

# PERBANDINGAN METODOLOGI REDUKSI VARIABEL ANTARA AXIOMATIC DESIGN DENGAN ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN, TINJAUAN DARI SUDUT PANDANG PENGENDALIAN KUALITAS BERKELANJUTAN

Sri Enny Triwidiastuti  
Universitas Terbuka

Email Korespondensi: [srienny@ut.ac.id](mailto:srienny@ut.ac.id)

## ABSTRAK

Reduction of variables required for selecting and specifying some of the most important variables without losing the overall information is needed in decision making. There are several methods of reduction of variables in statistical data processing for quality control improvement program. This paper examines the comparison between the methods of Axiomatic Design with Analytic Hierarchy Process as a tool for selecting, classifying and reducing the data variables in the decision making process. Both methods give different steps to determine variable value, each of the steps is reviewed for its advantage or disadvantage over the other. No significant advantage of using one method than the other, the selection of method for reducing the use of variables is based on the needs of researchers.

**Key words:** variables reduction, Axiomatic Design, Analytical Hierarchy Process, quality control improvement program

## PENDAHULUAN

Pada beberapa kasus pengendalian kualitas multivariat sering terjadi pengambilan keputusan yang kurang tepat karena ketidakcermatan dalam melakukan reduksi variabel-variabel yang ada. Reduksi variabel diperlukan untuk menseleksi dan menetapkan beberapa variabel terpenting tanpa kehilangan keseluruhan informasi yang diperlukan dalam pengambilan keputusan. Variabel terpenting dalam program pengendalian kualitas ini sering disebut sebagai karakteristik kualitas. Tulisan ini disusun untuk membandingkan dua metode reduksi variabel/atribut yang berpengaruh dalam pengambilan keputusan dengan pendekatan Multicriteria Decision Making metode supaya menjadi beberapa variabel/atribut terpenting (karakteristik kualitas) yang dipergunakan untuk program pengendalian kualitas berkelanjutan.

## AXIOMATIC DESIGN

Teknik rancangan aksiomatik (*axiomatic design*) dinyatakan dapat mengurangi timbulnya resiko, mengurangi biaya dan mempercepat produk sampai ke pelanggan dengan cara (Suh, 2001):

- Menuangkan konsep rancangan proses kedalam kegiatan yang kontinu dan terukur berdasarkan kebutuhan
- Mengkomunikasikan rancangan kepada semua *stakeholder* pada saat sebelum dokumentasi gambar teknis (*Computer Assisted Design*)
- Meningkatkan kualitas rancangan dengan menganalisa dan mengoptimasi susunan rancangan (*design architecture*)
- Menelusuri keinginan pelanggan dengan jelas kemudian dirinci sampai ke spesifikasi rancangan
- Mendokumentasikan dan mengkomunikasikan logika rancangan (bagaimana dan mengapa) dengan jelas
- Identifikasi masalah-masalah rancangan sesegera mungkin dan menyelesaikan siklus rancang-bangun-tes-rancang ulang dengan biaya minimal

- Manajemen dapat mengamati hubungan antara rancangan struktur, penjadwalan optimal, identifikasi resiko dan pengurangan resiko

Proses *axiomatic* dapat menghasilkan deskripsi:

- rinci tentang fungsi sebuah obyek (biasanya berupa keinginan pelanggan)
- obyek yang akan memenuhi fungsi tersebut
- bagaimana fungsi tersebut dipenuhi

Konsep umum *Axiomatic Design* dapat dipergunakan untuk menyelesaikan rancangan misalnya produk dan jasa yang *tangible*, perangkat lunak, dan proses (Aaby, 2000). Sehingga konsep rancangan secara garis besar terdiri dari:

- Mendeskripsikan kemauan dan kebutuhan pelanggan
- Mengidentifikasi/menentukan masalah yang harus diselesaikan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan tersebut
- Menciptakan dan memilih penyelesaian yang memungkinkan
- Menganalisis dan mengoptimalkan penyelesaian yang diusulkan
- Cek hasil rancangan dengan kebutuhan/keinginan pelanggan

Konsep *axiomatic design* membantu perancang untuk merinci kedalam tahapan kegiatan rancangan untuk disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan. Perancang dapat mempergunakan alat perancangan (*design tool*) supaya menghasilkan rancangan yang lebih efisien dan berhasil dari pada sebelumnya.

Terdapat 4 konsep utama dalam *axiomatic design* yaitu: *Domain, Hierarchies, Zigzagging, Design axioms*.

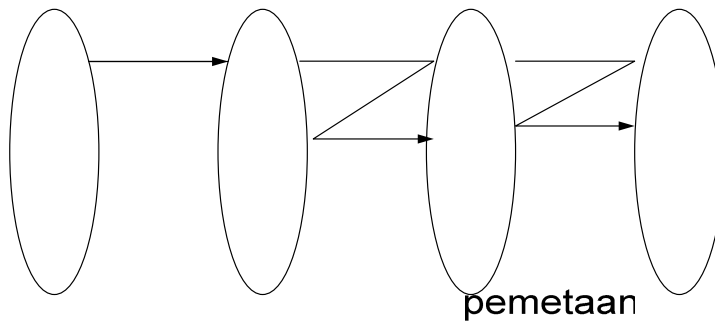
a. *Domain*

Adalah kebutuhan spesifik pada satu domain yang dipetakan pada tahap perancangan (*design*) berupa parameter-parameter karakteristik.

Tahap rancangan	<i>Domain</i> rancangan	Elemen rancangan
Rancangan konsep	pelanggan	- Keinginan pelanggan (CNs), manfaat/keuntungan yang dibutuhkan oleh pelanggan - Kebutuhan pelanggan yang diidentifikasi dan dideskripsikan dalam bentuk fungsional
Rancangan produk	fungsional	- Deskripsi fungsional (FRs) dari solusi - Hambatan yang terjadi (Cs)
Rancangan proses	fisik	- Dapat memenuhi kebutuhan fungsional - Parameter rancangan (DPs) alternatif solusi - Rencana yang diformulasikan kedalam rancangan
	proses	- Variabel/atribut proses

Tabel 1. Domain Axiomatic Design

Konsep dasar domain ini terdiri dari 4 jenis kegiatan yaitu:



Untuk setiap pasangan *domain*, domain kiri merupakan "apa yang ingin kita capai" sedangkan domain kanan adalah "bagaimana cara mencapainya". Setiap domain berarti:

	{Cas}	{FRs}	{DP}
Pelanggan		Keuntungan/manfaat yang diinginkan oleh pelanggan	
Fungsional		Kebutuhan fungsional dari hasil rancangan	
Fisik		Parameter rancangan	
Proses		Variabel/atribut proses	

Notasi yang berkaitan dengan *axiomatic design* adalah:

	Customer domain	Functional domain	Physical domain
Kebutuhan fungsional (FRs)		adalah suatu set minimal kebutuhan independen yang dapat melengkapi karakteristik kebutuhan fungsional dari hasil rancangan pada domain fungsional	
Hambatan (Cs)		hambatan merupakan batasan penyelesaian/hasil rancangan yang diterima	
Parameter rancangan (DPs)		merupakan elemen hasil rancangan pada domain fisik yang dipilih untuk FRs tertentu	
Variabel proses (PVs)		adalah elemen pada domain proses yang menunjukkan karakteristik proses yang mencerminkan parameter rancangan	

Tabel 2. Notasi *Axiomatic Design*

Sebagai contoh:

Jenis kegiatan	Domain			
	pelanggan	fungsional	fisik	proses
Pengawetan makanan	makanan supaya awet	mendinginkan makanan	kulkas (mesin pendingin)	bagaimana membuat kulkas
	what →	how		
		what →	how	
			what →	how

Pemetaan hubungan masing-masing *domain* tersebut dapat berupa matriks (antara FRs dan DPs, antara DPs dan PVs).

	DP1	DP2	DP3	DP4
FR1	X	O	X	O
FR2	X	X	X	O
FR3	X	O	X	O
FR4	X	X	O	X

Dimana notasi X menyatakan berkorelasi dan O tidak berkorelasi. Pada matriks yang disajikan DP1 berkorelasi/mempengaruhi FR1, FR2, FR3 dan FRn. DP2 hanya mempengaruhi FR2 dan FRn. Setiap sel menunjukkan hubungan matematis antara FR dan DP. Matriks rancangan ini memuat informasi tentang rancangan dan merupakan inti penerapan teori *axiomatic design*.

b. *Hierarchies* (hirarki)

Konsep ke2 dari *axiomatic design* adalah *hierarchies* (hirarki) yang direpresentasikan dengan rancang bangun (*design architecture*). Dimulai dari level yang paling tinggi perancang memilih rancangan yang paling cocok kemudian dekomposisi dari FRs yang tertinggi ke FRs yang terendah. FRs yang paling tinggi dipasangkan dengan DPs yang paling tinggi. Dekomposisi ini menghasilkan lapisan *level* yang sesuai antara FRs dan DPs, dilakukan pada masing-masing *level* satu demi satu. Dekomposisi yang sama dilakukan pula untuk pasangan DPs dan PVs, dan untuk masing-masing *level* pula.

Contoh dekomposisi untuk kasus mendinginkan makanan

FR1	Mendinginkan makanan
FR1-1	Simpan makanan pada temperatur tertentu, $T \pm \Delta T$
FR1-2	Jaga temperatur dalam <i>box</i> supaya tidak terlalu naik atau turun (konstan)

c. *Zigzagging*

Konsep ke3 dari *axiomatic design* adalah *zigzagging* yang menggambarkan proses dekomposisi rancangan kedalam hirarki dan memasangkan masing-masing *level* antar *domain*. Bila kita lihat FR1-2 (jaga supaya temperatur seragam) akan valid untuk DP yang kita pilih (menyimpan dalam kulkas). Dengan demikian perancang mengikuti pola domain "what = apa" dan "how = bagaimana" untuk setiap level hirarki.

d. *Design axiom*

**Axioma 1: Independence Axioma**

Bagian dari rancangan yang dapat dipisah (*separable*) sehingga perubahan yang terjadi pada salah satu hasil pemisahan tidak/sesedikit mungkin mempengaruhi yang lain. Menjaga independensi antara FRs dan DPs pada rancangan yang diterima DPs. Setiap DP diatur oleh satu FRs tanpa melibatkan FRs yang lain.

**Axioma 2 : Information Axiom**

Meminimalkan informasi, diantara alternatif-alternatif rancangan yang cocok dengan aksioma 1, yang terbaik adalah informasi minimum yang berarti kemungkinan sukses maximum dan rancangan produk yang minimum.

Rancangan yang tidak sesuai dengan aksioma independen disebut *coupled*. Contoh yang dapat dilihat dalam kehidupan sehari-hari adalah keran air. Terdapat 2 FRs yaitu mengatur temperatur (suhu) dan mengatur aliran air. Terdapat 2 DPs yaitu handel (putaran) air panas dan air dingin. Rancangan ini disebut *coupled* karena setiap Dp mengatur/mempengaruhi 2 FRs (mengatur suhu dan aliran air).

Rancangan yang sesuai dengan aksioma independen dinamakan *uncoupled* atau *decoupled*. Untuk *uncoupled* = masing-masing DPs independen, hanya berpengaruh pada 1 (satu) FRs, tidak mempengaruhi FRs yang lain; sedangkan untuk *decoupled* = satu DPs mempengaruhi 2 atau lebih FRs.

**Contoh kasus**

Axiomatic design dapat diterapkan dengan baik untuk *soft ware*, secara umum dibangun dengan prinsip independensi. Tujuan sistem rancangan (*design system*) adalah mengurangi ketergantungan antara *subsystem*, khususnya menghindari ketergantungan siklis (*cyrcular dependencies*). Teknologi *axiomatic* digunakan untuk memudahkan pemakai dalam memetakan elemen-elemen-elemen rancangan yang mempengaruhi fungsi rancangan. Pada peta ketergantungan (*dependency maps*) setiap kolom adalah elemen *design* (DPs) dan setiap baris adalah fungsi *design* (FRs). Bila kolom elemen *design* mempengaruhi baris fungsi *design* maka sel matriks ditandai dengan X, sebaliknya kalau tidak ada pengaruh apapun ditandai dengan O.

Contoh untuk pemakaian parasut:

Pada rancangan sederhana FRs haruslah merupakan kebutuhan rancangan. Merupakan daftar serangkaian *item*/karakteristik yang diskrit, FRs harus independen satu sama lain, jika FRs saling berkaitan (dependen) maka akan menimbulkan konflik. Berikut adalah contoh untuk rincian FRs parasut.

FR1 :	Parasut harus turun secara perlahan untuk mencegah kecelakaan
FR2 :	Dapat dibawa oleh pemakai dengan mudah karena ringkas dan ringan
FR3 :	Kehandalan adalah 1 gangguan : 2000 pemakaian
FR4 :	Pemakai dapat membelokkan arah ketika turun dengan mudah

Hal yang sama diharapkan untuk DPs (masing-masing unsur independen), setiap DPs merupakan how dari FRs masing-masing (FR1 vs DP1)

DP1 :	Material yang dipilih, ringan dan kuat
DP2 :	Panjang tali parasut (dihitung panjang bersih dari pemakai keparasut)
DP3 :	Jumlah tali parasut
DP4 :	Luas parasut
DP5 :	Sirkulasi angin pada parasut
DP6 :	Cara menutup, mengepak dan membawa parasut

### **ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)**

Setiap hari kita harus membuat suatu keputusan, ada yang relatif mudah tetapi banyak juga keputusan yang lebih rumit dan memerlukan pemikiran yang lama. Keputusan yang sulit biasanya mengandung unsur ketidak pastian, banyak faktor terkait satu sama lain, menimbulkan akibat yang berdampak besar, atau sulit menduga bagaimana reaksi pihak lain atas putusan yang diambil.

AHP merupakan sebuah metode pengambilan keputusan yang efektif dan dapat membantu kita untuk mengidentifikasi dan pemberian bobot atas kriteria yang digunakan. Disamping itu AHP dapat mengakomodasi ukuran-ukuran kriteria evaluasi yang berupa variabel/atribut, baik yang bersifat objektif maupun subyektif, dapat dipergunakan untuk variabel kualitatif maupun kuantitatif (Vargas, 1990) dan sekaligus mengandung mekanisme untuk memeriksa konsistensi dari ukuran-ukuran evaluasi yang digunakan. Dengan demikian AHP dapat mengurangi bias dalam pengambilan keputusan.

Langkah pertama bagi pengguna AHP adalah mengurai masalah yang dihadapi dalam sub masalah yang lebih mudah dipahami dan dianalisis secara terpisah, kemudian menuangkan kedalam sebuah *hierarchy structure*. Apabila struktur hirarki ini telah terbentuk, pengambil keputusan secara sistematis akan mengevaluasi setiap elemen dengan cara membandingkan satu sama lain, dua elemen setiap saat. Dalam membuat perbandingan, pengambil keputusan dapat membuat data konkrit ataupun judgement tentang arti penting relatif dari elemen yang dibandingkan. AHP kemudian mengkonversi hasil evaluasi kedalam nilai angka yang dapat diproses dan dibandingkan secara rasional dan konsisten untuk seluruh elemen permasalahan.

Skala rasio ini diturunkan dari vektor eigen utama (*principal eigen vectors*) dan indeks konsistensinya diturunkan dari nilai eigen utama (*principal eigen value*). Selanjutnya akan dihasilkan sebuah bobot numerik atau prioritas bagi setiap elemen dalam hirarki. Langkah akhir dari proses adalah menghitung prioritas numerik untuk setiap alternatif yang tersedia.

Axioma teori AHP tersebut adalah:

1. Perbandingan berpasangan (*reciprocal comparison*), dibutuhkan untuk membuat perbandingan dari 2 (dua) unsur/variabel dan menentukan mana yang lebih disukai (the strength of preferences)

2. *homogeneity*, yaitu variabel yang dihasilkan dari perbandingan berpasangan berupa pengukuran nyata (seperti berat, tinggi) atau berupa sebuah opini subyektif (seperti rasa puas, preferensi). Variabel ini diukur dengan skala rasio.
3. *independence*, dalam menyatakan preferensi variabel yang dipertimbangkan diasumsikan independen terhadap variabel yang lain.
4. *expectations*, dalam pembentukan hirarki pengambilan keputusan, diasumsikan struktur hirarki sudah cukup untuk tindakan pengambilan keputusan.

Sedangkan menurut Saaty ( 1999), secara rinci tahapan Analisis Pendekatan AHP adalah:

1. identifikasi system
2. penyusunan hirarki
3. perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*)
4. konsistensi dan akurasi
5. penyusunan matriks pendapat individu
6. penyusunan matriks pendapat gabungan
7. pengolahan horizontal
8. pengolahan vertikal
9. revisi pendapat

## HASIL DAN PEMBAHASAN

<b>Metode AHP</b>	<b>Kekurangan</b>	<b>Solusi</b>	<b>Kelebihan</b>
Stanislav K., E S Rosenbloom. (1999).	<i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP) membutuhkan tes konsistensi acak pada tahap perbandingan berpasangan. Meskipun demikian, pada beberapa situasi terjadi keputusan yang diambil berdasarkan analisis berpikir logis, rasional dan non random dapat menghasilkan tes yang tidak konsisten.	Diperlukan tes konsistensi yang terstandar. Pendekatan pengendalian kualitas dapat diterapkan apabila tes konsistensi sudah dilakukan.	
Levary, R., Wan, K. (1998)	Peringkat keputusan tergantung pada 2 ketidak-pastian: 1. ketidak-pastian karakteristik yang akan datang dijelaskan dalam set scenario dan 2. Ketidak pastian yang berkaitan dengan pengambil keputusan berkaitan dengan perbandingan berpasangan.	Pendekatan simulasi ketidak pastian untuk kedua type ini diperlukan dalam langkah AHP.	
Bryson, N., Mobolurin, A. (1994).	Terdapat ketidakjelasan dalam penentuan bobot variabel yang ditentukan oleh para pengambil keputusan. Kepekaan penentuan peringkat tersebut dapat mengakibatkan gangguan kecil . Masalah ini menjadi penting ketika konsep optimalitas menggabungkan parameter atau bobot yang mencerminkan preferensi subjektif	Memerlukan prosedur yang dapat memberikan metode yang konsisten dan sistematis untuk melaksanakan tujuan-mencari analisis sensitivitas untuk mengenali stuktur preferensi pengambil keputusan	
Putrus, R.S.(1992)	Seringkali pengambil keputusan memutuskan berdasarkan sesuatu yang sulit diukur	Metode ini dapat membangun keputusan secara kuantitatif dan merasionalisasi sebuah keputusan dengan membuat peringkat dari satu sampai Sembilan	Kelebihan metode ini adalah timbulnya konsensus dan harapan para pengambil



<b>Metode AHP</b>	<b>Kekurangan</b>	<b>Solusi</b>	<b>Kelebihan</b>
		untuk membandingkan elemen dalam satu struktur proses. Langkah pertama adalah kelompok kerja menentukan variabel yang paling penting, kemudian mengidentifikasi factor kritis yang mempengaruhi keberhasilan (critical success factors).	keputusan.
Yong,G.C., Keun,T.C.,(2008)	AHP merupakan metode yang berguna dalam merinci preferensi kelompok. Namun, penilaian sering tidak konsisten, dalam kenyataannya, matriks perbandingan berpasangan jarang memenuhi kriteria inkonsistensi.	Dengan berbasis konsep Taguchi's loss function, inkonsistensi pengambil keputusan dapat dikurangi.	
	Tidak ada tes independensi antar variabel/atribut		Sebuah metode yang dapat memberikan analisis kuantitatif dan alasan rasional untuk sebuah keputusan

<b>Metode Axiomatic Design</b>	<b>Kekurangan</b>	<b>Solusi</b>	<b>Kelebihan</b>

<b>Metode Design</b>	<b>Axiomatic</b>	<b>Kekurangan</b>	<b>Solusi</b>	<b>Kelebihan</b>
		Tidak ada tes independensi antar variabel/atribut		
		Dalam merinci variabel pada setiap tahap, tidak ada penentuan prioritas dan pembobotan variabel yang menyatakan satu lebih penting dari yang lain yang dinyatakan secara kuantitatif dalam skala rasio.		

## KESIMPULAN

1. Axiomatic Design penting untuk pengambilan keputusan karena dalam suatu pemetaan proses yang merupakan suatu alur kerja terdiri dari beberapa sub proses yang bertingkat. Setiap sub proses terdiri dari beberapa variabel/atribut yang berkaitan maupun saling independen. Axiomatic Design diperlukan untuk menentukan karakteristik kualitas yang merupakan variabel/atribut yang terpenting tanpa mengurangi makna dan arti masing-masing variabel/atribut.
2. AHP dipergunakan untuk mengurangi bias dalam pengambilan keputusan yang mengandung banyak kriteria dan melibatkan sebuah judgement dalam proses evaluasinya. Dengan menggunakan AHP kita dapat mengubah skala ordinal menjadi skala rasio, bahkan kita dapat memeriksa tingkat konsistensinya.
3. Axiomatic Design dan AHP dapat dipergunakan untuk setiap pengambilan keputusan, apabila dilakukan dengan cara dan prosedur yang benar oleh tenaga ahli.
4. Perbedaan AHP dengan *Axiomatic Design* adalah:
  - Reduksi variabel dengan *Axiomatic Design* sangat baik dalam mempengaruhi pengambilan keputusan, karena tidak ada variabel yang hilang, hanya terekstraksi. Tidak mempertimbangkan preferensi dan menghitung bobot variabel relatif satu terhadap yang lain atau variabel satu terhadap keseluruhan proses.
  - Reduksi variabel dengan mempergunakan AHP sangat berguna dalam proses pengendalian kualitas berkelanjutan karena merupakan salah satu teori pengambilan keputusan yang mempertimbangkan preferensi dan bobot variabel. Dengan mempertimbangkan nilai suatu karakteristik kualitas (bobot variabel) terhadap proses secara keseluruhan maka diharapkan proses akan berjalan baik.
5. Persamaan AHP dan *Axiomatic Design* adalah keduanya mempunyai tahapan yaitu identifikasi system/alur kerja dan penyusunan hirarki variabel/atribut terhadap proses dengan menentukan bobot variabel relatif terhadap kepentingan proses. Keduanya dapat dipergunakan untuk ekstraksi maupun reduksi variabel proses.
6. Dalam proses pemakaian AHP dapat mempergunakan tahapan *Axiomatic Design* yaitu pada tahap menentukan hirarki kepentingan suatu sub proses terhadap proses secara keseluruhan maupun terhadap sub proses yang lain. Selain itu untuk *break down* (merinci) proses kedalam sub proses, atau sub proses kedalam karakteristik kualitas dapat mempergunakan *Axiomatic Design*.
7. Sebaliknya dalam merinci dan memetakan proses dengan *Axiomatic Design* dapat juga mempergunakan AHP yaitu untuk menentukan dan menghitung bobot variabel dan menghitung konsistensi suatu *judgement*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aaby, A. (2000), *Axiomatic Design*, Open Publication Licence, vol 1, tersedia di [cs.wvc.edu/~aabyan/Design/axDesign.html](http://cs.wvc.edu/~aabyan/Design/axDesign.html).
- Bryson, N.I, Mobolurin, A.(1994), An approach to using the Analytic Hierarchy Process for solving multiple criteria decision making problems, *vol. 76*, Iss. 3; pg. 440, 15 pgs
- Daelenbach, H.G (1995), *System and Decision making*, John Willey & Sons
- Levary, R., Wan, K. (1998). A simulation approach for handling uncertainty in the analytic hierarchy process, *European Journal of Operational Research*, *vol. 106*, Iss. 1; pg. 116, 7 pgs V
- Putrus, R.S.,(1992) Outsourcing Analysis and Justification Using AHP, *Information Strategy*, *vol. 9*, Iss. 1; pg. 31, 6 pgs
- Stewart, H., Hope, C. & Muhleman, A. (1998), Profesional Service Quality, *Journal of Retailing & Customer Services*, *vol.5* no.4

- Vargas, L.G., (1990), **An Overview of the Analytic Hierarchy Process and Its Applications**, *European Journal of Operational Research*, Amsterdam, Vol. 48, Iss. 1; pg. 2, 7 pgs
- Stanislav, K., Rosenbloom., E. S. (1999), A quality control approach to consistency paradoxes in AHP, *European Journal of Operational Research*. Amsterdam: Dec 16, vol. 119, Iss. 3; pg. 704
- Suh, Nam P., (1995) **Design and operation of large systems**, *Journal of Manufacturing Systems*, Dearborn: Vol. 14, Iss. 3; pg. 203, 11 pgs
- Suh, Nam P. (2001), *Axiomatic Design, Advances and Application*, Oxford University Press
- Yong,G.C., Keun,T.C.,(2008), **A loss function approach to group preference aggregation in the AHP**, *Computers & Operations Research*, vol. 35, Iss. 3; pg. 884