

IMPLEMENTASI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENGUNAKAN METODE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS UNTUK SELEKSI PEMAIN FUTSAL

Muhammad Lintang Cahyo Buono¹, Agustan Latif²

^{1,2}Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Musamus
Email : agustan@unmus.ac.id, lintang@unmus.ac.id

Abstrak

Setiap Pemain futsal tentunya memiliki peran dan karakter bermain yang berbeda-beda saat berada dilapangan. Tim futsal yang komplit adalah tim futsal yang berhasil memenuhi kebutuhan tim demi mendapatkan permainan yang sempurna . Pemain yang dibutuhkan di dalam tim utama yang komplit harus memiliki kemampuan mengolah bola dengan baik sesuai kebutuhan tim. Pemain futsal yang belum memiliki kemampuan yang dibutuhkan sebuah tim atau pemain futsal yang masih jauh kemampuannya perlu di didik dan dilatih lagi agar dapat memenuhi kebutuhan tim utama. Apabila pemain yang masih pemula dan belum berpengalaman atau belum terlatih maka akan sangat beresiko menurunkan kualitas tim utama. Masalah seperti ini dapat diselesaikan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* atau selanjutnya disebut AHP, yang merupakan salah satu metode pengambilan keputusan dengan melibatkan beberapa kriteria sebagai pencarian alternatif yang tepat sehingga menghasilkan pemecahan keputusan yang diinginkan. Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Pemain Futsal dengan metode *AHP* ini dibuat untuk memberikan solusi kepada pelatih tim futsal di dalam menyeleksi pemain yang memiliki kualitas bermain yang baik, dimana akan memberikan keluaran berupa hasil dua belas pemain terbaik yang telah terseleksi dan direkomendasikan masuk ke dalam tim utama berdasarkan bobot setiap kriteria yang dimasukkan.

Kata kunci : *Sistem Pendukung Keputusan, Analytic Hierarchy process, Seleksi Pemain Futsal*

PENDAHULUAN

Olah raga di zaman modern ini sangatlah bervariasi. Mulai dari yang paling mudah dilakukan hingga yang membutuhkan perlengkapan yang memadai. Olah raga yang cukup banyak digemari kaum muda mudi saat ini adalah olah raga Futsal. Olah raga futsal dapat dimainkan di dalam ruangan maupun di luar ruangan dan tidak membutuhkan tempat yang sangat luas, sehingga olah raga futsal merupakan salah satu olah raga yang praktis. Pemain yang dapat menguasai beberapa teknik dasar dalam satu tim tentunya akan membawa dampak baik dalam strategi bermain. Pemain yang kurang kompeten tentunya masih perlu banyak berlatih ketika harus dimasukkan ke dalam tim utama, Tim yang solid dibutuhkan pemain yang memiliki kemampuan diatas rata-rata sesuai kriteria yang diminta pelatih. Mengacu pada latar belakang di atas, peneliti ingin memudahkan pelatih untuk memilih pemain yang tepat masuk ke dalam tim inti. Oleh karena itu penulis memiliki ide untuk membuat suatu aplikasi dengan judul “Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Pemain Futsal Dalam Cabang Olahraga Futsal Menggunakan Metode *Analytic Hierarchy Process*”. Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Pemain Futsal dengan metode *AHP* ini dibuat untuk menyeleksi pemain sesuai kriteria. Output dari system ini pemain dengan du belas rangking teratas akan masuk ke dalam tim utama.

A. Sistem Pendukung Keputusan

SPK adalah sebuah kerangka kerja pengambilan keputusan yang di dalamnya membutuhkan sebuah komputasi berbasis komputer yang keluarannya menghasilkan sebuah solusi kepada para pengambil keputusan dengan menggunakan data dan berbagai model atau teknik yang sesuai untuk memecahkan masalah tidak terstruktur dan rumit. Sistem pendukung keputusan menanamkan kecerdasan intelektual dari seseorang ke dalam sebuah sistem komputer yang bertujuan untuk meningkatkan dan mempercepat proses pengambilan keputusan. SPK pada akhirnya akan memberikan hasil pengambilan keputusan berdasarkan model perhitungan di pilih dan hasil akhir dari pengambilan keputusan tetap akan dikembalikan kepada pemangku pengambilan keputusan [1].

B. Pengertian Futsal

Futsal adalah variasi dari sepakbola yang berada dalam ruangan, tetapi bukan variasi yang terdahulu, tetapi variasi resmi dari FIFA dan UEFA yang merupakan versi sepakbola dalam ruangan yang mendunia. Banyak alasan tentang popularitas futsal yang mendunia. Pertama, kekurangan dengan adanya pembatas yang menggambarkan batas wilayah pemain. Futsal berasal dari bahasa Portugis “Futebol de Salao” yang berarti sepakbola dalam ruangan. Futsal dianggap sebagai versi paling menarik dari sepakbola dalam ruangan.

C. Pengertian Analytic Hierarchy Process

Pada tahun 1970-an, seorang ahli matematika Thomas L. Saaty mengembangkan sebuah metode di dalam bidang pengambilan keputusan yang diberi nama *Analytic Hierarchy Process* atau yang selanjutnya disebut AHP. AHP merupakan sebuah kerangka kerja yang mampu memberikan sebuah andil keputusan yang efektif di dalam persoalan yang ditangani secara kompleks. Metode ini mampu mempercepat dan menyederhanakan persoalan pengambilan keputusan yang mana persoalan tersebut dipecah menjadi bagian-bagian yang kecil dan menata bagian tersebut ke dalam variabel-variabel yang diberikan dan menyusunnya ke dalam suatu hirarki. Metode ini di dalam prosesnya memberikan bobot numerik yang diperoleh dari seorang pakar pada permasalahan yang diteliti sehingga menjadi pertimbangan yang bersifat subjektif. Bobot yang diberikan dimasukkan ke dalam masing-masing variabel, dimulai dari yang terendah hingga variabel dengan nilai tertinggi yang memungkinkan mempengaruhi hasil pengambilan keputusan.

Sistem hirarki di dalam kerangka pengambilan keputusan di anggap sebagai salah satu langkah representasi dari penjabaran permasalahan pengambilan keputusan yang sifatnya sangat kompleks. Hirarki ini menyusun permasalahan ke dalam struktur multilevel, yang mana tingkatan pertama berupa tujuan, kemudian tingkatan ke dua berupa faktor, tingkatan ke tiga berupa kriteria, dan tingkatan ke empat berupa sub kriteria hingga tingkatan terakhir berupa alternatif dari *goal* permasalahan. Dengan sistem hirarki, permasalahan yang sifatnya sangat kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompok yang membuat penyelesaian permasalahan dapat lebih terstruktur dan sistematis.[2]

AHP menggunakan skala rasio, yang bertentangan dengan metode dalam penggunaan skala interval. Skala rasio tidak memerlukan unit dalam membuat perbandingan. *Judgement* adalah nilai relatif atau hasil bagi variabel a / b dari dua kuantitas variabel a dan variabel b yang memiliki unit yang sama (intensitas, meter, utilitas, dll). Pembuat keputusan tidak perlu memberikan penilaian numerik; cukup dengan penilaian secara verbal. Hasil perbandingan berpasangan untuk atribut *n* disusun menjadi timbal

balik positif dan berbentuk matriks $S = (S_{ij})$ dengan persamaan matriks :

$$S = \begin{pmatrix} 1 & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ 1/s_{12} & 1 & \dots & s_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/s_{1n} & 1/s_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

METODE PENELITIAN

Saaty (1986) menjelaskan bahwa ada tiga prinsip di dalam pengambilan keputusan yaitu : prinsip di dalam menguraikan permasalahan, prinsip perbandingan antar kriteria dan prinsip perpaduan dari masing-masing prioritas [3] . Sebuah pohon hierarkis dari permasalahan diperlukan sebagai persyaratan untuk membangun logika yang terstruktur. Pohon hirarki ini berdampak besar di dalam melakukan penurunan pada vektor proritas dan memberikan peringkat hasil pengambilan keputusan dari berbagai alternatif yang disediakan. Pemodelan ini merupakan langkah penting di dalam metodologi pengambilan keputusan.

a. Dasar-dasar metodologi konsistensi dalam AHP

Evaluasi konsistensi memerlukan tingkat konsistensi matriks yang unsur-unsur linearnya bebas. Bahwa dapat dinilai menggunakan indeks konsistensi CI sebagai berikut: pertama λ_{max} (nilai eigen tertinggi dari matriks) harus dihitung menggunakan persamaan [4] :

$$\lambda_{max} = \sum_{j=1}^n \frac{(s-v)_j}{m-v_j} \quad (1)$$

di mana *m* mewakili jumlah baris independen dari matriks, *s* mewakili matriks perbandingan berpasangan dan *v* merupakan vektor eigen matriks. Maka indeks konsistensi (CI) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$CI = \frac{\lambda_{max} - m}{m - 1} \quad (2)$$

Jika matriks sangat konsisten maka $CI = 0$. Ketika berhadapan dengan jumlah perbandingan berpasangan, kemungkinan kesalahan konsistensi juga meningkat. Maka Saaty (1980) menyarankan ukuran lain CR (konsistensi rasio) yang dapat dihitung seperti persamaan dibawah [5] :

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

di mana RI adalah indeks acak. Jika CR kurang dari 10%, maka matriks dapat dianggap memiliki konsistensi yang dapat diterima. Saaty (1977) menghitung indeks acak yang ditunjukkan pada Tabel 1 [4] : Peneliti lain telah menjalankan simulasi dengan angka matriks yang berbeda [6] ; [7] ; [8] ; [9] atau matriks yang tidak lengkap [10] . Indeks nilai acak yang mereka teliti berbeda, tetapi hampir mirip dekat dengan indeks milik Saaty.

Tabel 1. Indeks Acak [4]

n	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

b. *Judgement Scales*

Salah satu kelebihan dari AHP adalah memungkinkan untuk mengevaluasi nilai kuantitatif serta kriteria dan alternatif kualitatif pada skala yang sama. Ini dapat berupa skala angka verbal (ditunjukkan pada Tabel 2) atau grafis. Penggunaan skala verbal secara intuitif, dikarenakan secara umum mudah digunakan di dalam kehidupan kita sehari-hari daripada penilaian berupa angka. Barzilai (2005) mengklaim bahwa preferensi tidak dapat diwakili dengan skala rasio, karena menurutnya nol mutlak tidak ada, seperti pada suhu atau tegangan listrik [11]. Saaty (1994) menyatakan bahwa skala rasio adalah satu-satunya pengukuran yang mungkin digunakan apabila kita melakukan pengukuran, seperti pada pembobotan [12]

Tabel 2. Judgement Scales

Intensitas kepentingan	Definisi
1	Sama penting
2	Lemah
3	Agak penting
4	Agak lebih penting
5	Penting
6	Lebih penting
7	Sangat Penting
8	Sangat, Sangat penting
9	Kuat dan Sangat penting

c. *Prosedur seleksi pemain futsal*

Analisa Perhitungan Analytic Hierarchy Process (AHP)

a. Menyusun susunan hirarki dari permasalahan yang di miliki.

Hierarki ini akan disusun berdasarkan teori yang sudah di paparkan pada bagian pemodelan di dalam metode AHP. Hierarki harus disusun dari tingkatan pertama hingga ke tingkatan terakhir sehingga dapat mempermudah di dalam mencari solusi.

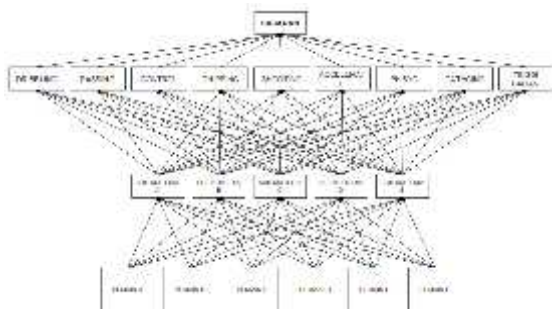


Fig. 1. *Hierarchy SPK Seleksi*

b. Analisis kriteria dan pembobotan

Tabel 3. Pembobotan Kriteria

Bobot	Kriteria
9	DRIBBLING
8	PASSING

7	CONTROL
6	SHOOTING
5	PHISYC
4	CHIPPING
3	ACCELERATE
2	CATHCING
1	TINGGI BADAN

c. Membuat Matriks Perbandingan berpasangan

Tabel 4. Matriks Perbandingan Berpasangan

KRI	KRITERIA								
	DR	PAS	CON	SHO	PHI	CHI	ACC	CAT	TB
DRI	1	2	3	4	5	6	7	8	9
PAS	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8
CON	0.33	0.5	1	2	3	4	5	6	7
SHO	0.25	0.33	0.5	1	2	3	4	5	6
PHI	0.2	0.25	0.33	0.5	1	2	3	4	5
CHI	0.14	0.2	0.25	0.33	0.5	1	2	3	4
ACC	0.14	0.16	0.2	0.25	0.33	0.5	1	2	3
CAT	0.12	0.14	0.16	0.2	0.25	0.33	0.5	1	2
TB	0.11	0.12	0.14	0.16	0.2	0.25	0.33	0.5	1
JUMLAH	2.81	4.71	7.59	11.45	16.28	22.08	28.83	36.5	45

d. Membuat matriks penjumlahan tiap baris

Tabel 5. Matriks Penjumlahan Tiap Baris

	Matriks Penjumlahan Setiap Baris									JUM
	DRI	PAS	CON	SHO	PHI	CHI	ACC	CAT	TB	
DRI	0.30	0.43	0.46	0.43	0.38	0.31	0.25	0.20	0.17	2.98
PAS	0.15	0.21	0.30	0.32	0.30	0.26	0.22	0.18	0.15	2.13
CON	0.10	0.10	0.15	0.21	0.22	0.21	0.18	0.15	0.13	1.49
SHO	0.07	0.07	0.07	0.10	0.15	0.15	0.14	0.12	0.11	1.03
PHI	0.06	0.05	0.05	0.05	0.07	0.10	0.11	0.10	0.09	0.71
CHI	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.05	0.07	0.07	0.07	0.48
ACC	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05	0.05	0.33
CAT	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.23
TB	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.17
	0.86	1.02	1.17	1.24	1.24	1.1	1.06	0.94	0.85	9.60

e. Perhitungan Rasio Konsistensi

Tabel 6. Perhitungan Rasio Konsistensi

PENGHITUNGAN RASIO KONSISTENSI			
	JUMLAH PER BARIS	PRIORITAS	HASIL
DRIBBLING	2.980911164	0.306952599	3.287863763
PASSING	2.134387463	0.218203759	2.352591223
CONTROL	1.499283176	0.154322576	1.653605752
SHOOTING	1.039654146	0.10888162	1.148535767
PHISYC	0.714322185	0.076442363	0.790764548
CHIPPING	0.488754829	0.053308698	0.542063526
ACCELERATE	0.33610025	0.037028328	0.373128578
CATHCING	0.236206259	0.025945969	0.262152228
TINGGI BADAN	0.174419828	0.018914088	0.193333916
JUMLAH			10.60403 93

Perhitungan pada tabel ini digunakan untuk memastikan bahwa nilai rasio konsistensi (CR) $\leq 0,1$. Apabila nilai CR lebih besar dari 0,1, maka perhitungan matriks perbandingan berpasangan harus di ulang hingga mencapai syarat yang di perlukan. Perhitungan CR ditunjukkan pada tabel 10.

KURANG	0.136903392	0.067777667	0.204681059
BURUK	0.098639365	0.034820809	0.133460174
JUMLAH			3.352531472

Tabel 7. Menghitung Nilai CR

	JUMLAH PERHITUNGAN DARI NILAI HASIL	10.6040393
	N (JUMLAH KRITERIA)	9
	MAKS(JUMLAH/N)	1.178226589
INDEKS KONSISTENSI	CI((maks-N)/(N-1)	0.977721676
RASIO KONSISTENSI	CR(CI/IR)	0.674290811

Oleh karena CR $< 0,1$ maka rasio konsistensi dari perhitungan tersebut bisa diterima.

f. Analisis pembobotan sub kriteria

Tabel 8. Bobot Sub Kriteria

Bobot	Sub Kriteria
1	BURUK
3	KURANG
5	CUKUP
7	BAIK
9	SANGAT BAIK

g. Membuat matrik perbandingan berpasangan

Tabel 9. Prioritas Sub Kriteria

MENGHITUNG PRIORITAS SUB KRITERIA					
SUB KRITERIA	SUB KRITERIA				
	SANGAT BAIK	BAIK	CUKUP	KURANG	BURUK
SANGAT BAIK	1	3	5	7	9
BAIK	0.33	1	3	5	7
CUKUP	0.2	0.33	1	3	5
KURANG	0.14	0.2	0.33	1	3
BURUK	0.11	0.14	0.2	0.33	1
JUMLAH	1.78	4.67	9.53	16.33	25

h. Menghitung Rasio Konsistensi Sub kriteria

Tabel 10. Perhitungan Rasio Konsistensi

PERHITUNGAN RASIO KONSISTENSI	JUMLAH PERBARIS	PRIORITAS	HASIL
SANGAT BAIK	1.39556084	0.502819496	1.898380335
BAIK	0.500614289	0.260231588	0.760845877
CUKUP	0.220813586	0.134350441	0.355164027

i. Menghitung nilai CR Sub Kriteria

Tabel 11. Perhitungan Nilai CR

JUMLAH PERHITUNGAN DARI NILAI HASIL	3.3525314
N (JUMLAH KRITERIA)	5
MAKS(JUMLAH/N)	0.6705062
CI((maks-N)/(N-1)	1.0823734
CR(CI/IR)	0.9664048

j. Menghitung Hasil Kriteria dan Sub Kriteria

Tabel 12. Hasil Kriteria dan Sub Kriteria

DRI	PAS	CON	SHO	PHI	CHI	ACC	CAT	TB
0.30	0.21	0.15	0.10	0.07	0.05	0.03	0.02	0.01
SB	SB	SB	SB	SB	SB	SB	SB	SB
0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK
0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
CK	CK	CK	CK	CK	CK	CK	CK	CK
0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
KR	KR	KR	KR	KR	KR	KR	KR	KR
0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR
0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Perbandingan Kinerja

Pengujian perbandingan kinerja dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara sistem yang sedang berjalan dengan sistem yang telah dikembangkan. Berikut ini adalah pengujian perbandingan kinerja dalam penentuan keputusan antara sistem yang sedang berjalan dan sistem yang telah dikembangkan.

a. Pengujian ketepatan hasil keputusan seleksi pemain

Tabel 13. Interval Kriteria

N O	INTERVAL NILAI KRITERIA	POIN
1	40 - 54	BURUK
2	55 - 64	KURANG
3	65 - 74	CUKUP
4	75 - 89	BAIK
5	90 - 100	SANGAT BAIK

Kriteria yang digunakan sebagai acuan dalam seleksi pemain ada 9, yaitu:

- K1: *Dribbling (DRI)*
- K2: *Passing (PAS)*
- K3: *Control (CON)*
- K4: *Shooting (SHO)*
- K5: *Phisyc (PHI)*
- K6: *Chipping (CHI)*
- K7: *Accelerate (ACC)*
- K8: *Catching (CAT)*
- K9: Tinggi Badan (TB)

Tabel dibawah merupakan tabel hasil penilaian berdasarkan kriteria tanpa pembobotan sebelum menggunakan metode *AHP* dijelaskan pada tabel 14 dibawah ini :

Tabel 14. Kriteria Seleksi Pemain Futsal

	PEMAIN	NILAI KRITERIA								
		DRI	PAS	CON	SHO	PHI	CHI	ACC	CAT	TB
1	M. RIZAL	C	B	B	C	B	C	C	SB	C
2	FAJARI	B	B	B	C	C	B	B	K	C
3	RIVA'I	B	C	B	C	SB	SB	C	K	SB
4	RICKY	B	C	C	SB	B	B	SB	K	SB
5	NASRUDIN	B	C	B	B	B	C	B	C	B

Keterangan :

Sb : sangat baik B : baik C : cukup
K : kurang Bu : buruk

Tabel 15. Hasil Perhitungan AHP

NAMA	DRI	PASS	CON	SHO	PHI	CHI	ACC	CAT	TB	JUM
RICKY	0.079	0.029	0.020	0.054	0.019	0.013	0.018	0.001	0.009	0.248
RIVAI	0.079	0.029	0.040	0.014	0.038	0.026	0.004	0.001	0.009	0.245
FAJAR	0.079	0.056	0.040	0.014	0.010	0.013	0.009	0.001	0.002	0.229
NASRUDIN	0.079	0.029	0.040	0.028	0.019	0.007	0.009	0.003	0.004	0.222
M. RIZAL	0.041	0.056	0.040	0.014	0.019	0.007	0.004	0.013	0.002	0.210

Tabel 16. Hasil Perangkingan Sistem Lama

NO	NAMA	TOTAL NILAI	RANGKING
1	RICKY RETRAUBUN	75,5	1
2	ACHMAD RIVAI	74,4	2
3	NASRUDIN	71,6	3
4	M. RIZAL	71,1	4
5	FAJARIZKY	69,4	5

Tabel 17. Hasil Perangkingan

NO	NAMA	TOTAL NILAI	RANGKING
1	RICKY RETRAUBUN	0.248328	1
2	ACHMAD RIVAI	0.245468	2
3	FAJARIZKY	0.229528	3
4	NASRUDIN	0.222787	4
5	M. RIZAL	0.200427	5

Dari table 16 dan tabel 17 dapat disimpulkan bahwa, perbedaan terletak di perangkingan pemain yang difokuskan pada total nilai terbesar hingga terkecil. Perubahan perangkingan diatas disebabkan karena

pada sistem belum terkomputerisasi penilaian hanya menggunakan parameter dan interval nilai, sedangkan perangkingan menggunakan metode *AHP* lebih spesifik. Ini sebabkan karena setiap kriteria seleksi pada metode *AHP* memiliki bobot prioritas yang berbeda-beda (lihat tabel 15 matriks hasil perhitungan). Sehingga, sistem terkomputerisasi ini sangat berhubungan antara perhitungan bobot nilai prioritas kriteria dengan parameter penilaian.

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian ini maka penulis dapat menarik kesimpulan yaitu :

- a. Sistem pendukung keputusan seleksi pemain futsal ini berjalan dengan sangat baik dan dapat menghasilkan suatu keputusan berupa dua belas pemain dengan hasil seleksi terbaik yang akan masuk ke dalam tim utama.
- b. Metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, dapat diimplementasikan pada sistem pendukung keputusan seleksi pemain futsal, sehingga dapat merekomendasikan pemain yang tepat. Kriteria yang diperlukan dalam proses seleksi pemain futsal yaitu, *Dribbling, Passing, Control, Shooting, Accelerate, Phisyc, Catching, Tinggi Badan dan Chipping*

REFERENCES

- [1] E. Turban, J. Aronson, and T. Llang, *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. 2003.
- [2] T. L. Saaty, "Decision making with the Analytic Hierarchy Process," *Sci. Iran.*, 2002.
- [3] T. L. Saaty, "Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process," *Manage. Sci.*, 1986.
- [4] T. L. Saaty, "A scaling method for priorities in hierarchical structures," *J. Math. Psychol.*, 1977.
- [5] "The analytic hierarchy process," *Eur. J. Oper. Res.*, 2003.
- [6] J. Aguarón and J. M. Moreno-Jiménez, "The geometric consistency index: Approximated thresholds," *Eur. J. Oper. Res.*, 2003.
- [7] J. A. Alonso and M. T. Lamata, "Consistency in the analytic hierarchy process: A new approach," *Int. J. Uncertainty, Fuzziness Knowledge-Based Syst.*, 2006.
- [8] E. F. Lane and W. A. Verdini, "A Consistency Test for AHP Decision Makers," *Decis. Sci.*, 1989.
- [9] V. M. Rao Tummala and Y. wah Wan, "On the mean random inconsistency index of analytic hierarchy process (AHP)," *Comput. Ind. Eng.*, 1994.
- [10] E. H. Forman, "Random indices for incomplete pairwise comparison matrices," *Eur. J. Oper. Res.*, 1990.
- [11] J. Barzilai, "Deriving weights from pairwise comparison matrices," *J. Oper. Res. Soc.*, 1997.

- [12]T. L. Saaty, "Highlights and critical points in the theory and application of the Analytic Hierarchy Process," *Eur. J. Oper. Res.*, 1994