

# SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN KESESUAIAN LOKASI TERNAK RUMINANSIA MENGGUNAKAN METODE AHP (STUDI KASUS: KABUPATEN BREBES)

Anggraini Kusumaningrum

Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta

[anggraini.stta@gmail.com](mailto:anggraini.stta@gmail.com)

## Intisari

*Saat ini program pemerintah mengenai swasembada daging sapi dan kerbau belum berhasil dilaksanakan. Hal ini dikarenakan penyebaran ternak belum mengacu pada ketentuan yang ada. Dimana proses penyebaran ternak hanya mempertimbangkan faktor ekologi saja dan belum mempertimbangkan faktor pendukung seperti sumberdaya manusia dan kelembagaan, teknologi dan perkembangan wilayah, perkembangan infrastruktur. Pada penelitian ini permasalahan tersebut dimodelkan dengan Multi Criteria Decision Making (MCDM). Dimana MCDM merupakan suatu metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari proses penyebaran ternak. Pada metode MCDM ini penentuan kesesuaian lokasi menggunakan metode Analytic Hierarchy Process (AHP) untuk menentukan bobot preferensi pengambil keputusan. Dari penelitian ini diperoleh bahwa kombinasi antara metode AHP dapat diimplementasikan dengan baik dan dapat memberikan alternatif yang tepat berdasarkan prioritas penyebaran ternak bagi pengambil keputusan dalam penentuan lokasi yang sesuai.*

**Kata Kunci:** kesesuaian lokasi ternak, MCDM, AHP.

## Abstract

*The spread of livestock to support the government's self-sufficiency program of Cattle and Buffalo has made the process of distributing livestock to be less in accordance with existing regulation. The MCDM methods are used to determine the suitability of the location of thus research is using Analytic Hierarchy Process (AHP). The results obtain in this study are combination of AHP methods successfully implemented properly and can provide a good alternative for decision-makers to determine the appropriate location and spread of animal realms.*

**Keywords:** suitability of the livestock location, MCDM, AHP.

## 1. Pendahuluan

Impian pemerintah dalam hal pemenuhan kebutuhan daging Sapi dan Kerbau domestik tidak pernah berhenti. Tercatat bahwa telah tiga kali ini pemerintah mengupayakan supaya Indonesia berswasembada daging Sapi dan Kerbau. Pertama, adalah tahun 2005 direncanakan Program Swasembada Daging Sapi (PSPD) tahun 2010. Target tercapainya adalah tahun 2010. Kedua, yaitu ketika paruh waktu dan memandang PSDS perlu ditingkatkan sehingga direncanakan Program Percepatan Swasembada Daging Sapi (P2SDS) 2010.

Keduanya ternyata gagal dan bahkan sebelum tahun 2009 P2SDS diperbaiki pencapaiannya tidak lagi tahun 2010, melainkan menjadi 2014.

Dalam proses penyebaran ternak dibutuhkan sebuah keputusan yang tepat, sehingga lokasi yang dipilih pun nantinya sesuai untuk penyebaran ternak ditinjau dari basis sektor perekonomian di lokasi tersebut berdasarkan ternak. Sistem pendukung keputusan kesesuaian lokasi ternak ini digunakan untuk membantu pihak yang berwenang dalam proses penyaluran bantuan ternak ke petani.

*Multiple Criteria Decision Making* (MCDM) merupakan metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif, berdasarkan beberapa kriteria dengan bobot tertentu. Untuk proses penentuan bobot yang akan digunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP), metode AHP membantu dalam menentukan prioritas dari beberapa kriteria dengan melakukan analisa perbandingan berpasangan dari masing-masing kriteria.

## 2. Metodologi

### 2.1 Analisis Kebutuhan Data

Penyempurnaan pewilayahan ternak dilakukan dengan menggunakan data yang telah dimasukkan ditinjau dari aspek sosial-ekonomi, di samping faktor ekologis.

#### 2.1.1 Parameter SDM dan Kelembagaan

##### 1. Kepadatan penduduk.

Jumlah kepadatan penduduk merupakan perbandingan antara jumlah penduduk di suatu daerah dengan luas daerah per Km<sup>2</sup>.

$$\text{KepadatanPenduduk} = \frac{\text{jumlahPenduduk}}{(\text{luasDesa}/100)} \dots\dots\dots(1)$$

##### 2. Lembaga *Input* dan *Output*

Merupakan kelembagaan yang menunjang proses pemasaran hasil ternak dan keberhasilan peternakan yang berada di satu desa. Lembaga *input* dan *output* ini terdiri dari Koperasi Unit Desa (KUD), kelompok tani, kios, pasar hewan, penyuluh pertanian, dan lembaga keuangan. Adapun klasifikasi dari kelengkapan lembaga *input* dan *output* desa ditentukan berdasarkan ada atau tidaknya kelembagaan penunjang peternakan tersebut.

### 2.1.2 SDA dan kesesuaian ekologis lahan

#### 1. Sumber daya alam

Penentuan kesesuaian ekologis lahan dilakukan berdasarkan enam parameter syarat hidup ternak yang optimal, yaitu temperatur, kelembaban, elevasi, agroklimat, jenis tanah dan kelerengan. Tabel 1 merupakan rincian parameter kesesuaian ekologis lahan untuk jenis ternak.

**Tabel 1** Parameter Kesesuaian Ekologis lahan ternak (sumber: Dir. Pengembangan Peternakan)

Parameter	Sapi Potong	Sapi Perah	Kerbau
Kelerengan (%)	< 40	< 40	< 15
Kesuburan Tanah	SDR	SDR	SDR
Agroklimat	KSB	KSB	KSB
Elevasi (m dpl)	< 1500	> 500	< 1500

**Keterangan:**

Kesuburan tanah : S = Subur,  
D = Sedang,  
R = Rendah  
Agroklimat : K = Kering (BK > 4bl),  
S = Sedang (BK 2-4bl),  
B = Basah (Bk < 2bl)

#### 2. Kesuburan Tanah

Menurut Shinta (2011) kesuburan tanah dan produktivitasnya saling berhubungan dan berbanding lurus, jika tanah kesuburannya menurun, maka produktivitas lahan tersebut menurun, namun jika kesuburan tanah baik, maka produktivitasnya pun baik. Dalam penelitian ini tingkat kesuburan tanah adalah berapa hasil yang dapat diharapkan dari tanaman yang tanamannya di sebuah lahan tertentu. Untuk menentukan produktivitas lahan digunakan persamaan 2.

$$ProduktivitasLahan = \frac{jumlahProduksiPanen}{(luasDesa_{Ha})} \dots\dots\dots(2)$$

#### 3. Kelerengan.

Wilayah Kabupaten Brebes meliputi daerah dataran rendah, sedang sampai tinggi. Namun wilayah usaha pertanian terkonsentrasi di dataran rendah sebelah utara dan dataran tinggi sebelah selatan.

#### 4. Curah Hujan.

Musim hujan di desa-desa dalam wilayah Kabupaten Brebes selama setahun umumnya berkisar antara 2 sampai 6 bulan.

## 5. Elevasi.

Kabupaten Brebes memiliki wilayah mulai dari pantai sampai pegunungan, sehingga mempunyai elevasi yang bervariasi dari dataran rendah sampai dataran tinggi.

## 6. Parameter kepadatan ternak.

Kepadatan ternak dibedakan dalam tiga tipe kepadatan ternak, yaitu kepadatan ekonomi, kepadatan usaha tani, dan kepadatan wilayah (Ashari, dkk., 1999). Kepadatan ekonomi (*KE*) menggambarkan dampak keberadaan ternak terhadap konsumsi dan peningkatan pendapatan asal ternak untuk daerah sentra produksi yang bersangkutan. Sedangkan Kepadatan Wilayah (*KW*) dan Kepadatan Usaha Tani (*KUT*) merupakan gambaran proporsi luasan lahan area per satuan ternak. Sedangkan parameter kepadatan untuk ternak ruminansia dan unggas menggunakan acuan dari Direktorat Pengembangan Peternakan, Dirjen Peternakan (2000). Persamaan 3, 4, dan 5 digunakan dalam menentukan *KE*, *KW*, dan *KUT*.

$$KE = \frac{\text{Jumlah Ternak}(ST)}{1000 \text{ penduduk}} \dots\dots\dots(3)$$

$$KW = \frac{\text{Jumlah Ternak}(ST)}{\text{Luas Lahan}(km^2)} \dots\dots\dots(4)$$

$$KUT = \frac{\text{Jumlah Ternak}(ST)}{\text{Luas Lahan UT}(ha)} \dots\dots\dots(5)$$

## 7. Indeks daya dukung wilayah

Daya dukung hijauan makanan ternak adalah kemampuan suatu wilayah untuk menghasilkan pakan ternak terutama berupa hijauan yang dapat menghasilkan bagi kebutuhan sejumlah populasi ternak dalam bentuk segar maupun kering, tanpa melalui pengolahan dan tanpa pengolahan khusus dan diasumsikan penggunaan hanya untuk ternak.

8. Tahap pertama untuk mengetahui daya dukung wilayah adalah menghitung produksi hijauan (rumput alam) di tiap desa (*RA*) dalam satuan ton Bahan Kering (*BK*). Daya dukung terdiri dari dua, yaitu Daya Dukung Riil (*DDR*) dan Daya Dukung Potensial (*DDP*). *DDR* adalah nilai kemampuan lahan pada suatu wilayah untuk menghasilkan hijauan pakan yang biasa dikonsumsi ternak di wilayah tersebut. Bagian dari *DDR* adalah Daya Dukung Rumput Alam (*DDRA*), yaitu kemampuan optimal

wilayah tersebut untuk menghasilkan rumput alam dalam bentuk segar atau kering yang dapat menunjang kebutuhan sejumlah populasi ternak, tanpa melalui pengolahan dan tanpa pakan tambahan lainnya. Bagian *DDR* lainnya adalah Daya Dukung Limbah dan Ramban (*DDL*). Pada kajian ini dihitung nilai *DDP*, *DDRA* dan daya dukung aktual atau *DDR* berupa jumlah dari *DDRA* dan *DDL*, karena petani di Brebes sudah banyak yang menggunakan limbah tanaman pangan atau perkebunan serta ramban selain rumput alam sebagai pakan utama (*JL* = jumlah limbah). Persamaan yang digunakan dalam menghitung indek daya dukung dijabarkan dalam persamaan 6.

$$IDD = \frac{\text{TotalTercernaTersedia}(RA)}{\text{JumlahKebutuhanHPTercerna}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

- *IDD* : Indeks Daya Dukung
- *BK* : Berat Kering Cerna =1/2 *BK*
- *HP* : Hidup Pokok (1,14 Ton *BKC/ST*)

### 2.1.3 Teknologi dan Perkembangan Wilayah

#### 1. Tingkat perkembangan desa

Tingkat perkembangan desa ternyata mempunyai peranan penting bagi keberhasilan ternak, karena semakin maju sebuah desa maka akan semakin baik tingkat keberhasilan dari ternak tersebut. Berdasarkan panduan Ditjen Cipta Karya tentang identifikasi desa terpencil, tertinggal, dan pulau-pulau kecil (2007) ada beberapa parameter yang dijadikan acuan dalam penentuan tingkat perkembangan desa yaitu kelengkapan lembaga *input/ouput* desa, jaringan air bersih, jaringan irigasi, jaringan listrik, sarana perekonomian seperti pasar, PKL, dan toko, sarana kesehatan seperti rumah sakit, puskesmas, sarana transportasi dihitung dengan mengacu pada jumlah sarana transportasi yang dimiliki oleh desa tersebut untuk menunjukkan bahwa desa tersebut mudah dijangkau atau tidak.

#### 2. Teknologi budidaya.

Teknologi budidaya merupakan teknologi yang digunakan dalam sistem peternakan di desa tersebut. Berdasarkan pedoman Teknis pengembangan budidaya sapi dan kebau yang dikeluarkan oleh Direktorat Budidaya ternak Dirjen Peternakan dan Kesehatan Hewan

(2012), parameter yang digunakan dalam penentuan maju atau tidaknya teknologi budidaya ternak adalah ada atau tidaknya jaringan air bersih, ada atau tidaknya kelompok tani, akses transportasi, ada atau tidaknya sistem perkandangan, kecukupan pakan ternak diambil dari *IDD*.

### 3. Teknologi pasar.

Teknologi pasar digunakan sebagai parameter penilaian dikarenakan dengan pemasaran ternak nantinya setelah dipanen atau akan diperjual belikan. Parameter yang digunakan dalam menentukan tingkat kemajuan teknologi pasar yang digunakan adalah ada atau tidaknya KUD, pasar hewan, dan akses transportasi, dan rumah potong hewan.

#### 2.1.4 Perkembangan Infrastruktur

Parameter Perkembangan Infrastruktur meliputi Sarana dan Prasarana. Parameter sarana dan prasarana diukur berdasarkan ada atau tidaknya keberadaan sarana pasar hewan, rumah potong, listrik masuk desa, serta sarana transportasi.

## 2.2 Gambaran SPK menggunakan AHP

Algoritma SPK menggunakan AHP menurut Kuntz (2010) adalah sebagai berikut:

1. Menentukan bobot untuk tiap kriteria
  - a. Menentukan matriks perbandingan untuk tiap kriteria
  - b. Mengalikan nilai dari tiap baris dan menghitung akar dari *product*
  - c. Normalisasi akar dari *product* untuk mendapatkan bobot
  - d. Menghitung dan memeriksa rasio konsistensi (*CR*) dengan persamaan 7 dan 8.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \dots\dots\dots(7)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

- *CI* = *Consistency Index*
- *CR* = *Consistency Ratio*
- $\lambda_{maks}$  =  $\sum (\sum \text{kriteria} * \text{priority vector})$
- *n* = banyaknya kriteria
- *RI* = *Random Index*

Ketentuan hasil nilai uji konsistensi

- jika  $CI = 0$  maka  $A$  konsisten;
  - jika  $\frac{CI}{RI} \leq 0,1$  maka  $A$  cukup konsisten; dan
  - jika  $\frac{CI^n}{RI^n} > 0,1$  maka  $A$  sangat tidak konsisten.
2. Menentukan rating keputusan untuk tiap alternatif tiap kriteria
    - a. Menentukan matriks perbandingan untuk tiap kriteria
    - b. Mengalikan nilai dari tiap baris dan menghitung akar dari *product*
    - c. Normalisasi akar dari *product* untuk mendapatkan bobot
    - d. Menghitung dan memeriksa rasio konsistensi ( $CR$ ) dengan persamaan 7 dan persamaan 8
  3. Menghitung bobot rata-rata untuk tiap rating keputusan untuk tiap alternatif

### 3. Hasil dan Pembahasan

1. Menentukan bobot untuk tiap kriteria

Bobot untuk tiap kriteria diberikan oleh pengambil keputusan sebelum memilih alternatif lokasi yang diinginkan, untuk menentukan bobot tersebut pengambil keputusan akan membandingkan tingkat kepentingan tiap parameter. Tabel 2 merupakan hasil penentuan bobot untuk tiap kriteria dengan menggunakan metode AHP.

**Tabel 2** Hasil perhitungan perbandingan untuk bobot setiap kriteria

No	Parameter	Bobot	Sub Parameter	Bobot
1	SDM dan Kelembagaan	0,15	• Kepadatan Penduduk	0,60
			• Lembaga <i>Input</i>	0,20
			• Lembaga <i>Output</i>	0,20
2	SDA dan Kesesuaian ekologis	0,50	• Kesuburan tanah	0,05
			• Kemiringan	0,20
			• Curah Hujan	0,05
			• Ketinggian wilayah	0,20
			• Indek daya dukung	0,15
			• Kepadatan Wilayah	0,12
			• Kepadatan usaha tani	0,12
			• Kepadatan ekonomi	0,11
3	Teknologi dan perkembangan wilayah	0,25	• Perkembangan desa	0,20
			• Teknologi budidaya	0,50
			• Teknologi pasar	0,30
4	Infrastruktur	0,10	• Sarana prasarana	0.10

2. Menentukan bobot untuk tiap alternatif untuk tiap kriteria

Untuk menentukan rating keputusan untuk tiap alternatif digunakan *scoring* berdasarkan petunjuk Dirjen Peternakan (2002). Alternatif wilayah dipilih per kecamatan. Sehingga akan diketahui kesesuaian lokasi per desa per kecamatan. Tabel 3 merupakan hasil perbandingan tiap alternatif untuk tiap kriteria pada desa-desa di kecamatan Songgom.

**Tabel 3** Hasil perhitungan perbandingan bobot untuk tiap kriteria per alternatif

Desa Kriteria	Songgom	Songgom Lor	Gegerkunci	Jatimakmur	Jatirokeh	Cenang	Wanatawang	Wanacala	Karangsembung	Dukuhmaja
P11	0.09	0.11	0.09	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11
P12	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	0.11	0.11	0.09
P12	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	0.11	0.11	0.09
P21	0.09	0.11	0.10	0.10	0.09	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
P22	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
P23	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
P24	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
P25	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
P26	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.08	0.10
P27	0.10	0.12	0.12	0.10	0.08	0.09	0.11	0.12	0.08	0.10
P28	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.09	0.10	0.11	0.09	0.10
P31	0.10	0.10	0.10	0.09	0.11	0.09	0.10	0.10	0.09	0.10
P32	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
P33	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12	0.10
P41	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

3. Menghitung bobot rata-rata untuk tiap rating keputusan per alternatif

Perhitungan bobot rata-rata tiap rating untuk tiap alternatif, tetap memperhitungkan bobot tiap kriteria dan subkriteria. Tabel 4 merupakan perhitungan bobot rata-rata tiap rating keputusan untuk tiap kriteria.

Hasil dari perhitungan bobot rata-rata tiap rating keputusan untuk tiap alternatif akan menghasilkan lokasi yang sesuai berdasarkan perhitungan AHP. Tabel 5 merupakan hasil penentuan lokasi yang sesuai dengan menggunakan AHP.

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan AHP, diperoleh desa Wanacala sebagai desa dengan skor tertinggi, sehingga desa Wanacala tersebut merupakan desa yang sesuai bagi penyebaran ternak ruminansia.



**Tabel 4** Perhitungan bobot rata-rata tiap rating keputusan untuk tiap alternatif

Kriteria Desa	SDM			SDA								Infrastruktur			Sarana
	0.15			0.50								0.25			0.1
	P11	P12	P12	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P31	P32	P33	P41
Songgom	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Songgom Lor	0.11	0.09	0.09	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Gegerkunci	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
Jatimakmur	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10
Jatirokeh	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.08	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10
Cenang	0.11	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10
Wanatawang	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Wanacala	0.10	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12	0.11	0.10	0.10	0.12	0.10
Karangsembung	0.10	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.12	0.10
Dukuhmaja	0.11	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

**Tabel 5** Hasil penentuan lokasi ternak ruminansia menggunakan AHP

No	Desa	Skor AHP
1	Songgom	0.24600
2	Songgom Lor	0.26260
3	Gegerkunci	0.25065
4	Jatimakmur	0.25170
5	Jatirokeh	0.25510
6	Cenang	0.25875
7	Wanatawang	0.25490
8	Wanacala	0.26275
9	Karangsembung	0.25245
10	Dukuhmaja	0.25970

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya, maka diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemberian bobot preferensi pengambil keputusan dengan menggunakan metode AHP memberikan keleluasaan kepada pengambil keputusan untuk memberikan bobot berdasarkan tingkat kepentingan tiap parameter terhadap parameter lainnya.
2. Hasil SPK kesesuaian lokasi berdasarkan hasil AHP yang mempertimbangkan beberapa parameter seperti parameter ekologis, SDM dan kelembagaan, teknologi dan perkembangan wilayah, serta parameter perkembangan infrastruktur.

Berdasarkan pada pengujian yang telah dilakukan pada sistem yang dibuat, masih banyak kekurangan dan kelemahan sehingga perlu dikembangkan lagi agar kinerjanya lebih baik, oleh karena itu saran yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian lebih lanjut diharapkan dapat menampilkan kesesuaian lokasi dalam bentuk koordinat, sehingga dapat dipergunakan dalam pola tata ruang di Kabupaten Brebes.
2. Untuk penelitian lebih lanjut diharapkan dapat didiskusikan lebih lanjut tentang analisa prioritas penyebaran ternak bagi desa tertentu sehingga dapat meningkatkan perekonomian di desa tersebut.

### Daftar Pustaka

- Hendayana, R., 2003. Aplikasi Metode Location Quotient (LQ) dalam Penentuan Komoditas Unggul Nasional. *Informatika Pertanian*, 12, pp. 1-21.
- Herlinda, S., 2007. Arahana Penataan Kawasan Penyebaran dan Pengembangan Peternakan Sapi Potong di Kabupaten Lima Puluh Kota. *Tesis*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A. & Wardoyo, R., 2003. *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumaningrum, A., 2013. Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Kesesuaian Lokasi Ternak Ruminansia (Studi Kasus: Kabupaten Brebes). *Jurnal Ilmiah Berbasis Teknologi Angkasa*, 5(2).
- Muryanto, Herawati. T., Prasetyo. A., Suprpto, Sugiyono, Prawoto, Suparman & Susanti, 2005. Laporan Penyempurnaan Pewilayahan Ternak Ruminansia 1:50.000. *Laporan Pengkajian*. Brebes: Departemen Peternakan Brebes.
- Suharyanto, 2011. Mewujudkan Swasembada Daging. *Inspirasi*, 2(31), p. 3.
- Turban, E., Aronson, J.E., Liang, T.P., 2005. *Decision Support Systems and Intelligent Systems*, 7<sup>th</sup> Edition. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.