

# Modifikasi *Analytic Network Process* Untuk Rekomendasi Pemilihan *Handphone*

Fery Dwi Hermawan  
Jurusan Informatika  
Fakultas MIPA, Universitas Sebelas  
Maret Surakarta  
ferydh@yahoo.com

Ristu Saptono  
Jurusan Informatika  
Fakultas MIPA, Universitas Sebelas  
Maret Surakarta  
r\_saptono@uns.ac.id

Rini Anggrainingsih  
Jurusan Informatika  
Fakultas MIPA, Universitas Sebelas  
Maret Surakarta  
rinianggra@gmail.com

## ABSTRAK

Kebutuhan penggunaan *handphone* yang berbeda-beda pada setiap orang akan mempengaruhi keputusan orang yang bersangkutan dalam memilih *handphone*, dimana ketika akan memilih *handphone* mereka harus menentukan prioritas untuk setiap fitur yang mereka butuhkan. Hal ini akan semakin sulit, karena dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi *handphone*, yang mengakibatkan semakin banyaknya pilihan *handphone* yang ada dengan kelebihan masing-masing. Dengan semakin bertambahnya pilihan *handphone* yang ada mengakibatkan proses pemilihan *handphone* bagi konsumen menjadi semakin kompleks.

Metode *Analytic Network Process* (ANP) sebagai metode penentuan keputusan dengan pertimbangan hubungan saling ketergantungan antar komponen, dapat digunakan untuk membantu menyeleksi pilihan *handphone* agar dapat diperoleh *handphone* dengan fitur yang sesuai dengan keinginan konsumen. Akan tetapi, penerapan metode ANP pada pemilihan *handphone*, memiliki kelemahan, yaitu pada lamanya waktu pemrosesan. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, dilakukan percobaan dengan cara memodifikasi penerapan metode ANP pada sistem. Modifikasi yang dilakukan yaitu mengubah penggunaan metode ANP, dimana ANP digunakan untuk mencari perbandingan prioritas fitur saja, dan menggunakan AHP untuk memperoleh nilai akhir.

Dari hasil percobaan didapatkan waktu pemrosesan untuk metode ANP yang dimodifikasi lebih singkat. Waktu pemrosesan metode ANP yang dimodifikasi stabil tidak terpengaruh jumlah sampel, sedangkan metode ANP akan semakin lambat dengan semakin banyak sampel yang diproses. Sedang berdasarkan perbandingan hasil urutan rekomendasi yang diberikan kedua metode tersebut relatif sama, persamaan pada urutan rekomendasi ditemukan terutama pada saat alternatif yang dibandingkan memiliki nilai pembeda yang jelas, yaitu pada saat fitur-fitur diprioritaskan memiliki nilai kualitatif

## Kata Kunci

*Analytic Network Process*, sistem rekomendasi, prioritas fitur

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi *handphone* telah mengalami perkembangan yang pesat dalam beberapa tahun belakangan ini. Hal ini terlihat dari banyaknya fitur-fitur tambahan yang disertakan pada *handphone* keluaran terbaru, yang disebabkan adanya tuntutan pasar untuk tersedianya *handphone* yang dapat memenuhi kebutuhan konsumen yang berbeda-beda.

Dengan semakin bertambahnya fitur yang ada, berakibat pada semakin rumitnya proses pemilihan *handphone*, apalagi penambahan fitur ini juga diimbangi dengan semakin bertambahnya merk *handphone* yang beredar di pasaran. Banyaknya jenis *handphone* yang dijual di pasaran menyebabkan calon pembeli menjadi semakin sulit dalam memilih *handphone* (yaitu untuk mendapatkan *handphone* yang berkualitas yang dapat memenuhi keinginan konsumen).

Pemanfaatan sistem rekomendasi sebagai sarana untuk membantu konsumen dalam memilih barang saat ini telah semakin banyak digunakan, hal ini tidak terlepas dari pengaruh pesatnya perkembangan internet dan *e-commerce*, selain itu juga adanya kebutuhan dari pihak konsumen untuk adanya suatu rekomendasi yang bersifat personal yang dapat menyajikan produk dan layanan yang sesuai dengan kebutuhannya. Kebanyakan toko *online* saat ini telah menerapkan sistem rekomendasi untuk membantu konsumennya. Pemberian rekomendasi yang digunakan pada umumnya dilakukan dengan mempertimbangkan riwayat pembelian sebelumnya atau kriteria barang yang dibeli olehnya. Akan tetapi ada juga pendekatan yang lain, yaitu dengan menggunakan masukan dari pengguna sebagai bahan pertimbangan dimana pemberian rekomendasi dilakukan melalui masukan dari konsumen yang berupa kriteria atau atribut yang dipilih oleh konsumen. Pada kasus sistem rekomendasi *handphone* ini akan menggunakan cara yang kedua, yaitu dengan menggunakan masukan dari konsumen. Masukan dari konsumen yang digunakan disini berupa pilihan fitur yang diinginkan dan prioritas kepentingan fitur tersebut bagi konsumen.

Pada penelitian ini penulis akan menggunakan metode *Analytic Network Process* (ANP) untuk menyediakan rekomendasi *handphone* yang berdasarkan prioritas fitur yang diinginkan calon konsumen, dimana penerapan metode ANP pada sistem akan dilakukan dengan dua cara. Yang pertama, yaitu dengan penerapan metode ANP secara penuh dimana akan langsung diperoleh hasil yang berupa urutan rekomendasi. Yang kedua, yaitu dengan ANP yang dimodifikasi, ANP disini digunakan untuk mencari prioritas global dari setiap fitur untuk kemudian dikalikan dengan nilai fitur *handphone* untuk memperoleh nilai yang akan digunakan untuk perbandingan.

## 2. ANALYTIC NETWORK PROCESS

*Analytic Network Process* (ANP) merupakan perkembangan dari metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang merupakan salah satu teori pengukuran melalui perbandingan berpasangan [1]. Metode ANP dikembangkan sebagai bentuk umum dari teori AHP yang didasarkan pada hubungan saling ketergantungan antara beberapa komponen, dimana selanjutnya AHP menjadi bentuk khusus dari ANP. Kelebihan metode ANP jika dibandingkan dengan metode AHP yaitu kemampuannya dalam membentuk dependensi yang lebih bebas. Bahkan, ANP merupakan teori matematika pertama yang memungkinkan untuk secara sistematis menangani semua jenis dependensi dan *feedback* [2]. Proses pemodelan ANP menyediakan cara untuk mewujudkan semua hubungan antar variabel, yang pada akhirnya dapat membantu mengurangi jarak antara model dan kenyataan. Metode ANP mampu memperbaiki kelemahan metode AHP yaitu kemampuannya untuk mengakomodasi keterkaitan antar kriteria dan alternatif. Keterkaitan yang ada pada metode ANP terdiri dari 2 jenis yaitu keterkaitan dalam satu set elemen (*inner dependence*) dan keterkaitan antar elemen

yang ada pada *cluster* yang berbeda (outer dependence). Dengan adanya penambahan tersebut metode ANP menjadi lebih kompleks daripada metode AHP.

Secara umum langkah-langkah penerapan metode ANP adalah sebagai berikut [3]:

- Mendefinisikan masalah dan menentukan kriteria yang berpengaruh dan solusi yang diinginkan,
- Membuat *matrix* perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi atau pengaruh setiap elemen atas setiap kriteria,
- Setelah mengumpulkan semua data perbandingan berpasangan dan memasukan nilai kebalikannya serta nilai satu di sepanjang diagonal utama, prioritas masing-masing kriteria dicari,
- Menentukan *eigenvector* dari *matrix* yang telah dibuat pada langkah b,
- Mengulangi langkah b,c,dan d untuk setiap dependensi yang ada,
- Membuat *unweighted supermatrix* dengan cara memasukan semua *eigenvector* yang telah dihitung pada langkah d kedalam *supermatrix*,
- Membuat *cluster matrix* dengan cara melakukan perbandingan berpasangan untuk setiap dependensi yang ada antar cluster.
- Membuat *weighted supermatrix* dengan cara melakukan perkalian setiap isi *unweighted supermatrix* terhadap *matrix* perbandingan kriteria (*cluster matrix*),
- Mencari *limit supermatrix* dengan cara mengangkat *weighted supermatrix* secara terus-menerus hingga angka pada setiap kolom yang ada pada satu baris relatif sama besar, setelah itu lakukan normalisasi pada *limit supermatrix*.
- Mengambil nilai yang terdapat pada baris yang termasuk ke dalam *cluster alternatives* dari *supermatrix* dan dinormalisasi sebagai nilai akhir.

Penyusunan prioritas merupakan salah satu bagian yang penting dan perlu ketelitian didalamnya. Pada bagian ini akan ditentukan skala kepentingan suatu elemen terhadap elemen lainnya. Langkah pertama yang dilakukan yaitu menyusun perbandingan berpasangan, yaitu membandingkan dalam bentuk pasangan untuk setiap sub-sistem hirarki. Perbandingan tersebut kemudian ditransformasikan dalam bentuk *matrix* untuk tujuan analisis numerik, yaitu dalam bentuk *matrix* nxn.

Misalkan terdapat sub-sistem hirarki dengan suatu kriteria A dan sejumlah elemen B<sub>1</sub> sampai B<sub>n</sub>. Perbandingan antar *elemen* untuk sub-sistem hirarki itu dapat dibuat dalam bentuk *matrix* nxn. *Matrix* ini disebut *matrix* perbandingan berpasangan.

**Tabel 1. Matrix Perbandingan Berpasangan [4]**

A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	...	B <sub>n</sub>
B <sub>1</sub>	B <sub>11</sub>	b <sub>12</sub>	b <sub>13</sub>	...	b <sub>1n</sub>
B <sub>2</sub>	B <sub>21</sub>	b <sub>22</sub>	b <sub>23</sub>	...	b <sub>2n</sub>
B <sub>3</sub>	B <sub>31</sub>	b <sub>32</sub>	b <sub>33</sub>	...	b <sub>3n</sub>
...	...	...	...	...	...
B <sub>n</sub>	B <sub>n1</sub>	B <sub>n2</sub>	B <sub>n3</sub>	...	B <sub>nn</sub>

Bila diketahui b<sub>ij</sub> maka secara teoritis b<sub>ji</sub>=1/b<sub>ij</sub>, sedangkan b<sub>ij</sub> dalam situasi i = j adalah mutlak 1.

Nilai b<sub>ij</sub> pada Tabel 1 adalah nilai perbandingan antara elemen B<sub>i</sub> dan B<sub>j</sub> yang menyatakan hubungan [5] :

- Seberapa jauh tingkat kepentingan B<sub>i</sub> bila dibandingkan B<sub>j</sub>, atau
- Seberapa besar kontribusi B<sub>i</sub> terhadap kriteria A bila dibandingkan dengan B<sub>j</sub>, atau
- Seberapa jauh dominasi B<sub>i</sub> terhadap B<sub>j</sub>, atau
- Seberapa banyak sifat kriteria A terdapat pada B<sub>i</sub> dibandingkan B<sub>j</sub>.

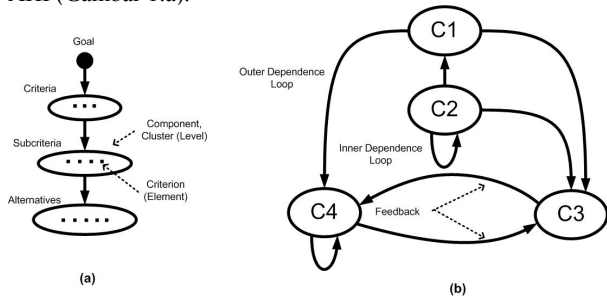
Nilai numerik yang digunakan untuk perbandingan diatas diperoleh dari skala perbandingan Satty yang diperlihatkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Skala banding secara berpasangan [6]**

Tingkat kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Kedua <i>elemen</i> sama penting	Dua <i>elemen</i> mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	<i>Elemen</i> yang satu sedikit lebih penting dari <i>elemen</i> yang lain	Pengalaman dan penilaian sedikit mendukung satu <i>elemen</i> dibanding <i>elemen</i> lainnya
5	<i>Elemen</i> yang satu lebih penting dari <i>elemen</i> yang lain	Pengalaman dan penilaian sangat kuat mendukung satu <i>elemen</i> dibanding <i>elemen</i> yang lainnya
7	Satu <i>elemen</i> jelas lebih penting daripada <i>elemen</i> lainnya	Satu <i>elemen</i> dengan kuat didukung dan dominan terlihat dalam praktek
9	Satu <i>elemen</i> mutlak lebih penting daripada <i>elemen</i> yang lainnya	Bukti yang mendukung <i>elemen</i> satu terhadap <i>elemen</i> yang lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan	Nilai ini digunakan bila ada dua kompromi diantara dua pilihan
Kebalikan	Jika untuk aktivitas i mendapat suatu nilai bila dibandingkan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya jika dibandingkan dengan i	

Pembobotan dengan ANP membutuhkan model yang merepresentasikan saling keterkaitan antara kriteria dan sub-kriteria yang dimilikinya. Ada 2 kontrol yang perlu diperhatikan didalam memodelkan sistem yang hendak diketahui bobotnya. Kontrol pertama adalah kontrol hirarki yang menunjukkan keterkaitan kriteria dan sub-kriterianya. Kontrol kedua yaitu kontrol kriteria yang menunjukkan adanya saling keterkaitan antar kriteria atau *cluster* [5]. Jika diasumsikan suatu memiliki N *cluster* dimana elemen-elemen dalam tiap *cluster* saling berinteraksi atau memiliki pengaruh terhadap beberapa atau seluruh *cluster* yang ada. Jika *cluster* dinotasikan dengan C<sub>h</sub> dimana h = 1,2,3,...,n, dengan elemen sebanyak n<sub>h</sub> dinotasikan dengan c<sub>h1</sub>,c<sub>h2</sub>,c<sub>h3</sub>,...,c<sub>hnh</sub>. Pengaruh dari satu set elemen dalam suatu *cluster* pada elemen yang lain dalam suatu sistem dapat direpresentasikan melalui *eigenvector*. *Eigenvector* merupakan *vector* prioritas, yaitu suatu *vector* yang menampilkan prioritas relatif dari suatu kriteria yang diukur berdasarkan satu skala ratio. Dimana, nilai prioritas ini merupakan nilai yang unik dan selalu bernilai positif. Dengan kata lain, jika dapat dipastikan bahwa jumlah dari nilai-nilai prioritas tersebut adalah satu maka akan diperoleh suatu nilai yang unik dan akan termasuk dalam skala angka absolut[7]. Konsep jaringan yang digunakan pada metode ini memiliki kompleksitas yang tinggi dibandingkan dengan jenis lain, karena adanya fenomena *feedback* dari *cluster* satu ke *cluster*

yang lain, bahkan dengan *cluster*-nya sendiri. Pada Gambar 1.b diperlihatkan model jaringan *feedback* dan *dependence* antara *cluster* satu dengan *cluster* lainnya, disini terlihat jelas perbedaannya dengan model hirarki yang digunakan pada AHP(Gambar 1.a).



**Gambar 1. Model Hierarchy dan Network[4]**

Setelah model jaringan ANP dibuat, maka dilakukan pembentukan tabel dari hasil data *eigenvector* yang diperoleh dari perbandingan berpasangan ke dalam tabel *supermatrix* seperti yang terlihat pada gambar 2.

		C1	C2	...	CN		
		$e11e12...e1n1$	$e21e22...e2n2$	...	$eN1eN2...eNnN$		
W	C1	$e11$	$e1n1$	$W11$	$W12$	...	$W1N$
	C2	$e21$	$e2n2$	$W21$	$W22$	...	$W2N$
	...	...	...	...	...	...	...
	C	$eN1$	...	$WN1$	$WN2$	...	$WNN$
	N	...	$eNnN$	...	...	...	...

**Gambar 2. Format dasar supermatrix**

*Supermatrix* merepresentasikan pengaruh dari suatu elemen yang ada pada jaringan terhadap elemen lain pada jaringan. Setiap kolom  $W_{ij}$  pada *supermatrix* merupakan nilai *eigenvector* yang menggambarkan pengaruh(tingkat kepentingan) dari elemen yang ada pada baris ke-*i* dari jaringan terhadap element pada kolom ke-*j*. Nilai nol pada *elemen* tertentu yang ada pada *supermatrix* menandakan bahwa tidak ditemukan pengaruh[4]. *Limit supermatrix* diperoleh dengan cara memangkatkan *supermatrix*. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan penyebaran pengaruh untuk setiap langkah yang ada pada *supermatrix*. Nilai yang ada pada *weighted supermatrix* itu sendiri merepresentasikan secara langsung pengaruh dari suatu elemen terhadap elemen yang lain. Akan tetapi suatu elemen bisa juga berpengaruh terhadap elemen lain secara tidak langsung, yaitu apabila elemen tersebut memiliki pengaruh pada suatu elemen yang memiliki pengaruh pada elemen lain. Semua pengaruh tidak langsung ini diperoleh dengan memangkatkan *supermatrix*[4].

Selanjutnya untuk memperoleh hasil akhir dari proses perhitungan ANP, maka *supermatrix* akan dipangkatkan secara terus-menerus hingga nilai pada setiap kolom yang ada dalam satu baris relatif sama (selisihnya sangat kecil).

### 3. MODIFIKASI PROSES ANP

Yang dimaksud dengan memodifikasi disini adalah perubahan

alur penggunaan proses ANP dalam mencari nilai akhir. Pada umumnya proses perhitungan ANP (proses mencari *limiting supermatrix*) mengikutsertakan seluruh elemen yang ada pada *cluster* yang berisi alternatif pilihan dan juga *cluster-cluster* lain yang berisi kriteria-kriteris yang nantinya berpengaruh dalam pengambilan keputusan. Dimana nantinya setelah diperoleh nilai kimit *supermatrix* kemudian akan diambil kelompok nilai yang ada pada baris yang termasuk dalam *cluster* alternatif untuk dinormalisasi dan kemudian dijadikan sebagai nilai akhir. Dengan memanfaatkan sifat ANP dimana setiap *cluster* adalah sama, yang berarti *cluster* alternatif memiliki nilai dan sifat yang sama dengan *cluster* lainnya. Oleh karena itu, nilai-nilai yang ada pada kelompok *cluster* lainnya dapat diambil sebagai perbandingan prioritas antara elemen-elemen yang ada pada *cluster* tersebut.

Jadi, dalam konsep modifikasi ini, metode ANP akan digunakan untuk memperoleh prioritas global dari fitur dimana nilai prioritas ini akan dikalikan dengan nilai fitur yang ada pada alternatif.

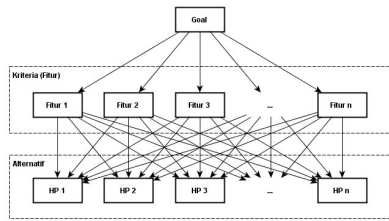
Contohnya adalah sebagai berikut, setelah dilakukan proses pemangkatan pada *weighted supermatrix*, maka akan diperoleh *limited supermatrix*, dimana nilai pada setiap kolom yang ada pada satu baris relatif sama, contoh penerapan *supermatrix* dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai pada *weighted supermatrix* ini merepresentasikan pengaruh secara langsung dari elemen yang ada pada baris terhadap elemen pada kolom, dimana setelah dicari *limit supermatrix* akan diperoleh nilai prioritas pengaruh dari elemen yang ada pada baris 1,2,...,n dengan pertimbangan baik pengaruh secara langsung maupun tidak langsung dari elemen tersebut [4]. Pada Tabel 3 terlihat bahwa setiap baris dan kolom yang ada dapat dikelompokkan kedalam *cluster* alternatif dan kriteria. Pada penerapan ANP, umumnya setelah diperoleh *limit supermatrix*, maka proses selanjutnya adalah mengambil nilai-nilai yang ada pada baris yang termasuk *cluster* alternatif(yang dalam hal ini berarti baris A1, A2, dan A3). Nilai- nilai inilah yang menggambarkan prioritas untuk setiap alternatif yang ada

**Tabel 3. Supermatrix**

		Alternatif			Kriteria		
		A1	A2	A3	K1	K2	K3
Alternatif	A1						
	A2						
	A3						
Kriteria	K1						
	K2						
	K3						

Dengan berdasarkan prinsip yang ada dimana setiap *cluster* yang ada pada ANP adalah sama dan sederajat, maka nilai-nilai yang ada pada baris yang termasuk *cluster* kriteria diambil dan dinormalisasi dapat digunakan untuk menggambarkan prioritas setiap fitur bagi alternatif yang bersangkutan[4]. Setelah diperoleh nilai prioritas fitur global ini maka hubungan yang ada antara fitur dan alternatif *handphone* yang ada dapat disusun kedalam bentuk hirarki seperti yang terlihat pada gambar 3.

Bentuk diagram pada gambar 3 tersebut merupakan diagram Analytic Hierarchy Process sederhana, dimana hanya terdiri dari 2 level, level 1 adalah fitur *handphone* dan level 2 adalah alternatif *handphone*.



**Gambar 3. Diagram Perkalian Nilai Prioritas dan Fitur Handphone**

Langkah-langkah penerapan metode ANP yang dimodifikasi adalah sebagai berikut :

- Mendefinisikan masalah dan menentukan kriteria yang berpengaruh dan solusi yang diinginkan,
- Membuat *matrix* perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi atau pengaruh setiap *elemen* atas setiap kontrol,
- Setelah mengumpulkan semua data perbandingan berpasangan dan memasukan nilai kebalikannya serta nilai satu disepanjang diagonal utama, prioritas masing-masing kriteria dicari,
- Menentukan *eigenvector* dari *matrix* yang telah dibuat pada langkah b,
- Mengulangi langkah b,c,dan d untuk setiap ketergantungan yang ada,
- Membuat *unweighted supermatrix* dengan cara memasukan semua *eigenvector* dari pengaruh setiap fitur terhadap alternatif yang telah diperoleh dari langkah d kedalam *supermatrix*,
- Membuat cluster *matrix* dengan cara melakukan perbandingan berpasangan untuk setiap hubungan ketergantungan yang ada antar cluster.
- Membuat *weighted supermatrix* dengan cara melakukan perkalian setiap isi *unweighted supermatrix* terhadap *matrix* perbandingan kriteria (*cluster matrix*),
- Mencari *limiting supermatrix* dengan cara memangkatkan *weighted supermatrix* secara terus-menerus hingga angka pada setiap kolom yang ada pada satu baris relatif sama besar, setelah itu lakukan normalisasi pada *limiting supermatrix*,
- Mengambil nilai yang terdapat pada baris yang mewakili fitur handphone kemudian dinormalisasi dan dijadikan sebagai prioritas akhir, nilai ini dimasukan pada hirarki level 1 yang merupakan nilai prioritas fitur,
- Mengalikan prioritas akhir dengan nilai bobot *handphone* untuk memperoleh nilai akhir.

#### 4. METODOLOGI PENELITIAN

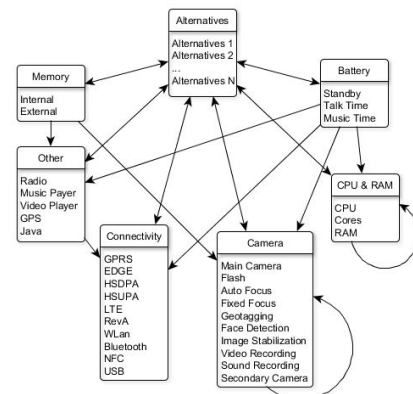
Objek penelitian dalam penulisan tugas akhir ini adalah penerapan metode ANP pada kasus pemilihan *handphone*. Penerapan ANP pada sistem akan dilakukan dengan dua cara, ANP murni dan ANP yang dimodifikasi. Dimana, kedua metode tersebut akan diuji dan dibandingkan hasil urutan rekomendasi yang diberikan dan juga lama pemrosesan yang diperlukan.

#### Penyusunan Model ANP Untuk Sistem Rekomendasi Pemilihan Handphone

Untuk menerapkan metode ANP pada sistem rekomendasi *handphone*, maka diperlukan model jaringan yang menggambarkan hubungan yang ada antar elemen-elemen yang nantinya akan mempengaruhi dalam pemberian rekomendasi, elemen yang dimaksud disini adalah fitur-fitur yang ada pada *handphone*. Fitur yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Daftar Fitur Yang Digunakan.**

No	Cluster	Fitur	Penilaian
1	Memory	Memory Internal	Besar memory dalam GB
		Memory External	Besar memory dalam GB
2	Battery	Standby	Daya tahan dalam hitungan jam
		TalkTime	Daya tahan dalam hitungan jam
		MusicTime	Daya tahan dalam hitungan jam
3	Connectivity	GPRS	Ada atau tidaknya
		EDGE	Ada atau tidaknya
		HSDPA	Ada atau tidaknya
		HSUPA	Ada atau tidaknya
		LTE	Ada atau tidaknya
		RevA	Ada atau tidaknya
		WLAN	Ada atau tidaknya
		Bluetooth	Ada atau tidaknya
		NFC	Ada atau tidaknya
USB	Ada atau tidaknya		
4	Camera	MainCamera	Ukuran pixel kamera dalam MP
		FrontCamera	Ukuran pixel kamera dalam MP
		Flash	Ada atau tidaknya
		AutoFocus	Ada atau tidaknya
		FixedFocus	Ada atau tidaknya
		GeoTagging	Ada atau tidaknya
		FaceDetection	Ada atau tidaknya
		ImageStabilization	Ada atau tidaknya
		VideoRecorder	Ada atau tidaknya
5	CPU & RAM	CPU	Nilai dalam GHz
		Cores	Jumlah core dari CPU
		RAM	Ukuran dalam MB
6	Other	Radio	Ada atau tidaknya
		MusicPlayer	Ada atau tidaknya
		VideoPlayer	Ada atau tidaknya
		GPS	Ada atau tidaknya
		Java	Ada atau tidaknya



**Gambar 4. Hubungan Ketergantungan Antar Fitur**

Keterangan: Alternatif 1,2,...,N pada *cluster* ALTERNATIF menggambarkan type *handphone* yang ada.

Gambar 4 menunjukkan hubungan ketergantungan yang ada antar fitur. Tanda panah yang ada pada Gambar 4 menggambarkan arah dependensi antar fitur yang ada, dimana mata panah menunjukkan objek yang dipengaruhi (Contoh: tanda panah dari cluster battery yang menuju cluster other, hal ini menunjukan adanya pengaruh dari fitur-fitur yang ada pada cluster battery terhadap fitur yang ada pada cluster other).

## Penerapan ANP Pada Sistem Rekomendasi Pemilihan Handphone

Berdasarkan model jaringan yang ada pada Gambar 4, penerapan ANP pada sistem rekomendasi pilihan *handphone* akan dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- Membuat *matrix* perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi atau pengaruh antar fitur,
- Setelah mengumpulkan semua data perbandingan berpasangan dan memasukan nilai kebalikannya serta nilai satu disepanjang diagonal utama, prioritas masing-masing kriteria dicari,
- Menentukan *eigenvector* dari *matrix* yang telah dibuat pada langkah a,
- Mengulangi langkah a,b,dan c untuk setiap ketergantungan yang ada,
- Membuat *unweighted supermatrix* dengan cara memasukan semua *eigenvector* yang telah dihitung pada langkah 4 kedalam *supermatrix*,
- Membuat *cluster matrix* dengan cara melakukan perbandingan berpasangan untuk setiap hubungan ketergantungan yang ada antar cluster fitur *handphone*.
- Membuat *weighted supermatrix* dengan cara melakukan perkalian setiap isi *unweighted supermatrix* terhadap *matrix* perbandingan kriteria (*cluster matrix*),
- Mencari *limiting supermatrix* dengan cara memangkatkan *weighted supermatrix* secara terus-menerus hingga angka pada setiap kolom yang ada pada satu baris relatif sama besar, setelah itu lakukan normalisasi pada *limiting supermatrix*.
- Mengambil nilai yang terdapat pada baris yang termasuk ke dalam cluster alternatives dari *supermatrix* dan dinormalisasi sebagai nilai akhir.

## Penerapan ANP Yang Dimodifikasi Pada Sistem Rekomendasi Pemilihan Handphone

Pada penerapan ANP setelah dilakukan pemrosesan pada *supermatrix* akan diperoleh nilai prioritas alternatif. Sedangkan pada penerapan metode ANP yang dimodifikasi ini proses ANP digunakan untuk mencari nilai prioritas global. Dimana, nilai prioritas global ini akan dikalikan dengan nilai bobot fitur pada *handphone* untuk mencari prioritas akhir dari *handphone* yang bersangkutan. Model jaringan yang digunakan untuk proses ANP yang dimodifikasi ini sama dengan model jaringan yang digunakan pada metode ANP. Langkah-langkah penerapan metode ANP yang dimodifikasi terdiri dari 2 tahap. Tahap pertama adalah penerapan proses ANP untuk mencari prioritas global, langkah-langkah yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Membuat *matrix* perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi atau pengaruh antar fitur,
- Setelah mengumpulkan semua data perbandingan berpasangan dan memasukan nilai kebalikannya serta nilai satu disepanjang diagonal utama, prioritas masing-masing kriteria dicari,

- Menentukan *eigenvector* dari *matrix* yang telah dibuat pada langkah a,
- Mengulangi langkah a,b,dan c untuk setiap ketergantungan yang ada,
- Membuat *unweighted supermatrix* dengan cara memasukan semua *eigenvector* dari pengaruh setiap fitur terhadap alternatif yang telah diperoleh dari langkah 4 kedalam *supermatrix*,
- Membuat *cluster matrix* dengan cara melakukan perbandingan berpasangan untuk setiap hubungan ketergantungan yang ada antar cluster fitur *handphone*.
- Membuat *weighted supermatrix* dengan cara melakukan perkalian setiap isi *unweighted supermatrix* terhadap *matrix* perbandingan kriteria (*cluster matrix*),
- Mencari *limiting supermatrix* dengan cara memangkatkan *weighted supermatrix* secara terus-menerus hingga angka pada setiap kolom yang ada pada satu baris relatif sama besar, setelah itu lakukan normalisasi pada *limiting supermatrix*,
- Mengambil nilai yang terdapat pada baris yang mewakili fitur *handphone* kemudian dinormalisasi dan dijadikan sebagai prioritas akhir,

Pada tahap pertama ini terlihat ada perbedaan dengan penerapan ANP secara murni. Nilai prioritas global yang diperoleh selanjutnya akan digunakan untuk pemrosesan tahap 2.

Tahap 2 yaitu penerapan metode AHP untuk mencari prioritas akhir dari alternatif. Dimana model AHP yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3. Langkah-langkah penerapan AHP adalah sebagai berikut:

- Menyusun struktur hirarki dari permasalahan. Hirarki permasalahan dapat dilihat pada Gambar 3. Bentuk diagram pada Gambar 3 tersebut merupakan diagram Analytic Hierarchy Process sederhana, dimana hanya terdiri dari 2 level, level 1 adalah fitur *handphone* dan level 2 adalah alternatif *handphone*.
- Memasukan hasil nilai yang diperoleh dari proses ANP ke dalam hirarki AHP sebagai nilai prioritas alternatif fitur.
- Menggunakan hubungan pembobotan yang ada untuk mengevaluasi setiap alternatif yang ada. Hal ini dilakukan dengan cara mengkalikan setiap bobot yang ada pada setiap cluster dan sub-cluster yang ada pada pohon hirarki.

## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Persiapan Pengujian

Untuk melaksanakan percobaan diperlukan data *handphone* yang nantinya akan digunakan sebagai alternatif. Untuk itu dikumpulkan sampel data *handphone* sejumlah 100 sampel yang terdiri dari 6 merk. Dari 100 sampel data tersebut proses pengujian dilakukan untuk setiap kelipatan 10 dengan percobaan pertama dilakukan pada 10 sampel. Pengujian akan dilakukan dengan 5 skenario, skenario yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Skenario 1** : percobaan dilakukan dengan menggunakan prioritas dasar, yaitu prioritas yang digunakan jika tidak ada fitur yang dipilih.
- Skenario 2** : percobaan dilakukan dengan pencarian dimana fitur yang dipilih adalah : *external memory, main camera, standby time, dan talk time*.
- Skenario 3** : percobaan dilakukan dengan pencarian dimana fitur yang dipilih adalah : *face detection, image stabilization, HSDPA, dan WLAN*.
- Skenario 4** : percobaan dilakukan dengan pencarian dimana fitur yang dipilih adalah : CPU, RAM, *internal*

memory, external memory, main camera, front camera, standby time, dan talk time.

- e. **Skenario 5** : percobaan dilakukan dengan pencarian dimana fitur yang dipilih adalah : *flash, auto focus, geo tagging, radio, music player, dan video player.*

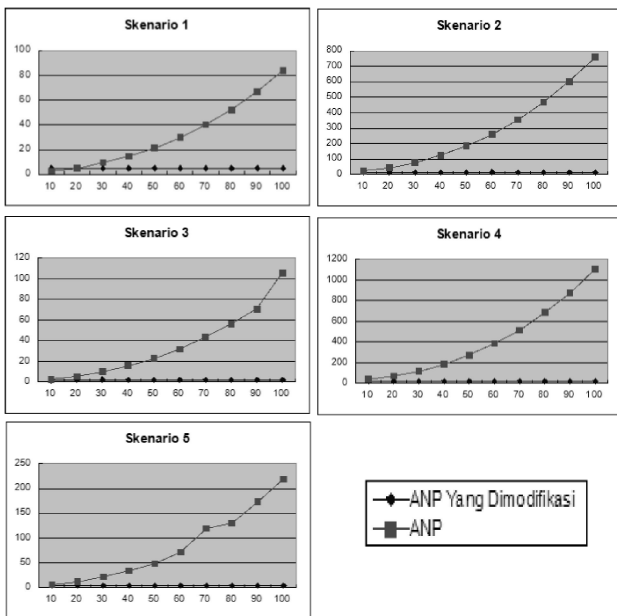
### Perbandingan Waktu Pemrosesan

Pengujian yang pertama yaitu membandingkan lamanya waktu pemrosesan yang dibutuhkan. Percobaan ini dilakukan dengan cara melakukan pemrosesan pada sampel dengan jumlah kelipatan 10.

Data perbandingan peningkatan waktu pemrosesan yang dapat dilihat grafik peningkatan waktu pemrosesan untuk setiap skenario pengujian yang ada pada Gambar 5.

Dari data yang ada pada Lampiran 2 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Waktu pemrosesan untuk metode ANP murni akan mengalami peningkatan seiring dengan semakin banyaknya jumlah alternatif, hal ini karena alternatif akan diikutsertakan pada *supermatrix* akan meningkatkan waktu yang dibutuhkan untuk setiap iterasi karena semakin banyaknya proses perkalian yang harus dilakukan. Sedangkan pada penerapan ANP yang dimodifikasi, lama waktu pemrosesan relatif tetap karena yang diikutsertakan pada pemrosesan *supermatrix* hanyalah fitur-fitur yang terdapat pada *handphone*.
- Waktu pemrosesan akan semakin lama untuk pencarian dimana perbandingan nilai prioritas dari elemen yang ada pada *supermatrix* memiliki perbedaan yang semakin banyak, yang diakibatkan karena semakin banyaknya iterasi yang dibutuhkan untuk memperoleh limit *supermatrix*.



Gambar 5. Grafik Peningkatan Waktu Pemrosesan

### Perbandingan Hasil Urutan Rekomendasi

Pengujian yang kedua adalah pengujian untuk membandingkan hasil pemberian urutan rekomendasi, berikut ini merupakan hasil analisa pemberian urutan rekomendasi *handphone* yang diperoleh dari percobaan. Perbandingan urutan dilakukan pada 10 rekomendasi pertama.

Dari data yang ada pada Tabel 5 sampai dengan Tabel 9 dapat

ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Urutan rekomendasi yang diberikan dari kedua metode yang diuji relatif sama, persamaan pada urutan rekomendasi ditemukan terutama pada saat alternatif yang dibandingkan memiliki nilai pembeda yang jelas, yaitu pada saat fitur-fitur yang diprioritaskan memiliki nilai kualitatif.
- Pada saat dilakukan pencarian dengan prioritas pada fitur-fitur yang memiliki nilai kualitatif, urutan rekomendasi yang diberikan relatif sama untuk setiap pengujian yang dilakukan.
- Pada saat dilakukan pencarian dengan prioritas pada fitur-fitur yang dinilai berdasarkan keberadaannya pada alternatif yang bersangkutan, urutan rekomendasi yang diperoleh relatif sama pada saat menggunakan sampel yang sedikit, dan semakin banyak perbedaan yang ada pada percobaan dengan banyak sampel.

Perbedaan urutan rekomendasi ditemukan terutama pada alternatif yang memiliki fitur yang hampir sama. Perbedaan ini terutama ditemukan pada saat dilakukan pemrosesan dengan jumlah sampel yang banyak. Perubahan urutan yang terjadi pada rekomendasi yang diberikan disebabkan karena adanya proses pembulatan angka. Pembulatan pada angka yang diproses sejak proses awal sampai dengan diperoleh *supermatrix* sangat kecil nilainya, tetapi setelah dilakukan proses iterasi pada *supermatrix* dimana *matrix* yang ada dipangkatkan maka selisih yang kecil tersebut akan menjadi semakin besar. Hal inilah yang mengakibatkan selisih nilai yang ada.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Rekomendasi Untuk Skenario 1

Jumlah Sampel	Urutan Yang Sama	Urutan Yang Berbeda
10	1,4,5,6,7,8,9,10	2, 3
20	1,2,3,4,9,10	5,6,7,8
30	1,2,5,6,7,8,9,10	3,4
40	1,2,3,4,5,6,9	7,8,10
50	1,2,3,4,5,6,10	7,8,9
60	1,2,3,4,5,8,9,10	6,7
70	1,2,3,4,5,6	7,9,10
80	1,2,3,4,5,6,7,9	8,10
90	3,6,7	1,2,4,5,8,9,10
100	1,2,3,4,5,6,7	8,9,10

Tabel 6. Perbandingan Hasil Rekomendasi Skenario 2

Jumlah Sampel	Urutan Yang Sama	Urutan Yang Berbeda
10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	
20	1,2,3,4,5,6,9	7,8,10
30	1,2,3,4,5,6,7,8,9	10
40	1,2,5,6,7,8,9,10	3,4
50	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	
60	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	
70	1,2,3,4,7,8,9,10	5,6
80	1,2,3,4,9,10	5,6,7,8
90	1,2,3,4,9,10	5,6,7,8
100	1,2,3,4,9,10	5,6,7,8

Tabel 7. Perbandingan Hasil Rekomendasi Skenario 3

Jumlah Sampel	Urutan Yang Sama	Urutan Yang Berbeda
10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	
20	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	
30	1,2,3,4,5,6,7	8,9,10
40	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	
50	3,4,5,6,10	1,2,7,8,9
60	3,5,6,8	1,2,4,7,9,10
70	3,6,7,8,9,10	1,2,4,5
80	3,8,9,10	1,2,4,5,6,7
90	1,9	2,3,4,5,6,7,8,10
100	10	1,2,3,4,5,6,7,8,9

Tabel 8. Perbandingan Hasil Rekomendasi Skenario 4

Jumlah Sampel	Urutan Yang Sama	Urutan Yang Berbeda
10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	
20	1,2,9,10	3,4,5,6,7,8
30	1,2,3,4,8	5,6,7,9,10
40	1,4,5,10	2,3,6,7,8,9
50	1,2,3,4,5,9,10	6,7,8
60	1,2,3,4,5,9,10	6,7,8
70	1,2,3,4,5,9,10	6,7,8
80	1,2,3,4,5	6,7,8,9,10
90	1,2,3,4,5	6,7,8,9,10
100	1,2,3,4,5	6,7,8,9,10

Tabel 9. Perbandingan Hasil Rekomendasi Skenario 5

Jumlah Sampel	Urutan Yang Sama	Urutan Yang Berbeda
10	1,2,3,4,5,6,9,10	7,8
20	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	
30	3,4,5,6,7,8,9,10	1,2
40	4,5,6,7,10	1,2,3,8,9
50	1,2,3,4,7,8,9,10	5,6
60	1,2,4,5,6,9,10	3,7,8
70	1,2,4,5	3,6,7,8,9,10
80	1,2,4,9,10	3,5,6,7,8
90	1,2,3,4	5,6,7,8,9,10
100	1,2,3	4,5,6,7,8,9,10

## 6. KESIMPULAN

Dengan memanfaatkan metode ANP dalam studi kasus rekomendasi handphone ini, hubungan yang ada antara fitur-fitur yang ada pada handphone dapat lebih dioptimalkan. Karena dengan semakin banyaknya fitur yang ada akan semakin kompleks pula hubungan yang ada antar fitur, sehingga meskipun fitur-fitur yang dapat dikelompokkan ke dalam *cluster*, akan tetapi hubungan yang ada tidak dapat ditampilkan secara hirarki (hubungan atas ke bawah). Dengan memanfaatkan model jaringan yang digunakan pada ANP, hubungan yang dapat ditampilkan dengan lebih baik, karena pada model jaringan yang digunakan pada ANP semua *cluster* berada pada level yang sama.

Dari hasil pengujian metode *Analytic Network Process* (ANP) dalam kasus penelitian *handphone*. Dari segi waktu pemrosesan, terbukti bahwa dengan menggunakan metode ANP yang dimodifikasi lamanya waktu pemrosesan lebih singkat dan relatif stabil tidak terpengaruh dengan banyaknya alternatif yang ada, dimana jika dengan menggunakan metode ANP yang biasa maka lama pemrosesan akan bertambah lama dengan semakin banyak alternatif.

Dari segi hasil pemberian rekomendasi, terlihat bahwa hasil

rekomendasi yang diberikan relatif sama, persamaan pada urutan rekomendasi ditemukan terutama pada saat alternatif yang dibandingkan memiliki nilai pembeda yang jelas, yaitu pada saat fitur-fitur yang diprioritaskan memiliki nilai kualitatif. Berdasarkan dua kriteria penilaian tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode ANP yang dimodifikasi lebih efektif terutama untuk jumlah alternatif pilihan yang banyak, karena dengan hasil rekomendasi yang relatif sama, waktu pemrosesan yang dibutuhkan dapat jauh lebih singkat.

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, untuk penerapan pada sistem rekomendasi pemilihan *handphone* penulis merekomendasikan untuk menggunakan metode ANP yang dimodifikasi, karena pada penggunaannya selanjutnya jumlah alternatif *handphone* yang diproses akan berjumlah sangat banyak dengan menggunakan metode ANP yang dimodifikasi waktu pemrosesan yang dibutuhkan jauh lebih singkat.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saaty, T. L. 2008. *Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process*. Pittsburgh : RWS Publications.
- [2] Saaty, R.W. 2002. *Decision Making In Complex Environments The Analytic Hierarchy Process (AHP) For Decision Making And The Analytic Network Process (ANP) For Decision Making With Dependence And Feedback*.
- [3] Santoso, L.W., Setiawan, A., & Handojo, A. 2010. *Pembuatan Aplikasi Sistem Seleksi Calon Pegawai dan Pemilihan Supplier dengan Metode Analytic Network Process (ANP) dan Analytic Hierarchy Process (AHP) di PT.X*. Universitas Kristen Petra. Proceedings of SNTI 2010.
- [4] Saaty, T.L. & Vargas, L.G. 2006. *Decision Making with the Analytic Network Process. Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*. New York: Springer Science+Business Media, LLC.
- [5] Saaty, T.L. 2004. *Fundamentals of the analytic network process dependence and feedback in decision-making with a single Network*. Pittsburgh : RWS Publications.
- [6] Saaty, T.L. 1994. *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process*. RWS Publications, Pittsburgh, PA, p 161-176.
- [7] Saaty, T.L. 2008. *The Analytic Network Process*. University of Pittsburgh.