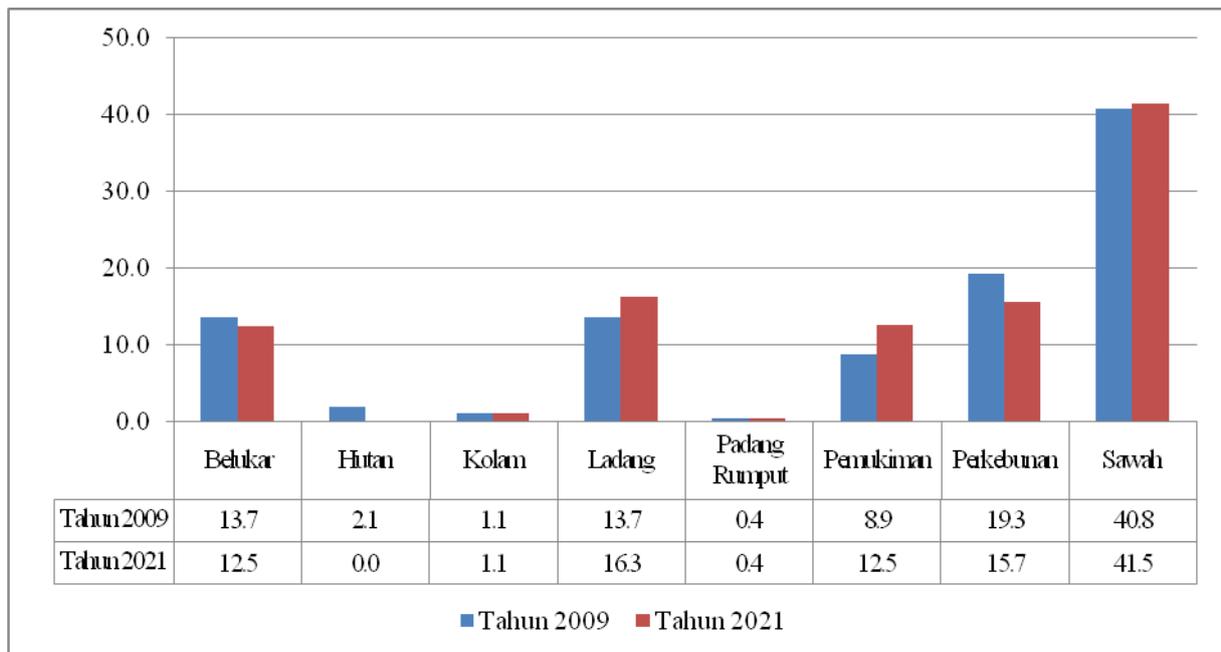
Gambar 3. Hasil Simulasi Perubahan Guna Lahan Kabupaten Majalengka Pada Tahun 2013



Gambar 4. Hasil Simulasi Perubahan Guna Lahan Kabupaten Majalengka Pada Tahun 2017



Gambar 5. Hasil Simulasi Perubahan Guna Lahan Kabupaten Majalengka Pada Tahun 2021



Gambar 6. Persentase Setiap Jenis Guna Lahan Pada Awal Simulasi (Tahun 2009) Dan Pada Akhir Simulasi (Tahun 2021)

Hasil simulasi atau pemodelan perubahan guna lahan berupa peta guna lahan seperti disajikan pada Gambar 3,4 dan 5. Dari peta tersebut dapat diperoleh informasi luas setiap guna lahan. Hasil simulasi disajikan pada Gambar 6 yang menunjukkan luas setiap jenis guna lahan dalam persen pada tahun awal simulasi (Tahun 2009) dan Tahun 2021. Gambar 6 menunjukkan bahwa jenis guna lahan belukar, hutan dan perkebunan mengalami penurunan. Jenis guna lahan hutan bahkan habis sama sekali pada tahun 2021. Jenis guna lahan belukar yang pada tahun 2009 seluas 13,7% berkurang sekitar 1 persen menjadi 12,5%. Luas guna lahan perkebunan turun dari 19,3% menjadi 15,7%.

Jenis guna lahan yang meningkat luasannya adalah ladang, pemukiman dan sawah. Luas ladang meningkat dari 13,7% menjadi 16,3% dari total area Kabupaten Majalengka. Luas pemukiman bertambah dari 8,9% menjadi 12,5%. Sedangkan, luas jenis guna lahan sawah meningkat dari 40,8% menjadi 41,5%. Jenis guna lahan kolam dan padang rumput tidak mengalami penurunan atau peningkatan.

KESIMPULAN

Faktor-faktor yang menyebabkan perubahan guna lahan diperoleh dari perhitungan analisis statistik dengan regresi logistik binary. Untuk menguji ketepatan hasil statistik digunakan metode ROC (*relative operating characteristic*). Nilai ketepatan ROC ini biasanya berada diantara 0.5

sampai 1.0. Nilai 1.0 mengindikasikan hasil perhitungan tepat sempurna, sedangkan nilai 0,5 karena pengaruh acakan. Hasil ROC paling tinggi adalah 0,941 diperoleh oleh penggunaan lahan hutan, kemudian 0,874 oleh padang rumput, selanjutnya belukar dengan 0,821. Kelima penggunaan lahan sisanya berutan dari besar ke kecil yaitu kolam (0,757); ladang (0,727); sawah (0,716); perkebunan (0,703) dan pemukiman (0,701).

Faktor yang mempengaruhi munculnya guna lahan belukar jenis tanah regosol, geologi (andesit, formasi Cinambo, formasi Halang dan formasi Kaliwangu), kedalaman tanah, curah hujan dan tingkat pendidikan. Faktor yang mempengaruhi munculnya guna lahan hutan adalah jenis tanah asosiasi andosol dan asosiasi mediteran, geologi (formasi Cinambo, formasi Citalang), kedalaman tanah, curah hujan dan tingkat pendidikan. Pada guna lahan kolam, faktor yang berpengaruh terhadap munculnya jenis guna lahan adalah jenis tanah asosiasi podsolik dan grumosol, geologi alluvium. Faktor yang mempengaruhi munculnya guna lahan ladang, adalah jenis tanah asosiasi andosol, latosol dan regosol, geologi (aluvium, andesit dan formasi Halang), kedalaman tanah dan tingkat pendidikan. Faktor yang mempengaruhi munculnya guna lahan padang rumput adalah jenis tanah aluvial, asosiasi podsolik dan latosol, serta geologi (aluvium, formasi Halang, hasil gunung api muda dan hasil gunung api tua). Pada guna lahan pemukiman, faktor yang berpengaruh adalah jenis tanah aluvial dan asosiasi andosol serta kepadatan penduduk. Pada guna lahan perkebunan, faktor yang berpengaruh adalah jenis

tanah asosiasi mediteran, asosiasi podsolik, grumosol, faktor geologi formasi Citalang, serta tingkat pendidikan. Faktor yang mempengaruhi guna lahan sawah, adalah jenis tanah aluvial, asosiasi andosol dan asosiasi podsolik; geologi (formasi Kaliwangu, formasi Subang dan hasil gunung api tua); kepadatan penduduk dan mata pencaharian.

Faktor yang berpengaruh dalam munculnya suatu jenis guna lahan menjadi input dalam pemodelan perubahan guna lahan dengan menggunakan CLUES ini. Skenario yang digunakan adalah dengan laju perubahan yang sama dengan laju perubahan sebelumnya (pada jenis guna lahan hutan). Pemodelan dilakukan untuk 12 tahun dengan data baseline pada tahun 2009.

Hasil akhir dari pemodelan perubahan guna lahan adalah diperolehnya informasi luas jenis guna lahan yang bertambah, berkurang atau tetap. Jenis guna lahan yang bertambah luasnya adalah ladang, pemukiman dan sawah. Sedangkan jenis guna lahan yang luasnya berkurang adalah belukar, hutan dan perkebunan. Jenis guna lahan yang tetap luasnya adalah kolam dan padang rumput.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah untuk membuat pemodelan lebih panjang dari 12 tahun, yaitu dengan cara memperoleh data sejarah penggunaan lahan sebelumnya yang lebih panjang. Perlu dilakukan pula *spatial policy* dengan melihat dan menyarankan lokasi yang terlarang untuk dikonversi.

UCAPAN TERIMA KASIH/ ACKNOWLEDGMENT

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratory of Soil Science and Geology, Wageningen University, The Netherlands yang telah mengizinkan menggunakan program CLUES. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah memberikan hibah penelitian multi tahun melalui skim Hibah Bersaing tahun anggaran 2010 untuk pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada anggota tim peneliti yaitu Wanita Subadra Abioso, Ir., MT dan Vera Juntriestra Vardani, ST MT serta kepada Ilhamdaniah, ST., MT, MSc atas bantuan penyediaan data spasial.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2006. *Kabupaten Majalengka dalam Angka*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Briassoulis, H. 2000. *Analysis of land Use Change, Theoretical and Modeling Approaches*. Regional Research Institute, West Virginia University. <http://www.rri.wvu.edu/Web-Book/Briassoulis/content.htm>. [27 September 2002].
- Lambin, E.F., H.J. Geist, and E. Lepers. 2003. Dynamics of land use and land cover change in tropical regions. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 28:205-41
- Pontius, R.G., and L.C. Schneider. 2001. Land-cover change model validation by and ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystem & Environment* 85: 239-248.
- Sandy, I. M. 1999. Penataan Ruang dalam Pembangunan. Geografi dan Penerapannya dalam Pembangunan Wilayah. Jurusan Geografi. FMIPA. UI. Depok.
- Veldkamp, A. et al. 2001. The need for scale sensitive approaches in spatially explicit land use change modelling. *Environmental Modelling and Assessment* 6: 111-121.
- Verburg, P.H., T.A. Veldkamp, and J. Bouma. 1999. Land use change under condition of high population pressure: the case of Java. *Global Environmental Change* 9: 303-312.
- Verburg, P.H., et al. 2002. Modeling the spatial dynamics of regional land use: The CLUE-S Model. *Environmental Management* 30: 391-405.
- Verburg, P.H., P. Schot, M. Dijst, and T.A. Veldkamp. 2004. Land use change modelling: current practice and reserach priorities. *Geo Journal* 61: 306-324
- Warlina, L dkk. 2006. Pemodelan Spasial Perubahan Penggunaan Lahan (Studi Kasus Kabupaten Bandung). *Jurnal Ilmiah Geomatika* 12 (2): 1-12