

PERANCANGAN MODEL WATERFALL UNTUK SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN *MULTI ATTRIBUTE* DENGAN METODE *ANALYTIC NETWORK PROCESS*

Taufiq Dwi Cahyono¹, Wiwien Hadikurniawati²

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Semarang

²Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Stikubank
e-mail: ¹taufiq_dc@usm.ac.id, ²wiwien@edu.unisbank.ac.id

Abstrak

Penelitian ini mengusulkan model waterfall yang digunakan dalam pembuatan sistem pendukung keputusan multi attribute dengan menggunakan metode Analytic Network Process (ANP). Model ini menyediakan kebutuhan pengguna dan kebutuhan perangkat lunak yang meliputi penganalisaan domain informasi, tingkah laku (behaviour), unjuk kerja (function) dan antarmuka. Penggunaan metode waterfall dapat menghasilkan perangkat lunak yang reliable dan bekerja secara efisien. Dari metode waterfall yang diusulkan dapat menghasilkan sebuah analisis kebutuhan atau persyaratan untuk menentukan atau memberikan gambaran umum bagi pengguna agar dapat membantu atau mendukung pencapaian sasaran pembuatan sistem yang meliputi kebutuhan data dan informasi, kebutuhan proses dan fungsi dan kebutuhan antarmuka atau interface.

Kata Kunci: pengembangan perangkat lunak, waterfall, sistem pendukung keputusan

1. PENDAHULUAN

Suatu sistem yang baik dirancang dengan menggunakan perencanaan dan mengikuti salah satu model proses perangkat lunak yang sesuai dengan sistem yang akan dibangun. Model proses merupakan suatu paradigma teknik pengembangan perangkat lunak. Model proses tersebut dipilih didasarkan dari kebutuhan sebuah sistem dan sifat alami proyek atau aplikasi, metoda dan *tools* yang digunakan, kendali serta *requirements* yang diperlukan.

Rekayasa perangkat lunak adalah sebuah disiplin ilmu yang mampu menghasilkan perangkat lunak yang baik, benar serta efisien, tepat waktu dalam pembuatannya serta dapat membuat user atau pengguna puas.[1][2]. Banyak model yang telah dikembangkan untuk membantu proses pengembangan perangkat lunak. Model-model ini pada umumnya mengacu pada model proses pengembangan sistem yang disebut *System Development Life Cycle (SDLC)*.

Salah satu strategi yang sering dipakai sebagai *model proses* atau *paradigma rekayasa perangkat lunak* yaitu dengan menggunakan model *waterfall* yang dikembangkan sejak tahun 1970-an. Model *waterfall* merupakan pendekatan perangkat lunak yang sistematis dan sekuensial yang dimulai dari tahap analisis, desain, kode, pengujian, dan pemeliharaan. Model *waterfall* juga dikenal sebagai *Linear Sequential* atau *classic life cycle*, model ini mempunyai keterbatasan yang mengakomodasi persyaratan (*requirement*) berubah

Sistem pendukung keputusan mempunyai karakteristik dan kapabilitas yang bersifat adaptif, efektif, interaktif, *easy to use* dan fleksibel. [3]. Sistem pendukung keputusan yang dikembangkan adalah sistem pendukung keputusan *multi attribute* menggunakan metode *Analytic Network Process (ANP)*. Sistem pendukung keputusan ini tergolong proyek yang kecil sehingga waterfall dipilih sebagai pendekatan yang digunakan untuk membangun sistem ini. Model ini menggunakan pendekatan secara sistematis danurut mulai dari level kebutuhan sistem menuju ke tahap analisis, desain, coding, testing/verifikasi dan pemeliharaan. [4][5].

Teknik kebutuhan perangkat lunak atau sering juga disebut analisis kebutuhan perangkat lunak (*requirements analysis*) mencakup kegiatan dalam menentukan kebutuhan-kebutuhan atau kondisi yang harus dipenuhi untuk suatu produk baru atau yang akan diganti, dengan mempertimbangkan kemungkinan terjadinya konflik kebutuhan dari berbagai macam stakeholder [6]. Analisis kebutuhan

mempunyai peran penting dalam kesuksesan suatu proyek perangkat lunak. Kebutuhan harus terdokumentasi, dapat ditindaklanjuti (*actionable*), dapat diukur (*measurable*), dapat diuji, memiliki kaitan dengan kebutuhan dan peluang bisnis, serta memiliki tingkat kerincian yang cukup untuk perancangan sistem. Kebutuhan perangkat lunak dapat berupa kebutuhan fungsional dan non fungsional. Teknik kebutuhan perangkat lunak meliputi 3 tahap, yaitu *elicitation* (pengumpulan informasi), *specification* (spesifikasi) dan *validation* (validasi).

2. METODE PENELITIAN

Pembahasan metodologi yang digunakan pada penelitian ini meliputi model proses pengembangan perangkat lunak dan metode pengambilan keputusan beratribut banyak (*Multi-Attribute Decision Making*) yaitu *Analytic Network Process* (ANP).

3.1. Proses Pengembangan Perangkat Lunak

Dalam membangun suatu sistem (perangkat lunak) harus mempertimbangkan beberapa hal terkait dengan kebutuhan dan pengembangan sistem tersebut. Sistem Pendukung Keputusan yang akan dibangun menggunakan model pengembangan *waterfall* (air terjun). Model ini dipilih dengan alasan untuk membangun sistem ini dibutuhkan beberapa tahap yang berbeda yang diawali dengan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi dan pengujian sistem.

a. Analisis Kebutuhan Sistem

Pada analisis kebutuhan sistem membahas beberapa kebutuhan dan atau persyaratan terkait dengan *input*, proses dan *output*. Kebutuhan atau persyaratan ini diperoleh berdasarkan hasil wawancara dengan para *expert* di suatu bidang. Berdasarkan hasil wawancara terkait dengan Sistem Pendukung Keputusan diperoleh hasil analisis kebutuhan sistem yang disesuaikan dengan kebutuhan data yang digunakan untuk proses pengambilan keputusan dengan menggunakan metode ANP adalah sebagai berikut :

1) Kebutuhan *Input*

Sistem yang akan dibangun membutuhkan beberapa data *input*, antara lain:

- a) Data alternatif
- b) Data pembobotan kriteria dan sub kriteria

2) Kebutuhan Proses

Beberapa proses dibutuhkan untuk mengolah data input menjadi output yang berupa informasi yang diharapkan. Beberapa proses tersebut adalah proses yang terangkum dalam metode ANP.

3) Kebutuhan *Output*

Output yang diharapkan berupa informasi nilai yang dapat dipertimbangkan oleh pihak pengambil keputusan.

b. Desain

Proses perancangan/desain meliputi penyusunan blok-blok program untuk memudahkan pada saat penulisan program (*coding*) dan perancangan antar muka (*user interface*) untuk keperluan interaksi sistem dengan pengguna (*user*). Secara umum desain perangkat lunak mempertimbangkan dari segi pengguna, yaitu : tampilan antar muka dan proses perhitungan/komputasi dengan benar.

c. *Coding*

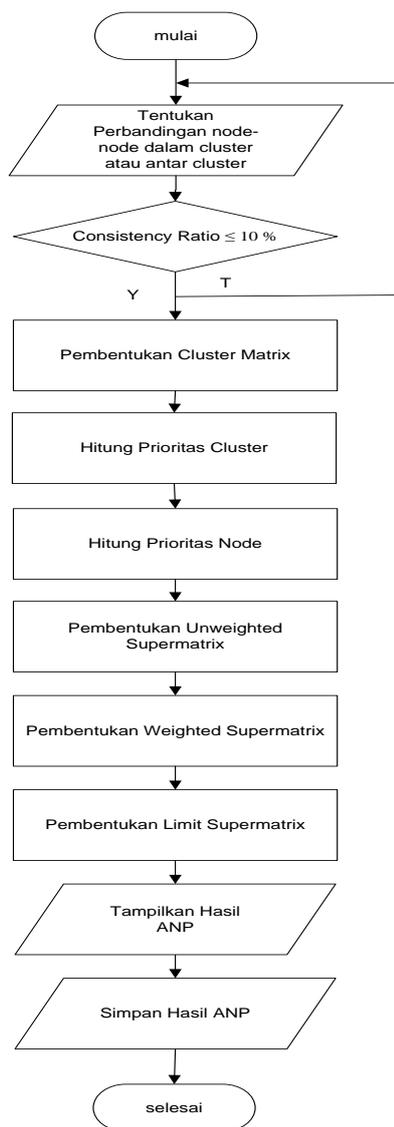
Proses penulisan program dilakukan secara modular sesuai dengan pembagian blok-blok program pada langkah perancangan/desain.

d. *Testing*

Proses pengujian meliputi : data kriteria dan subkriteria serta data perbandingan berpasangan sebagai masukan (*input*) pada Sistem Pendukung Keputusan sehingga menghasilkan nilai akhir sebagai pertimbangan pengambilan keputusan.

3.2. Metode *Analytic Network Process* (ANP)

Multiple Attribute Decision Making (MADM) merupakan suatu metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan beberapa kriteria tertentu. Proses MADM dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu penyusunan komponen situasi, analisis dan sintesis informasi. Pada penyusunan komponen akan dibentuk identifikasi alternatif dan spesifikasi tujuan, kriteria dan atribut[7]. Metode yang digunakan untuk memecahkan masalah MADM salah satunya adalah *Analytic Network Process* (ANP). Metode ANP merupakan pengembangan dari metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang mampu mengakomodasi adanya saling keterkaitan dalam bentuk interaksi dan umpan balik dari elemen-elemen atau *node* di dalam *cluster* (*inner dependence*) atau antar *cluster* (*outer dependence*). Dalam ANP, cluster-cluster yang disusun dalam struktur diberikan skala kepentingan yang direpresentasikan dalam bentuk angka berdasarkan Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan (*Pairwise Comparison*) dari Saaty.[8][9]. Untuk memperjelas gambaran tentang metode ANP, dapat dilihat pada *flowchart* (gambar 1).



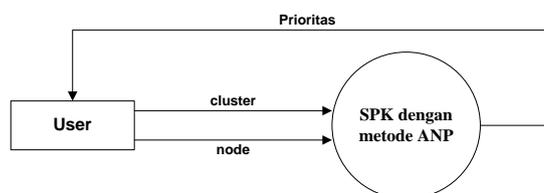
Gambar 1. Flowchart Metode ANP

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah kebutuhan-kebutuhan sistem terpenuhi langkah berikutnya adalah menjabarkan problem domain dan spesifikasi sistem tersebut ke dalam desain relasi dan prosesnya.

Perancangan Proses

Data Flow Diagram (DFD) adalah sebuah sebuah teknik grafis untuk menggambarkan bagaimana data diproses melalui sistem dalam bentuk *input* dan *output*. DFD dimulai dengan menggambarkan keseluruhan sistem dan dilanjutkan dengan merinci masing-masing area fungsi. Elemen-elemen yang menyusun suatu DFD terdiri dari agen eksternal, proses, aliran data dan data store. Simbol DFD yang digunakan dalam perancangan sistem ini menggunakan model De Marco/Yourdan.[10]. *DFD level 0* atau dikenal dengan *DFD level* konteks akan menggambarkan aliran data secara umum pada sistem di mana hanya ada satu proses pada *level* ini. *DFD level* konteks sistem dengan metode ANP ditunjukkan dalam gambar 1.

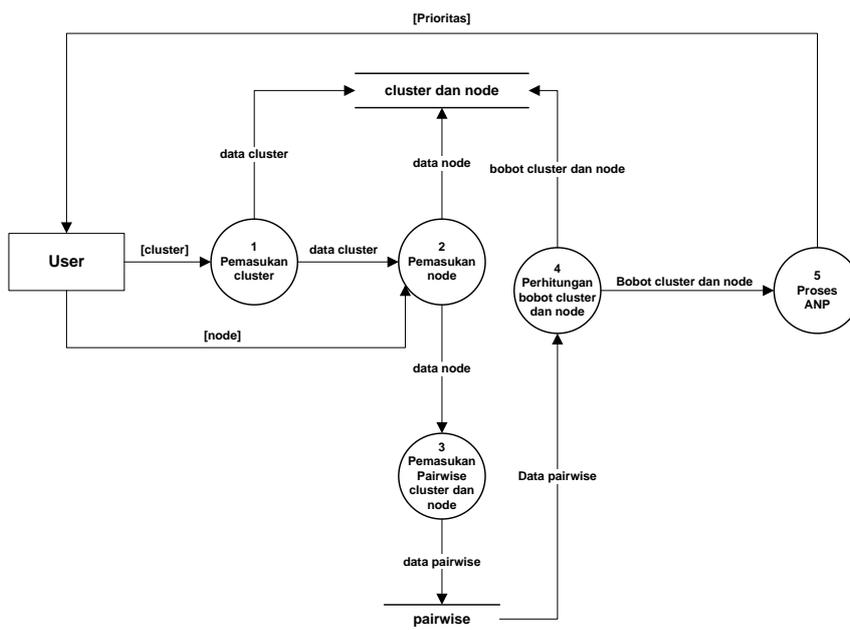


Gambar 2. Diagram Konteks SPK dengan Metode ANP

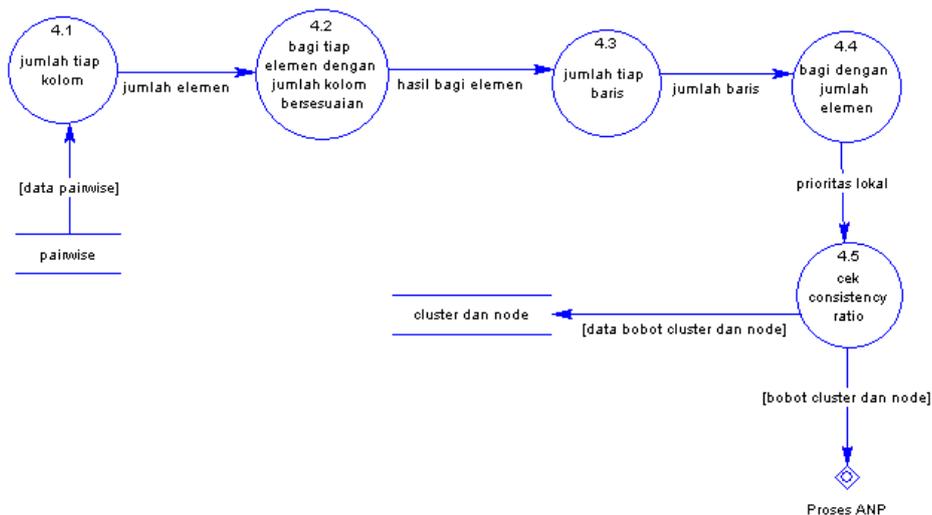
Pada diagram konteks terdapat sebuah entitas luar yaitu *user* yang sekaligus sebagai pengambil keputusan berinteraksi dengan sebuah proses yaitu Sistem Pendukung Keputusan. Proses inilah yang menggunakan metode ANP. Entitas *user* memasukkan *cluster* dan *node* kepada sistem. Entitas *user* sebagai pengambil keputusan menerima prioritas dari alternatif-alternatif yang ditawarkan oleh sistem sebagai bahan pertimbangan untuk pengambilan keputusan.

DFD level 0 dianalisa lebih dalam lagi untuk memperjelas dan menambah detail aliran data dan proses pada sistem. Hasil analisa tersebut menghasilkan *DFD level* berikutnya yaitu *DFD level 1*. Berikut adalah *DFD level 1* dari sistem dengan metode ANP yang ditunjukkan pada gambar 2.

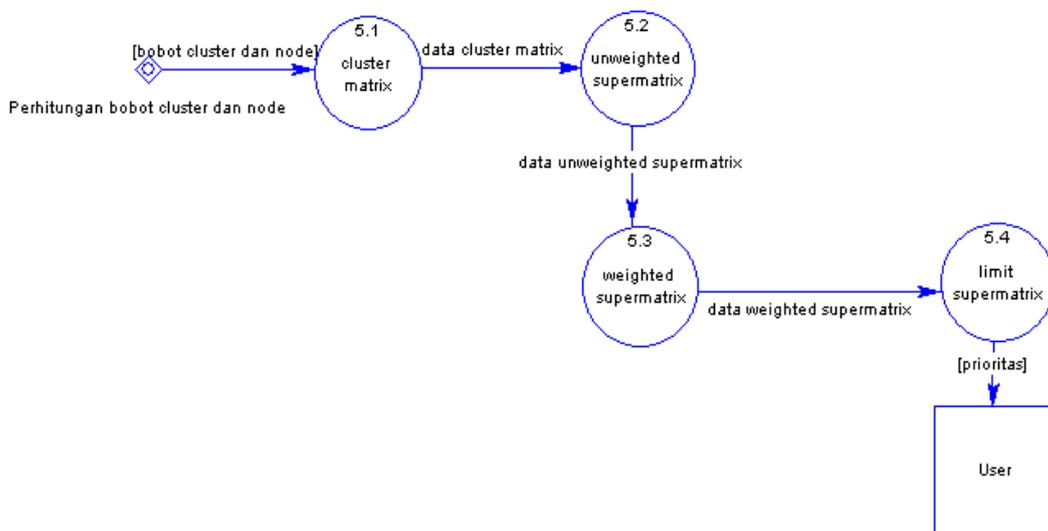
DFD level 1 dikembangkan lebih dalam lagi untuk memperjelas aliran data dan proses pada sistem. Pengembangan tersebut menghasilkan *DFD level* berikutnya yaitu *DFD level 2*. Berikut adalah *DFD level 2* dari sistem dengan metode ANP. Ada dua buah *DFD level 2* yang merupakan bentuk detail dari proses 4 (Perhitungan bobot *cluster* dan matrik) dan proses 5 (Proses ANP). Proses ANP yang dimaksud dalam proses 5 adalah pembentukan *unweighted supermatrix*, *weighted supermatrix* dan *limit supermatrix*. *DFD level 2* dari proses 4 dapat dilihat pada gambar 3. dan *DFD level 2* dari proses 5 dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 3. DFD Level 1 SPK dengan Metode ANP



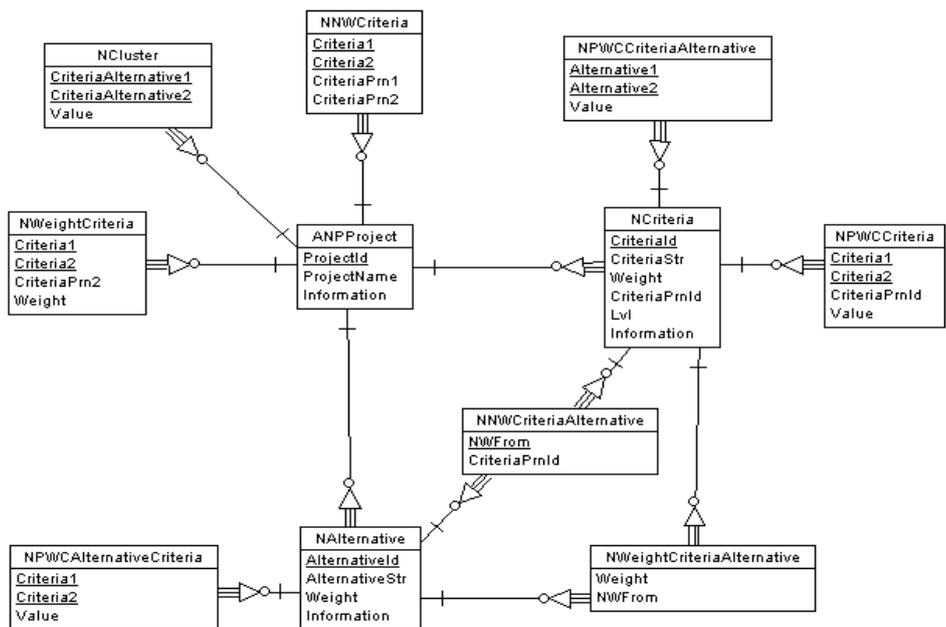
Gambar 4. DFD Level 2 Proses Perhitungan Bobot Cluster dan Node



Gambar 5. DFD Level 2 Proses ANP

Kebutuhan Data

Entity Relationship Diagram dari sistem pendukung keputusan multi attribute dengan metode ANP dapat dilihat pada gambar 5. Dari Entity Relationship Diagram yang telah dibuat pada gambar 5, tampak ada berbagai macam hubungan antar entitas yang ada pada sistem yang akan dibangun.



Gambar 6. ERD dari Sistem

Dari ERD di atas maka akan dirancang tabel-tabel yang akan digunakan dalam sistem pendukung keputusan dengan metode ANP. Rancangan tabel tersebut adalah :

1. Tabel ANPProject

Digunakan untuk menyimpan *project-project* ANP. Susunan tabel ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel ANP Project

No	Nama	Type
1	<i>ProjectId</i>	<i>Integer</i>
2	<i>ProjectName</i>	<i>Variable character (50)</i>
3	<i>Information</i>	<i>Variable character (255)</i>

2. Tabel NAlternative

Digunakan untuk menyimpan alternatif-alternatif yang dimasukkan oleh *user* ke dalam sistem. Tabel ini juga digunakan untuk menyimpan bobot dari alternatif-alternatif. Susunan dari tabel ini terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel NAlternative

No	Nama	Type
1	<i>AlternativeId</i>	<i>Integer</i>
2	<i>AlternativeStr</i>	<i>Integer</i>
3	<i>Weight</i>	<i>Short float</i>
4	<i>Information</i>	<i>Varchar (255)</i>

3. Tabel NCriteria

Digunakan untuk menyimpan keterkaitan (*dependencies*) antara *node-node* dalam satu *cluster* (*inner dependencies*) atau antar *cluster* (*outer dependencies*). Susunan yang terjadi ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Tabel *NCriteria*

No	Nama	Type
. 1	<i>CriteriaId</i>	<i>Varchar (12)</i>
2	<i>CriteriaStr</i>	<i>Varchar (50)</i>
3	<i>Weight</i>	<i>Short float</i>
4	<i>CriteriaPrnId</i>	<i>Varchar (12)</i>
5	<i>Lvl</i>	<i>Integer</i>
6	<i>Information</i>	<i>Varchar (255)</i>

4. Tabel *NNWCCriteria*

Digunakan untuk menyimpan keterkaitan (*dependencies*) antara *node-node*. Susunan dari tabel ini ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Tabel *NNWCCriteria*

No	Nama	Type
. 1	<i>Criteria1</i>	<i>Character (12)</i>
2	<i>Criteria2</i>	<i>Character (12)</i>
3	<i>CriteriaPrn1</i>	<i>Character (12)</i>
4	<i>CriteriaPrn2</i>	<i>Character (12)</i>

5. Tabel *NPWCCriteria*

Digunakan untuk menyimpan nilai perbandingan berpasangan dari *node-node*. Susunan dari tabel ini ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Tabel *NPWCCriteria*

No	Nama	Type
. 1	<i>Criteria1</i>	<i>Character (12)</i>
2	<i>Criteria2</i>	<i>Character (12)</i>
3	<i>CriteriaPrn1</i>	<i>Character (12)</i>
4	<i>Value</i>	<i>Short float</i>

6. Tabel *NWeightCriteria*

Tabel ini digunakan untuk menyimpan bobot perbandingan berpasangan dari *node-node* yang merupakan hasil perhitungan. Susunan dari tabel ini ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Tabel *NWeightCriteria*

No	Nama	Type
. 1	<i>Criteria1</i>	<i>Character (12)</i>
2	<i>Criteria2</i>	<i>Character (12)</i>
3	<i>CriteriaPrn2</i>	<i>Character (12)</i>
4	<i>Weight</i>	<i>Short float</i>

7. Tabel *NNWCCriteriaAlternative*.

Tabel ini digunakan untuk menyimpan keterkaitan (*dependencies*) alternatif-alternatif dengan *node* tertentu. Susunan dari tabel ini ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Tabel *NNWCCriteriaAlternative*

No	Nama	Type
1	<i>NWFrom</i>	<i>Character (1)</i>
2	<i>CriteriaPrnId</i>	<i>Varchar (12)</i>

8. Tabel *NPWCCriteriaAlternative*

Tabel ini digunakan untuk menyimpan nilai perbandingan berpasangan antara alternatif-alternatif terhadap *node* tertentu. Susunan dari tabel ini ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Tabel *NPWCCriteriaAlternative*

No	Nama	Type
1	<i>Alternative1</i>	<i>Integer</i>
2	<i>Alternative2</i>	<i>Integer</i>
3	<i>Value</i>	<i>Short float</i>

9. Tabel *NWeightCriteriaAlternative*

Tabel ini digunakan untuk menyimpan bobot perbandingan berpasangan dari alternatif-alternatif terhadap *node* tertentu yang merupakan hasil perhitungan. Susunan dari tabel ini ditunjukkan pada tabel 9.

Tabel 9. Tabel *NWeightCriteriaAlternative*

No	Nama	Type
1	<i>Weight</i>	<i>Short float</i>
2	<i>NWFrom</i>	<i>Character (1)</i>

10. Tabel *NPWCAlternativeCriteria*

Tabel ini digunakan untuk menyimpan nilai perbandingan berpasangan antara *node-node* terhadap alternatif tertentu. Susunan dari tabel ini ditunjukkan pada tabel 10.

Tabel 10. Tabel *NPWCAlternativeCriteria*

No	Nama	Type
1	<i>Criteria1</i>	<i>Character (12)</i>
2	<i>Criteria2</i>	<i>Character (12)</i>
3	<i>Value</i>	<i>Short float</i>

11. Tabel *NCluster*

Tabel ini digunakan untuk menyimpan nilai-nilai pada *cluster matrix*. Susunan dari tabel ini ditunjukkan pada tabel 11.

Tabel 11. Tabel *NCluster*

No	Nama	Type
1	<i>CriteriaAlternative1</i>	<i>Character (12)</i>
2	<i>CriteriaAlternative2</i>	<i>Character (12)</i>
3	<i>Value</i>	<i>Short float</i>

a. Perancangan Form Sub Menu ANP

- Perancangan *Form Project ANP*

Form Project AHP menyediakan masukan untuk *project* atau kasus yang akan diselesaikan dengan metode AHP beserta informasi atau penjelasan mengenai *project* tersebut. Dalam form ini terdapat tombol *add*, *edit* dan *delete*. *Form* ini dapat dilihat pada gambar 6.

ANP Project		
Choose	Project	Information
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		

Gambar 6. Perancangan *Form Project ANP*

- Perancangan *Form Alternative ANP*

Form Alternative ANP ini merupakan tempat memasukkan alternatif-alternatif dalam ANP beserta informasi-informasi mengenai alternatif tersebut. *Form* ini dilengkapi tombol untuk menambah, mengedit dan menghapus alternatif serta tombol untuk masuk ke proses *network cluster* dan ditunjukkan pada gambar 7.

ANP Alternative		
Alternative	Weight	Information

Gambar 7. Perancangan *Form Alternative ANP*

- Perancangan *Form Network Alternative ANP*

Form Form Network Alternative ini digunakan untuk menyusun *network* yang terdiri dari *cluster-cluster* dan *node-node*. *Form* ini dilengkapi tombol *save* dan *edit*. Selain itu terdapat pula tombol *cluster pairwise comparison* untuk masuk ke proses perbandingan berpasangan. *Form* ini ditunjukkan pada gambar 8.

ANP Network Alternative dan Criteria		
Choose	Cluster	Information
<input type="checkbox"/>	Cluster1	
<input type="checkbox"/>	Node1	
<input type="checkbox"/>	Node2	
<input type="checkbox"/>	Node...n	
<input type="checkbox"/>	Cluster...n	

Gambar 8. Perancangan *form network alternative dan criteria ANP*

- Perancangan *Form Alternative and Criteria Pairwise Comparison*

Form ini digunakan untuk mengisi perbandingan berpasangan antar alternatif dengan *node-node* dalam *network*. *Form* ini dilengkapi tombol *process* dan *edit*. Apabila tombol *process*

diaktifkan maka hasilnya akan ditampilkan pada *form result*. *Form Network Alternative ANP* ditunjukkan pada gambar 9.

ANP Alternative&Cluster Pairwise Comparison – Alternative				
	Node1	Node2	Node3	Node...n
Node1	1			
Node2		1		
Node3			1	
Node...n				1

Process Edit

Result

Gambar 9. Perancangan *form alternative and cluster pairwise comparison*

- Perancangan *Form Criteria ANP*

Form ini berisi *network* lengkap beserta informasi jika diperlukan. Dalam *form* ini terdapat tombol *network cluster* dan tombol *network alternative*. Tombol *network cluster* digunakan untuk membuat *inner dan outer dependencies* antar *cluster*. Tombol *network alternative* digunakan untuk membuat keterkaitan *alternative* dengan *cluster-cluster* lain. *Form* ini ditunjukkan pada gambar 10. dan dilengkapi dengan tombol *add, edit* dan *delete*.

Cluster	Weight	Information
Goal		
Cluster1		
Node1		
Node2		
Node...n		
Cluster...n		

Network Cluster
Network Alternative

Add Edit Delete

Gambar 10. Perancangan *form criteria ANP*

- Perancangan *Form Network Cluster ANP*

Jika tombol *network cluster* diaktifkan pada *form* sebelum ini maka akan muncul *form network cluster*. *Form* ini merupakan tempat untuk merancang *network* yang berupa keterkaitan antar *node* dalam satu *cluster* maupun antar *cluster*. Setelah menjadi *network* lengkap maka tombol *cluster pairwise comparison* yang ada di *form* diaktifkan.

Choose	Cluster	Information
<input type="checkbox"/>	Cluster1	
<input type="checkbox"/>	Node1	
<input type="checkbox"/>	Node2	
<input type="checkbox"/>	Node...n	
<input type="checkbox"/>	Cluster...n	

Cluster Pairwise Comparison

Save Edit

Gambar 11. Perancangan *form network cluster ANP*

- Perancangan *Network Alternative ANP*

Form ini digunakan untuk merancang keterkaitan antara *node-node* dalam *cluster alternative* dengan *node-node* pada *cluster* yang lain dan ditunjukkan pada gambar 12. Pada *form* ini

terdapat tombol *alternative pairwise comparison* untuk memasukkan nilai perbandingan berpasangan antar *node-node* yang telah terbentuk. Selain itu terdapat tombol *save* dan *edit*.

- Perancangan *Alternative Pairwise Comparison ANP*

Form ini digunakan untuk memasukkan nilai perbandingan berpasangan. Jika tombol *process* diaktifkan maka proses penghitungan berjalan dan hasil perhitungan akan ditampilkan di blok *result*. *Form Alternative Pairwise Comparison ANP* ditunjukkan pada gambar 13.

Choose	Alternative
<input type="checkbox"/>	Alternative1
<input type="checkbox"/>	Alternative2
<input type="checkbox"/>	Alternative3
<input type="checkbox"/>	Alternative...n

Alternative Pairwise Comparison

Save Edit

Gambar 12. Perancangan *form network alternative ANP*

	Alternative1	Alternative2	Alternative3	Alternative...n
Alternative1	1			
Alternative2		1		
Alternative3			1	
Alternative...n				1

Process Edit

Result

Gambar 13. Perancangan *form alternative pairwise comparison ANP*

- Perancangan *Form Cluster ANP*

Form ini digunakan untuk membuat keterkaitan antar *cluster* atau komponen dari *cluster matrix*. Tombol *generate* untuk membangkitkan *cluster-cluster*. Tombol *Cluster PWC* untuk membuat perbandingan berpasangan dari *cluster-cluster* yang telah dibuat. *Form Cluster ANP* ditunjukkan pada gambar 14.

Cluster

Generate

Cluster PWC

Gambar 14. Perancangan *Form Cluster ANP*

- Perancangan *Cluster Pairwise Comparison ANP*

Setelah keterkaitan antar *cluster* terbentuk maka dilakukan perbandingan berpasangan terhadap keterkaitan masing-masing *cluster*. Setelah diisi perbandingan berpasangan kemudian aktifkan

tombol *save*. Tombol *delete* digunakan untuk menghapus perbandingan berpasangan. Form *Cluster Pairwise Comparison ANP* ditunjukkan pada gambar 15.

Cluster		

Save Delete Exit

Gambar 15. Form Cluster Pairwise Comparison ANP

- Perancangan Form Supermatrix ANP

Form *supermatrix* digunakan untuk mendapatkan hasil akhir yang berupa *Limit Supermatrix*. Form ini dilengkapi dengan tombol *refresh* dan tombol *multiply*. Tombol *multiply* untuk mengalikan *supermatrix* menjadi *limit supermatrix*. Form ini ditunjukkan pada gambar 16.

	Node1	Node2	Node3	Node4	Node..n
Node1					
Node2					
Node3					
Node4					
Node..n					

Refresh Unweighted Multiply

Gambar 16. Perancangan form supermatrix ANP

4. KESIMPULAN

Model *waterfall* yang diusulkan dapat menghasilkan sebuah analisis kebutuhan atau persyaratan untuk menentukan atau memberikan gambaran umum bagi pengguna agar dapat membantu atau mendukung pencapaian sasaran pembuatan sistem yang meliputi kebutuhan data dan informasi, kebutuhan proses dan fungsi dan kebutuhan antarmuka atau *interface*.

Model *waterfall* diterapkan dalam perencanaan sistem pendukung keputusan multi attribute menggunakan metode *Analytic Network Process (ANP)*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Stephen R. Schach, 2005, *Object-Oriented and Classical Software Engineering, Sixth Edition McGraw-Hill*, New York.
- [2] SR Singh, 2007, *Information System Management*, APH Publishing Corporation, New Delhi.
- [3] Turban, E., Aronson, J.E, 2005, *Decision Support Systems and Intelligent Systems*, Edisi 7, Andi.
- [4] Sun, Zhaohao, 2004, *A Waterfall Model for Knowledge Management and Experience Management*, Proceedings of the Fourth International Conference on Hybrid Intelligent Systems (HIS'04), IEEE Computer Society.
- [5] Chatterjee, Shoma, 2008, *Software Engineering Practice in Computer Science Courses, 19th Australian Conference on Software Engineering*, IEEE Computer Society.
- [6] Britton, Carol; Jill Doake, 2001, *Object-Oriented Systems Development*, McGraw-Hill.
- [7] Kusumadewi. S, Hartati S, Harjoko A, Wardoyo R, 2006, *Fuzzy Multi Attribute Decision Making*, Graha Ilmu.

-
- [8] Saaty, T.L, 2004, *Decision Making – The Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP)*, Journal of Systems Science and Systems Engineering, Vol.13, No.1.
- [9] Jharkharia S, dkk, 2005, *Selection of Logistic Provider : An Analytic Network Process (ANP) Approach*, Elsevier.
- [10] Whitten, Jeffery L., Bentley, Lonnie D., Dittman, Kevin C., 2004, *System Analysis and Design Methods*, McGraw-Hill.