

Wiji Setiyaningsih, M.Kom. memperoleh gelar Magister Teknologi Informasi dari Program Pascasarjana Teknologi Informasi Sekolah Tinggi Teknik Surabaya (STTS) pada tahun 2011. Sebelumnya ia memperoleh gelar Sarjana Teknik Informatika & Komputer dari Sekolah Tinggi Informatika & Komputer Indonesia (STIKI) Malang pada tahun 2004. Ia merupakan dosen Sistem Informasi di Universitas Kanjuruhan Malang, yang mengampuh matakuliah Sistem Pendukung Keputusan, Data Mining, dan Database. Berbagi riset ia lakukan juga pada bidang Sistem Pendukung Keputusan, Data Mining, dan Database, serta Interaksi Manusia & Komputer.

9786021491621

KONSEP SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN

KONSEP SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN

Wiji Setiyaningsih, M.Kom

KONSEP SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN

© Yayasan Edelweis
All right reserved

Penulis:
Wiji Setiyaningsih, M.Kom

Desain:
Hadi Miqdad Arosyid, S.Sn

Editor:
Eko Fachtur Rochman M.Kom

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan

ISBN:
Cetakan 1 , Juli 2015

Penerbit:
Yayasan Edelweis

Jl. Karangduren Gang 10 (Perum Citra Graha

Residence Blok B7) Pakisaji Kab. Malang Kode pos 65162

085746643730

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohiim… Syukur Alhamdulilah kepada Allah SWT atas limpahan rahmat-Nya sehingga buku **Konsep Sistem Pendukung Keputusan** ini dapat terselesaikan. Buku ini ditulis dengan baik atas dukungan dan partisipasi berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengungkapan rasa terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung, terlebih My Lovely Family ~  pi, kakak, n te cipiet~.

Buku ini memaparkan konsep dasar dari sistem pendukung keputusan disertai contoh kasus model penyelesaiannya yang dikutip dari berbagai riset dan berbagai jurnal/paper penelitian. Harapan penulis, buku ini dapat memberikan tuntunan secara konseptual yang praktis, baik bagi praktisi maupun mahasiswa dalam memahami sistem pendukung keputusan. Buku ini dapat digunakan sebagai buku pegangan pengajar, baik yang ada di jurusan Manajemen Informatika, Sistem Informasi, Teknik Informatika, Teknologi Informasi, maupun Ilmu Komputer.

Penulis menyadari bahwa konten maupun cara penyampaian dalalm buku ini masih kurang sempurna. Untuk itu, diharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari para pembaca, sehingga buku ini dapat dikembangkan menjadi lebih baik.

Terima kasih ☺

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar ……iii
Daftar isi ……v
1 Konsep Dasar Sistem Pendukung Keputusan ……1
2 Metode Sistem Pakar ……21
3 Metode Regresi Linier ……31
4 Metode Benefit Cost (B/C) Ratio ……41
5 Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) ……51
6 Metode IRR dan NPV ……61
7 Metode FMADM dan SAW ……81

Daftar Pustaka

KONSEP DASAR SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN



Pengertian Sistem

Terdapat banyak pengertian tentang sistem, tetapi dari asal kata "sistem" maka dapat diperoleh sedikit gambaran tentang apa itu sistem. Kata "sistem" berasal dari bahasa Yunani yaitu *systema* yang berarti kesatuan, yakni keseluruhan bagian-bagian yang mempunyai hubungan satu dengan yang lainnya.

Menurut Henry C. Lucas Jr, sistem adalah suatu komponen atau variabel yang terorganisasi, saling bergantung satu sama lain dan terpadu. Menurut Gordon B. Davis, sebuah sistem terdiri dari bagian-bagian yang saling berkaitan yang beroperasi bersama-sama untuk mencapai beberapa sasaran tujuan. Sedangkan menurut Jogiyanto, sistem adalah kumpulan elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

Dari definisi di atas, dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa sistem adalah kumpulan semua unsur yang ada dalam suatu lingkup permasalahan yang saling berintegrasi, sehingga setiap informasi yang ada akan dapat dimanfaatkan oleh pihak-pihak yang ada dalam lingkup permasalahan untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

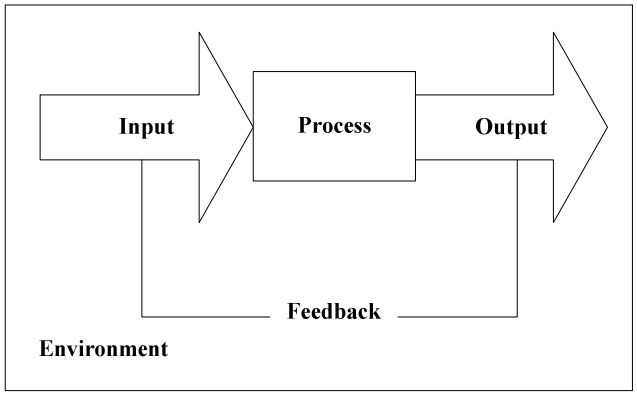
Menurut Gordon B. Davis sistem mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- **Tujuan**: sistem harus mempunyai tujuan, sehingga segala aktivitasnya terarah pada satu tujuan yang pasti.
- **Kesatuan**: sistem merupakan suatu kesatuan yang bulat dan utuh. Suatu sistem akan menghasilkan nilai lebih dalam satu kesatuan dibandingkan jika bagian-bagiannya berjalan sendiri-sendiri. Dan suatu sistem akan kehilangan nilai serta fungsinya jika ada bagiannya yang tidak berfungsi.

- **Keterkaitan**: setiap bagian dari suatu sistem saling terkait satu sama lainnya dan memiliki ketergantungan antara satu dengan lainnya.
- **Keterbukaan**: sistem pasti memiliki batasan-batasan, dan pasti berinteraksi dengan sistem yang lebih luas yang berada di luar dirinya. Sistem lebih luas yang berada di luar sistem, di sebut lingkungan. Esensinya adalah sistem bekerja melalui lingkungan dan bekerja terhadap lingkungan. Jika ada sistem yang tertutup, maka sebenarnya sistem itu gagal berhubungan dengan lingkungannya.
- **Transformasi**: sistem harus melakukan kegiatan dalam upayanya mencapai tujuan. Dalam kegiatan itu, sistem pasti memerlukan input yang kemudian ditransformasikan menjadi suatu bentuk keluaran sesuai dengan tujuan sistem.
- **Mekanisme Pengendalian**: untuk menjaga agar sistem selalu berjalan sesuai dengan tujuan, maka harus ada mekanisme pengendalian yang menjaga arah dari suatu sistem.

Struktur Sistem

Sistem secara umum dibagi atas 3 bagian yaitu masukan (*input*), proses (*process*) dan keluaran (*output*). Ketiga bagian dasar pembentuk sistem ini akan dikelilingi oleh suatu lingkungan (*environment*). Selain itu, biasanya suatu sistem akan dirancang dengan memasukkan unsur umpan balik (*feedback*). Bagan dari sistem dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Bagan Sistem

1. Masukkan (*Input*) merupakan bagian awal sistem yang meliputi semua hal yang dijadikan masukan atau masuk ke dalam sistem tersebut.
2. Proses (*Process*) merupakan suatu pekerjaan yang menstransformasikan masukan menjadi keluaran.
3. Keluaran (*Output*) adalah produk jadi atau hasil dari pengolahan masukan oleh proses.
4. Lingkungan (*Environment*) adalah tempat dimana sistem tersebut berada atau diletakkan. Yang termasuk lingkungan adalah semua elemen yang berada di luar sistem yang mempengaruhi dan dipengaruhi oleh sistem tersebut.
5. Umpan Balik (*Feedback*) adalah suatu sensor yang berguna untuk mencegah timbulnya keluaran yang tidak sesuai dengan yang diinginkan atau memberikan informasi bila hal ini terjadi.

Pengertian Keputusan

Literatur manajemen menyatakan bahwa suatu keputusan adalah penentuan suatu pilihan. Ada yang menyatakan keputusan sebagai pilihan tentang suatu bagian tindakan atau di sebut *course of action*. Sedangkan menurut Daihani, keputusan adalah suatu pilihan dari strategi tindakan atau di sebut *strategy for action*.

Melengkapi pendapat para ahli di atas, Daihani menambahkan kata alternatif dalam definisinya. Selengkapnya kedua ahli tersebut merumuskan bahwa :

- Keputusan adalah suatu pilihan yang mengarah kepada tujuan yang diinginkan (*to a certain desired objective*).
- Keputusan adalah aktivitas pemilihan tindakan dari sekumpulan alternatif untuk memecahkan suatu masalah.

Menurut Hasan, keputusan adalah hasil pemecahan masalah yang harus dapat menjawab pertanyaan tentang apa yang dibicarakan dalam perencanaan. Keputusan dapat berupa tindakan terhadap pelaksanaan yang sangat menyimpang dari rencana semula.

Menurut Agustina, keputusan adalah pilihan di antara alternatif-alternatif. Definisi ini mengandung tiga pengertian, yaitu adalah pilihan atas dasar logika atau pertimbangan, ada beberapa alternatif yang harus dipilih dari salah satu yang terbaik, dan ada tujuan yang ingin dicapai dan keputusan itu makin mendekatkan pada tujuan tersebut.

Dari pengertian-pengertian di atas, dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa keputusan merupakan suatu pemecahan masalah yang dilakukan melalui satu pemilihan dari beberapa alternatif.

Macam-macam Keputusan

Menurut Kendall terdapat tiga macam keputusan, yang biasanya dibayangkan oleh banyak orang bahwa keputusan sebagai keputusan-keputusan yang sudah ada dalam suatu deretan langkah dari terstruktur ke tidak terstruktur.

1. Keputusan terstruktur adalah suatu keputusan di mana semua atau sebagian besar dari variabel-variabel yang ada diketahui dan bisa diprogram secara total. Keputusan yang terstruktur bersifat rutin dan memerlukan sedikit pendapat manusia begitu variabel-variabel tersebut diprogram.
2. Keputusan tidak terstruktur adalah keputusan yang tetap resistan terhadap komputerisasi dan tergantung sepenuhnya pada intuisi.
3. Keputusan semi terstruktur adalah keputusan yang bisa diprogramkan sebagian namun masih memerlukan pendapat manusia.

Definisi dan Karakteristik *Sistem Pendukung Keputusan* (SPK)

Konsep *Sistem Pendukung Keputusan* pertama kali dinyatakan oleh Michael S. Scott Morton pada tahun 1970 dengan istilah "*Management Decision System*". Setelah pernyataan tersebut, beberapa perusahaan dan perguruan tinggi melakukan riset dan mengembangkan konsep *Sistem Pendukung Keputusan*. Pada dasarnya SPK dirancang untuk mendukung seluruh tahap pengambilan keputusan mulai dari mengidentifikasi masalah,

memilih data yang relevan, menentukan pendekatan yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan, sampai mengevaluasi pemilihan alternatif.

Ada berbagai pendapatan mengenai SPK, antara lain disebutkan di bawah ini:

1. Menurut Scott, SPK merupakan suatu sistem interaktif berbasis komputer, yang membantu pengambil keputusan melalui penggunaan data dan model-model keputusan untuk memecahkan masalah-masalah yang sifatnya semi terstruktur dan tidak terstruktur, yang intinya mempertinggi efektifitas pengambil keputusan.
2. Menurut Alavi and Napier, SPK merupakan suatu kumpulan prosedur pemrosesan data dan informasi yang berorientasi pada penggunaan model untuk menghasilkan berbagai jawaban yang dapat membantu manajemen dalam pengambilan keputusan. Sistem ini harus sederhana, mudah dan adaptif.
3. Menurut Little, SPK adalah suatu sistem informasi berbasis komputer yang menghasilkan berbagai alternatif keputusan untuk membantu manajemen dalam menangani berbagai permasalahan yang semi terstruktur ataupun tidak terstruktur dengan menggunakan data dan model.
4. Menurut Sparague and Carlson, SPK adalah sistem komputer yang bersifat mendukung dan bukan mengambil alih suatu pengambilan keputusan untuk masalah-masalah semi terstruktur dan tidak terstruktur dengan menggunakan data dan model.
5. Sedangkan menurut Al-Hamdany, SPK adalah sistem informasi interaktif yang mendukung proses pembuatan keputusan melalui presentasi informasi yang dirancang secara spesifik untuk pendekatan penyelesaian masalah dan kebutuhan-kebutuhan aplikasi para pembuat keputusan, serta tidak membuat keputusan untuk pengguna.

Dari berbagai definisi di atas dapat disimpulkan bahwa SPK adalah suatu sistem informasi yang spesifik yang ditujukan untuk membantu manajemen dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan persoalan

yang bersifat semi terstruktur secara efektif dan efisien, serta tidak menggantikan fungsi pengambil keputusan dalam membuat keputusan.

Karena SPK merupakan suatu pendukung pengambilan keputusan dengan menggunakan berbagai informasi yang ada, maka Raymond McLeod Jr. memasukkan SPK sebagai bagian dari *Management Information System* dan mendefinisikan SPK sebagai sistem penghasil informasi spesifik yang ditujukan untuk memecahkan suatu masalah tertentu yang harus dipecahkan oleh manajer pada berbagai tingkatan. Menurut Laudon meskipun SPK merupakan bagian dari MIS, namun terdapat perbedaan di antara keduanya. Perbedaan utamanya yaitu:

- MIS menghasilkan informasi yang lebih bersifat rutin dan terprogram.
- SPK lebih dikaitkan dengan proses pengambilan keputusan yang spesisfik.

Selain perbedaan di atas, menurut Turban beberapa karakteristik SPK yang membedakan dengan sistem informasi lainnya adalah:

1. Berfungsi untuk membantu proses pengambilan keputusan untuk memecahkan masalah yang sifatnya semi terstruktur maupun tidak terstruktur.
2. Bekerja dengan melakukan kombinasi model-model dan teknik-teknik analisis dengan memasukkan data yang telah ada dan fungsi pencari informasi.
3. Dibuat dengan menggunakan bentuk yang memudahkan pemakai (*user friendly*) dengan berbagai instruksi yang interaktif sehingga tidak perlu seorang ahli komputer untuk menggunakannya.
4. Sedapat mungkin dibuat dengan fleksibilitas dan kemampuan adaptasi yang tinggi untuk menyesuaikan dengan berbagai perubahan dalam lingkungan dan kebutuhan pemakai.
5. Keunikannya terletak pada dimungkinkannya intuisi dan penilaian pribadi pengambil keputusan untuk turut dijadikan dasar pengambilan keputusan.

Kelebihan Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dapat memberikan beberapa keuntungan- keuntungan bagi pemakainya. Menurut Turban maupun McLeod keuntungan-keuntungan tersebut meliputi:

1. Memperluas kemampuan pengambil keputusan dalam memproses data/informasi untuk pengambilan keputusan.
2. Menghemat waktu yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah, terutama berbagai masalah yang sangat kompleks dan tidak terstruktur.
3. Menghasilkan solusi dengan lebih cepat dan hasilnya dapat diandalkan.
4. Mampu memberikan berbagai alternatif dalam pengambilan keputusan, meskipun seandainya SPK tidak mampu memecahkan masalah yang dihadapi oleh pengambil keputusan, namun dapat digunakan sebagai stimulan dalam memahami persoalan.
5. Memperkuat keyakinan pengambil keputusan terhadap keputusan yang diambilnya.
6. Memberikan keuntungan kompetitif bagi organisasi secara keseluruhan dengan penghematan waktu, tenaga dan biaya.

Kekurangan dari *Sistem Pendukung Keputusan* (SPK)

Walaupun dirancang dengan sangat teliti dan mempertimbangkan seluruh faktor yang ada, menurut Turban SPK mempunyai kelemahan atau keterbatasan, diantaranya yaitu:

1. Ada beberapa kemampuan manajemen dan bakat manusia yang tidak dapat dimodelkan, sehingga model yang ada dalam sistem tidak semuanya mencerminkan persoalan sebenarnya.
2. SPK terbatas untuk memberikan alternatif dari pengetahuan yang diberikan kepadanya (pengatahuan dasar serta model dasar) pada waktu perancangan program tersebut.
3. Proses-proses yang dapat dilakukan oleh SPK biasanya tergantung juga pada kemampuan perangkat lunak yang digunakan.

4. Harus selalu diadakan perubahan secara kontinyu untuk menyesuaikan dengan keadaan lingkungan yang terus berubah agar sistem tersebut *up to date*.
5. Bagaimanapun juga harus diingat bahwa SPK dirancang untuk membantu/mendukung pengambilan keputusan dengan mengolah informasi dan data yang diperlukan, dan bukan untuk mengambil alih pengambilan keputusan.

Tujuan *Sistem Pendukung Keputusan* (SPK)

Menurut Jopih secara global, dapat dikatakan bahwa tujuan dari SPK adalah untuk meningkatkan kemampuan para pengambil keputusan dengan memberikan alternatif-alternatif keputusan yang lebih banyak atau lebih baik dan membantu untuk merumuskan masalah dan keadaan yang dihadapi. Dengan demikian SPK dapat menghemat waktu, tenaga dan biaya. Jadi dapatlah dikatakan secara singkat bahwa tujuan SPK adalah untuk meningkatkan efektivitas (*do the right things*) dan efesiensi (*do the things right*) dalam pengambilan keputusan. Walaupun demikian, penekanan dari suatu SPK adalah pada peningkatan efektivitas dari pengambilan keputusan dari pada efisiensinya.

Tingkatan Teknologi Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Turban maupun Sparague and Watson menyatakan bahwa dalam merancang serta menggunakan SPK dikenal tiga tingkatan teknologi yang berupa perangkat keras (*hardware*) atau perangkat lunak (*software*). Tingkatan tersebut dipergunakan oleh orang-orang dengan kemampuan teknik yang berbeda, dan pada dasarnya bervariasi dalam cakupan tugas dimana mereka dapat diaplikasikan.

a. *Specific Decision Support System* (SDSS)

Specific Decision Support System (SDSS) adalah sistem yang ditujukan untuk membantu pemecahan serangkaian masalah dengan karakteristik yang spesifik. Melalui pengkombinasian model, basis data serta teknik representasi tertentu, sistem ini menghasilkan berbagai alternatif yang akan

memudahkan pengambil keputusan dalam melaksanakan tugasnya. Sistem ini pada hakikatnya, dapat juga digunakan untuk menjelaskan, memperkuat atau memberikan justifikasi terhadap suatu keputusan yang akan diambil oleh manajemen. Contoh dari SDSS ini adalah sistem interaktif grafik dalam evaluasi penjadwalan produksi.

b. *Decision Support System Generator* (DSSG)

Menurut Sprague and Watson *Decision Support System Generator* (Pembangkit Sistem Pendukung Keputusan) ini merupakan suatu paket yang menghubungkan perangkat keras (*hardware*) dengan perangkat lunak (*software*) yang menyediakan kemampuan untuk membangun suatu SDSS secara cepat dan mudah.

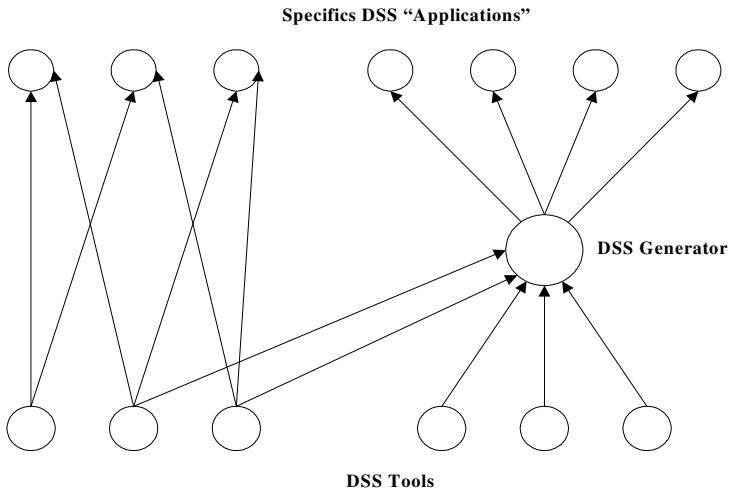
Salah satu contoh pengembangan pertama dari DSSG adalah *Geodata Analysis and Display* (GADS). GADS ini berisi peta, kamus data dan alternatif prosedur yang kemudian dipakai dalam pembuatan SDSS pada sistem kepolisian di San Jose. Berikutnya adalah *Interactive Financial Planning System* (IFPS) dari Executive Systems. DSSG diantaranya meliputi fasilitas penyiapan laporan, bahasa simulasi, tampilan grafik, subrutin statistik, dan sebagainya.

c. *Decision Support System Tools* (DSST)

Menurut Suryadi dan Ramdhani sistem ini merupakan teknologi yang paling dasar dalam merancang dan membangun SPK. DSST terdiri dari elemen *hardware* dan *software* yang dapat memudahkan pengembangan SDSS dan DSSG. Tingkatan teknologi ini yang paling banyak dikembangkan akhir-akhir ini, termasuk didalamnya pengembangan bahasa untuk keperluan tertentu, peningkatan sistem operasi untuk mendukung perancangan subsistem dialog, perancangan grafik berwarna, dan perancangan subsistem lainnya. Yang termasuk dengan kategori-kategori teknologi ini antara lain bahasa pemrograman (BASIC, FORTRAN, DBASE IV, C, PASCAL, dan sebagainya), sistem operasi komputer khusus, perangkat lunak pengakses data, dan sebagainya.

Hubungan antara Ketiga Tingkatan Teknologi SPK

Decision Support System Tools (DSST) dapat digunakan untuk membangun suatu aplikasi *Specific Decision Support System* (SDSS) secara langsung. Hal ini sebenarnya sama saja dengan proses perancangan aplikasi tradisional lainnya, yaitu dengan menggunakan alat-alat seperti bahasa pemrograman dengan tujuan umum, perangkat lunak untuk mengakses data, paket- paket sub rutin, dan lain-lain. Pada dasarnya, hal yang paling sulit dihadapi oleh perancang dalam membangun suatu aplikasi SPK adalah kemampuan mengantisipasi perubahan yang terjadi (mempertahankan fleksibilitas sistem). Hubungan antara ketiga tingkatan teknologi SPK diatas dapat ditunjukkan pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Tiga Tingkatan Teknologi SPK

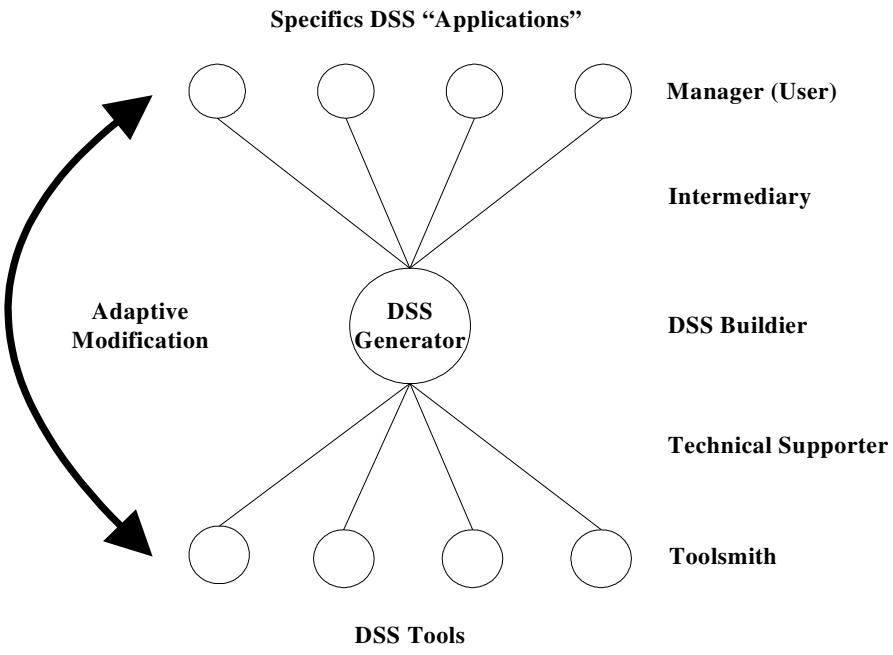
Sebagaimana diketahui bahwa suatu perubahan pada karakteristik SPK tidak hanya mengakibatkan perubahan lingkungan, tetapi juga mengubah cara manajer untuk melakukan pendekatan pada masalah yang dihadapinya. Karena itu, faktor yang penting dalam menggunakan peralatan dasar adalah kebutuhan untuk melibatkan *user* (pengguna) secara langsung dalam mengubah dan memodifikasi SPK.

Decision Support System Generator (DSSG) pada dasarnya digunakan untuk menciptakan suatu "*platform"* atau rencana induk yang juga digunakan sebagai media komunikasi antara perancang dengan pengguna. Sehingga apabila akan diadakan pengembangan lebih lanjut di mana SDSS dapat dikembangkan secara tetap dan dimodifikasi dengan kerjasama *user*, serta dengan tidak membutuhkan banyak waktu dan tenaga.

Pihak-Pihak yang Berperan dalam Pengembangan SPK

Terdapat lima pihak yang berperan dalam pengembangan ketiga tingkatan SPK. Keterkaitan antara peran-peran dengan tiga tingkatan teknologi SPK, dapat dilihat pada gambar 3 yang disebut dengan kerangka kerja pengembangan SPK. Kelima peran tersebut adalah:

a. *Manager* atau pemakai (*user*), yaitu pihak yang terlibat langsung dengan proses pengambilan keputusan, yang harus mengambil tindakan dan bertanggung jawab atas konsekuensinya terhadap keputusan yang diambil.
b. *Intermediary* atau penghubung, yaitu pihak yang membantu *user*, seperti staff pimpinan yang bertugas sebagai pemberi saran atau informasi, menerjemahkan kebutuhan manajer pada perancang.
c. *DSS Builder* atau pembangun SPK (*fasilitator*), yaitu pihak yang mengembangkan SDSS dari DSSG, di mana *user* ataupun *intermediary* berinteraksi secara langsung.
d. *Technical Supporter* atau teknisi pendukung, yaitu pihak yang bertugas mengembangkan kemampuan atau menambahkan komponen sistem informasi tambahan (jika dibutuhkan dalam pengembangan DSSG), penambahan database baru, model analisis baru, dan format tampilan data tambahan.
e. *Toolsmith* atau pengembang peralatan, yaitu pihak yang mengembangkan teknologi baru, baik *hardware* maupun *software*, serta meningkatkan efisiensi hubungan antar subsistem dalam SPK.



Gambar 3. Lima Pihak yang Berperan dalam Pengembangan SPK

Komponen-Komponen *Sistem Pendukung Keputusan* (SPK)

Menurut Carter et. al. *Sistem Pendukung Keputusan* (SPK) memiliki tiga komponen utama atau subsistem utama yang menentukan kapabilitas teknis SPK, antara lain subsistem data, subsistem model dan subsistem dialog, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4 halaman berikut.

- **Subsistem Data (*Data Subsystem*)**

  Subsistem data merupakan komponen SPK yang menyediakan data yang dibutuhkan oleh sistem. Data yang dimaksud disimpan dalam *data base* yang diorganisasikan oleh suatu sistem yang disebut DBMS (*Data Base Management System*). Melalui DBMS, memungkinkan data yang diperlukan dapat diekstraksi secara cepat.

- **Subsistem Model (*Model Subsystem*)**

  Subsistem model merupakan cara bagaimana data yang diambil dari DBMS akan diolah dengan model-model yang dibuat sehingga menghasilkan suatu pemecahan atau hasil yang diinginkan. Menurut

McLeod model-model yang digunakan dapat diklasifikasikan ke dalam bentuk model-model berikut ini:

- Model Fisik

  Penggambaran *entity* dalam bentuk tiga dimensi. Misalnya *entity* berupa market pusat pembelanjaan.

- Model Narasi

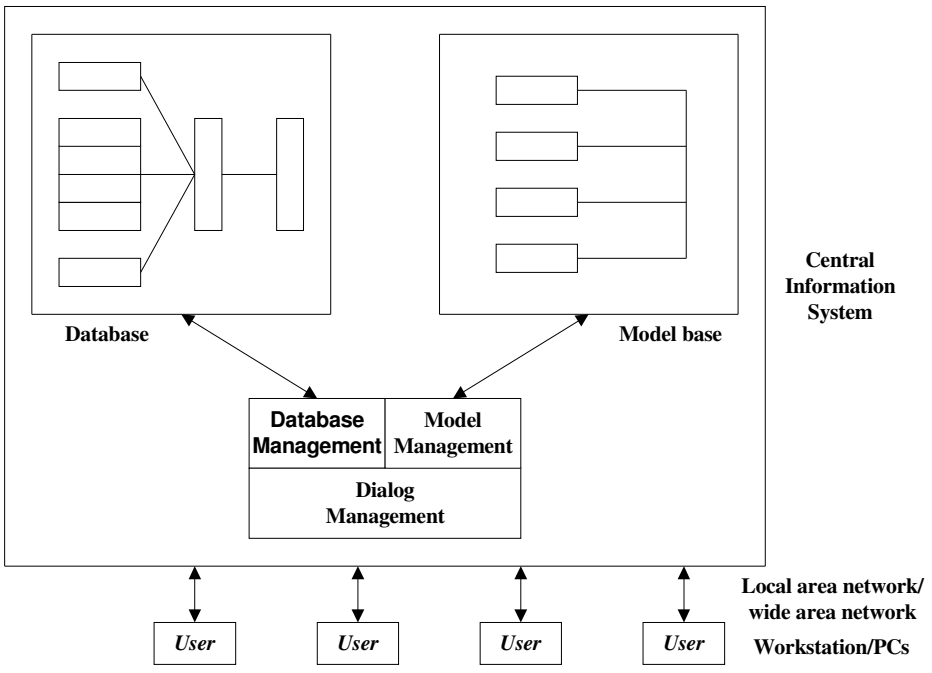
  Menggambarkan entitasnya secara lisan dan tulisan. Semua komunikasi bisnis adalah model narasi.

- Model Grafik

  Menggambarkan entitasnya dalam jumlah garis, simbol atau bentuk.

- Model Matematika

  Model-model matematika menggunakan notasi-notasi dan persamaan matematis untuk mempresentasikan sistem. Atribut-atribut dinyatakan dengan variabel-variabel, dan aktivitas-aktivitas dinyatakan dengan fungsi matematika yang menjelaskan hubungan antar variabel-variabel tersebut.



Gambar 4. Komponen *Sistem Pendukung Keputusan* (SPK)

Pemodelan pada SPK mencakup tujuh permasalahan, yaitu:

a. Identifikasi masalah dan analisis lingkungan.

   Pada tahap ini akan dilakukan pengawasan, pelacakan, dan interpretasi terhadap informasi-informasi yang telah terkumpul. Analisis dilakukan terhadap domain dan dinamika dari lingkungan yang ada. Pada bagian ini perlu juga diidentifikasi budaya organisasi dan proses pengambilan keputusan. Dapat digunakan *business intelligence tools* untuk keperluan tersebut.

b. Identifikasi variabel.

   Pada tahap ini akan diidentifikasi variabel-variabel yang relevan. Variabel tersebut meliputi variabel keputusan, variabel *intermediate* (tak terkontrol), dan variabel hasil. Untuk kepentingan tersebut, dapat digunakan influence diagram untuk menunjukkan relasi antar variabel-variabel tersebut.

c. Peramalan (*forecasting*).

   Apabila suatu SPK diimplemantasikan, maka akibatnya akan dirasakan di kemudian hari. Oleh karena itu, peramalan mutlak diperlukan.

d. Penggunaan beberapa model keputusan.

   Suatu sistem pendukung keputusan dapat terdiri-atas beberapa model. Masing-masing model merepresentasikan bagian yang berbeda dari masalah pengambilan keputusan.

e. Seleksi kategori model yang sesuai.

   Ada tujuh kategori model SPK sebagaimana telah dijelaskan pada bagian terdahulu. Setiap kategori memiliki beberapa teknik-teknik tertentu. Pada dasarnya, teknik-teknik tersebut dapat diaplikasikan baik dalam model statis maupun model dinamis. Model statis umumnya memberikan asumsi adanya operasi perulangan dengan menggunakan kondisi yang identik. Model dinamik (*time-dependent*) merepresentasikan scenario yang senantiasa berubah dari waktu ke waktu.

f. Manajemen model.

   Untuk menjaga integritas dan aplikabilitasnya, model perlu dikelola sebaik mungkin. Untuk keperluan tersebut dibutuhkan suatu *model base*

management system. *Model Base Management System* (MBMS) merupakan paket perangkat lunak yang dibangun dengan kapabilitas yang mirip dengan DBMS. Kapabilitas MBMS meliputi: kontrol, fleksibilitas, umpan balik, antarmuka, adanya pengurangan redundansi, dan adanya peningkatan konsistensi.

g. Pemodelan berbasis pengetahuan.

   Sistem berbasis pengetahuan menggunakan sekumpulan aturan dalam menyelesaikan permasalahannya. Sistem pakar merupakan salah satu model pendukung keputusan yang bersifat kualitatif. Sistem pakar merupakan sistem berbasis pengetahuan.

Subsistem dari manajemen model dari Sistem Pendukung Keputusan terdiri dari elemen-elemen berikut ini:

- Basis Model

  Basis model berisi rutin dan statistik khusus, keuangan, *forecasting*, ilmu manajemen, dan model kuantitatif lainnya yang memberikan kapabilitas analisis pada sebuah sistem pendukung keputusan. Kemampuan untuk invokasi, menjalankan, mengubah, menggabungkan, dan menginspeksi model merupakan suatu kapabilitas kunci dari sistem pendukung keputusan dan yang membedakannya dengan CBIS (*Computer Base Information System*) lainnya. Model dalam basis model dapat dibagi menjadi empat katagori utama, dan satu katagori pendukung, yaitu:

  1. Strategis: Model strategis digunakan untuk mendukung manajemen puncak untuk menjalankan tanggung jawab dalam perencanaan strategis.
  2. Taktis: Model Taktis digunakan terutama oleh manajemen tingkat menengah, untuk membantu mengalokasikan dan mengontrol sumber daya organisasi.
  3. Operasional: Model ini digunakan untuk mendukung aktivitas kerja harian transaksi organisasi.

4. Analitik: Model ini digunakan untuk menganalisis data, model ini meliputi model statik, ilmu manajemen, algoritma data mining, model keuangan, dan lainnya.
5. Blok Pembangunan Model dan Rutin: Selain berisi model strategis, taktis, dan operasional, basis model juga berisi blok pembangunan model dan rutin. Contoh-contohnya meliputi satu rutin generator dengan jumlah acak, kurva, atau line-fitting rutin, rutin komputasi present-value, dan analisis regresi. Blok pembangunan ini dapat digunakan dalam beberapa cara. Dapat disebarkan untuk aplikasi sebagai analisis data, dapat juga digunakan sebagai komponen *present-value*, dan analisis regresi.

- Sistem Manajemen Basis Model

  Fungsi perangkat lunak Sistem Manajemen Basis Model (MBMS) adalah untuk membuat model dengan menggunakan bahasa pemrograman, alat sistem pendukung keputusan atau subrutin, dan blok pembangunan lainnya, membangkitkan rutin baru dan laporan, pembaruan dan perubahan model, dan manipulasi data model. MBMS mampu mengaitkan model-model dengan *link* yang tepat melalui sebuah *database*.

  Peran direktori model yang terhubung ke MBMS sama dengan direktori database. Direktori model adalah katalog dari semua model dan perangkat lunak lainnya pada basis model. Yang berisi definisi model dan fungsi utamanya adalah menjawab pertanyaan tentang ketersediaan dan kapabilitas model. Sistem Manajemen Basis Model/*Model Base Management System* (MBMS) berisi beberapa elemen antara lain, yaitu :

  1. Eksekusi Model : Eksekusi Model adalah proses mengontrol jalannya model.
  2. Integrasi Model : Model ini mencakup gabungan operasi dari beberapa model saat diperlukan (misalnya mengarahkan output suatu model, katakanlah perkiraan, untuk diproses model lain, misal model perencanaan pemrograman linier).

3. Perintah (*Comman Processor Model*) : Model ini digunakan untuk menerima dan menginterpretasikan instruksi-instruksi pemodelan dari komponen antarmuka pengguna dan merutekannya ke MBMS, eksekusi model atau fungsi-fungsi integrasi elemen-elemen tersebut beserta antarmukanya dengan komponen sistem pendukung keputusan.

Kemampuan subsistem model dalam Sistem Pendukung Keputusan antara lain :

1. Mampu menciptakan model–model baru dengan cepat dan mudah.
2. Mampu mengkatalogkan dan mengelola model untuk mendukung semua tingkat pemakai.
3. Mampu menghubungkan model–model dengan basis data melalui hubungan yang sesuai.
4. Mampu mengelola basis model dengan fungsi manajemen yang analog dengan *database* manajemen.

- **SubSistem Dialog (*User System Interface*)**

  Melalui sistem dialog inilah, SPK yang dibuat akan diimplementasikan sehingga *user* atau pemakai dapat berkomunikasi dengan sistem yang dirancang secara interaktif. Subsistem dialog dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

  a. Bahasa Aksi (*Action language*): suatu perangkat lunak yang digunakan *user* untuk berkomunikasi dengan sistem, melalui berbagai media seperti: *keyboard*, *joystick*, *mouse* atau *device* lainnya.
  b. Bahasa Tampilan (*Display*): merupakan sarana tampilan yang dapat diperoleh oleh *user*, seperti *printer*, *monitor*, *plotter*, dan *device* lainnya.
  c. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*): bagian mutlak yang harus diketahui oleh *user* agar pemakaian sistem dapat berfungsi secara efektif.

  Kombinasi dari berbagai kemampuan di atas dikenal sebagai gaya dialog (*Dialog Style*), yang terdiri dari:

1. Dialog Tanya Jawab: dalam dialog ini, sistem bertanya kepada *user*, kemudian *user* menjawab, dan seterusnya sampai SPK mengeluarkan alternatif jawaban yang diperlukan untuk mendukung keputusan setelah data inputnya lengkap.
2. Dialog Perintah: sistem ini mengijinkan *user* untuk memberikan perintah-perintah yang tersedia oleh sistem untuk menjalankan fungsi yang ada dalam SPK.
3. Dialog Menu: gaya dialog yang paling populer di mana *user* memilih satu dari beberapa alternatif menu yang telah disediakan. Dalam menetukan pilihan, *user* cukup menekan tombol tertentu yang akan menghasilkan respon/jawaban.
4. Dialog *Input/Output*: dialog ini menyediakan form masukan (*input*), di mana *user* memasukkan perintah dan data, serta form keluaran (*output*) yang merupakan respon dari sistem. Setelah memeriksa keluaran, *user* dapat mengisi form masukan lainnya dan melanjutkan dialog selanjutnya.

Teknik Perancangan SPK

Cara pendekatan atau teknik yang digunakan dalam perancangan SPK sangat tergantung pada kondisi dan waktu yang tersedia. Ada banyak cara yang dapat digunakan untuk perancangan SPK, tetapi pada dasarnya teknik-teknik tersebut diklasifikasikan dalam tiga kategori, yaitu:

1. Perancangan dengan cara cepat (*quick hit*)

   Cara ini ditempuh bila dibutuhkan SPK yang mempunyai kemampuan khusus dan dapat memberikan hasil yang cukup, namun waktu perancangan yang tersedia relatif singkat. Untuk proses pengembangan selanjutnya baru dipikirkan kemudian dan tidak terlalu menjadi pertimbangan saat ini.
2. Perancangan dengan cara bertahap

   Perancangan SPK dengan cara ini dilakukan dengan membuat suatu SDSS, dimana pembuatannya disesuaikan dengan perancangan masa yang akan

datang, sehingga bagian yang telah dikembangkan dalam sistem awal dapat digunakan lagi untuk pengembangan selanjutnya.

3. Perancangan suatu SPK lengkap

   Sebelum suatu SPK dibuat, maka terlebih dahulu dikembangkan DSSG yang lengkap dan struktur organisasi untuk mengelolanya.

Proses Perancangan *Sistem Pendukung Keputusan* (SPK)

Pada dasarnya, untuk membangun suatu SPK dikenal delapan tahapan seperti pada gambar 5 yang memiliki berbagai variasi. Selain itu, terdapat pula SPK yang dibangun tanpa melalui seluruh tahapan tersebut. Delapan tahapan perancangan SPK antara lain:

1. Perencanaan (*Planning*)

   Perencanaan pada umumnya berhubungan dengan perumusan masalah serta penentuan tujuan dari SPK.

2. Penelitian (*Research*)

   Penelitian berhubungan dengan pencarian data serta sumber daya yang tersedia.

3. Analisis (*Analysis*)

   Tahap ini termasuk penentuan teknik perancangan dan pendekatan pengembangan sistem yang akan dilakukan serta sumber data yang dibutuhkan.

4. Perancangan (*Design*)

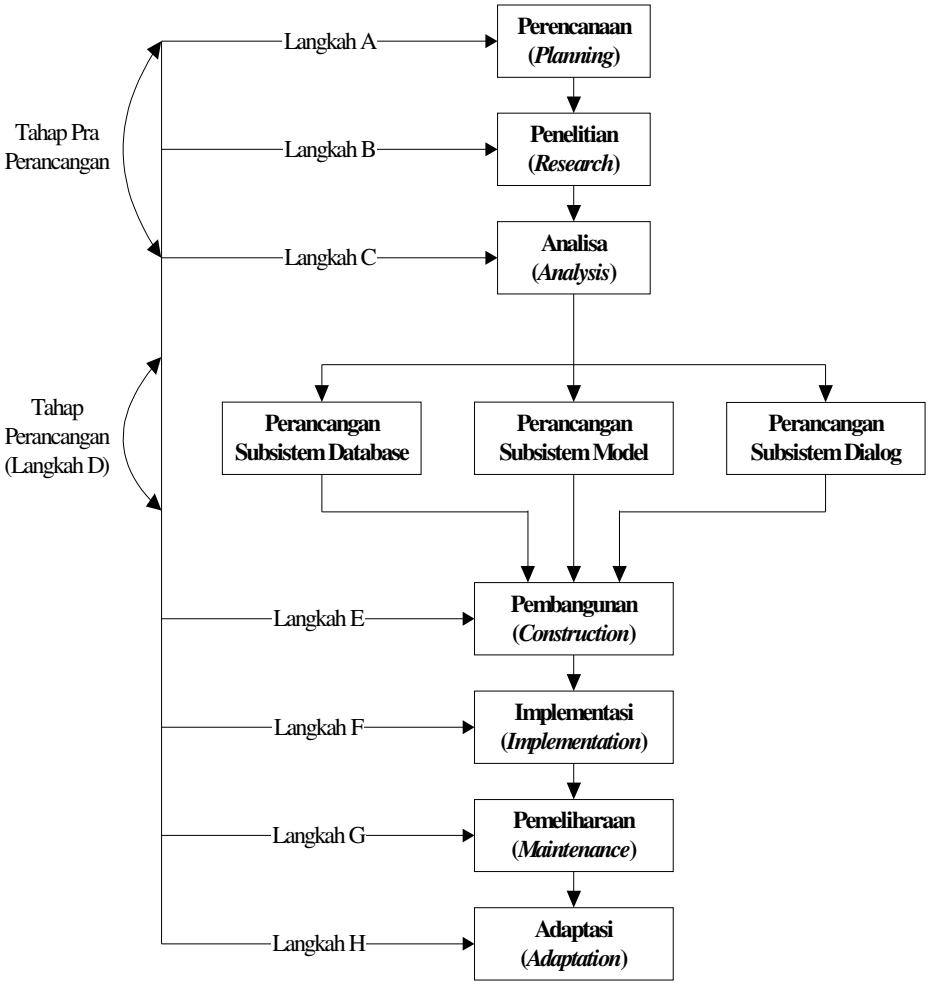
   Dalam tahap ini dilakukan perancangan terhadap ketiga subsistem dari SPK yaitu subsistem database, subsistem model dan subsistem dialog.

5. Pembangunan (*Construction*)

   Tahap ini merupakan kelanjutan dari tahap perancangan, di mana ketiga subsistem yang dirancang digabungkan menjadi suatu SPK. Pada tahap ini di mulai penulisan bahasa pemrograman bagi SPK.

6. Implementasi (*Implementation*)

   Tahap ini merupakan penerapan SPK yang dibangun, yang terdapat beberapa tugas yang harus dilakukan seperti *testing*, *evaluation*, *demonstration*, *orientation*, *training*, dan *deployment*.



Gambar 5. Langkah-Langkah Perancangan SPK

7. Pemeliharaan (*Maintenance*)

   Tahap ini melibatkan perencanaan dukungan yang harus dilakukan terus menerus untuk mempertahankan keandalan sistem.

8. Adaptasi (*Adaptation*)

   Dalam tahap ini dilakukan pengulangan terhadap tahap-tahap di atas sebagai tanggapan atas perubahan kebutuhan *user*.

METODE SISTEM PAKAR



Pengertian Sistem Pakar

Menurut Arhami (2005, sistem pakar adalah salah satu cabang yang membuat penggunaan secara luas *knowledge* yang khusus untuk penyelesaian tingkat manusia yang pakar. Menurut Kusrini (2008), sistem pakar adalah aplikasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sebagaimana yang dipikirkan oleh pakar. Pakar disini adalah orang yang memiliki keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh orang awam. Menurut Syamsul (2003), sistem pakar adalah suatu sistem yang bertujuan untuk membuat keputusan yang lebih cepat daripada pakar. Menurut McLeon (2008), sistem pakar (*expert system*) adalah suatu program komputer yang berusaha menampilkan pengetahuan manusia yang ahli dalam bentuk heuristik.

Dari pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa pengertian sistem pakar adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer yang dirancang untuk memodelkan kemampuan menyelesaikan masalah seperti layaknya seorang pakar.

Tujuan Sistem Pakar

Tujuan utama sistem pakar bukan untuk menggantikan kedudukan seorang ahli maupun pakar, tetapi untuk memasyarakatkan pengetahuan dan pengalaman pakar-pakar yang ahli di bidangnya.

Struktur Sistem Pakar

Menurut Arhami (2005), sistem pakar disusun oleh dua bagian utama, yaitu:

a. Lingkungan pengembangan (*development environment*), digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar.

b. Lingkungan konsultasi (*consultation environment*), digunakan oleh pengguna yang bukan pakar guna memperoleh pengetahuan pakar.

Komponen Sistem Pakar

Menurut Kusrini (2008), sistem pakar memiliki 2 komponen utama yaitu basis pengetahuan dan mesin inferensi. Basis pengetahuan merupakan tempat penyimpanan pengetahuan dalam memori komputer, dimana pengetahuan ini diambil dari pengetahuan pakar.

Menurut Arhami (2005), komponen-komponen sistem pakar adalah seperti di bawah ini :

a. Antarmuka (*User Interface*): merupakan mekanisme yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Antarmuka menerima informasi dari pemakai dan mengubahnya kedalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem.
b. Basis Pengetahuan: mengandung pengetahuan untuk pemahaman, formulasi, dan penyelesaian masalah. Komponen sistem pakar ini disusun atas dua elemen dasar, yaitu fakta dan aturan.
c. Akuisisi Pengetahuan (*Knowledge Acquisition*): adalah akumulasi, transfer dan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan kedalam program komputer.
d. Mesin Inferensi: Komponen ini mengandung mekanisme pola pikir dan penalaran yang digunakan oleh pakar dalam menyelesaikan suatu masalah.
e. *Workplace*: merupakan area dari sekumpulan memori kerja (*working memory*). *Workplace* digunakan untuk merekam hasil-hasil antara dan kesimpulan yang dicapai.
f. Fasilitas Penjelasan: adalah komponen tambahan yang akan meningkatkan kemampuan sistem pakar.
g. Perbaikan Pengetahuan: pakar memiliki kemampuan untuk menganalisis dan meningkatkan kinerjanya serta kemampuan untuk belajar dari kinerjanya.

Keuntungan Sistem Pakar

Menurut Arhami (2005), ada banyak keuntungan bila menggunakan sistem pakar, diantaranya adalah:

- Menjadikan pengetahuan dan nasehat mudah didapat.
- Meningkatkan *output* dan produktivitas.
- Menyimpan kemampuan dan keahlian pakar.
- Meningkatkan penyelesaian masalah, menerusi paduan pakar, penerangan, sistem pakar khas.
- Meningkatkan reliabilitas.
- Memberikan respons (jawaban) yang cepat.
- Merupakan penduan yang *inteligence* (cerdas).
- Dapat bekerja dengan informasi yang lengkap dan mengandung ketidakpastian.
- *Intelligence database* (basis data cerdas), bahwa sistem pakar dapat digunakan untuk mengakses basis data dengan cara cerdas.

Kelemahan Sistem Pakar

Menurut Arhami (2005), selain keuntungan-keuntungan di atas, sistem pakar seperti sistem lainnya juga memiliki kelemahan, diantaranya adalah:

- Masalah dalam mendapatkan pengetahuan dimana pengetahuan tidak selalu bias didapatkan dengan mudah, kadangkala pakar dari masalah yang kita buat tidak ada, dan kalaupun ada kadang-kadang pendekatan yang dimiliki pakar berbeda-beda.
- Untuk membuat suatu sistem pakar yang benar-benar berkualitas tinggi sangatlah sulit dan memerlukan biaya yang sangat besar untuk pengembangan dan pemeliharaannya.
- Boleh jadi sistem tak dapat membuat keputusan.
- Sistem pakar tidaklah 100% menguntungkan, walaupun seorang tetap tidak sempurna atau tidak selalu benar. Oleh karena itu perlu diuji ulang

secara teliti sebelum digunakan. Dalam hal ini peran manusia tetap merupakan faktor dominan.

Ciri-Ciri Sistem Pakar

Menurut Arhami (2005), sistem pakar merupakan program-program praktis yang menggunakan strategi heuristik yang dikembangkan oleh manusia untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang spesifik (khusus). Disebabkan oleh keheuristikannya dan sifatnya yang berdasarkan pada pengetahuan, maka umumnya sistem pakar bersifat:

- Memiliki informasi yang handal, baik dalam menampilkan langkah-langkah antara maupun dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan tentang proses penyelesaian.
- Mudah dimodifikasi, yaitu dengan menambah atau menghapus suatu kemampuan dari basis pengetahuan.
- Heuristik dalam menggunakan pengetahuan (yang sering kali tidak sempurna) untuk mendapatkan penyelesaiannya.
- Dapat digunakan dalam berbagai jenis komputer.
- Memiliki kemampuan untuk belajar beradaptasi.

Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*)

Menurut McLeon (2008), basis pengetahuan (*knowladge base*) sebagian sistem pakar yang berisikan fakta-fakta yang menggambarkan wilayah masalah dan teknik-teknik refresentasi pengetahuan yang menggambarkan bagaimana fakta-fakta saling bersesuaian secara logis. Menurut Arhami (2005), basis pengetahuan mengandung pengetahuan untuk pemahaman, formulasi, dan penyelesaian masalah.

Komponen sistem pakar ini disusun atas dua elemen dasar, yaitu fakta dan aturan (*rule*). Fakta merupakan informasi tentang obyek dalam area permasalahan tertentu, sedangkan aturan merupakan informasi tentang cara bagaimana memperoleh fakta baru dari fakta yang telah diketahui.

Metode Inferensi Dalam Sistem Pakar

Suatu perkalian inferensi yang menghubungkan suatu permasalahan dengan solusinya disebut rantai (*chain*). Menurut Arhami (2005), ada dua metode penalaran dengan *rules*, yaitu *forward chaining* atau *data-driven* dan *backward chaining* atau *goal-driven*.

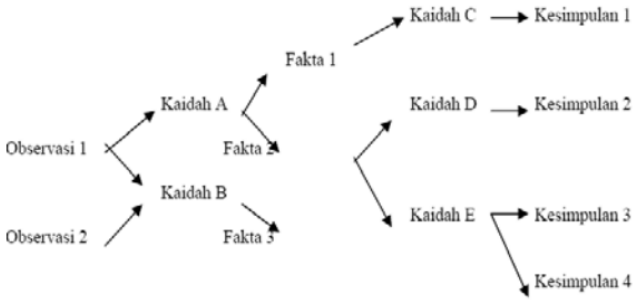
Berikut merupakan karakteristik dari *forward chaining* dan *backward chaining*.

Tabel 1. Karakteristik *Forward* dan *Backward Chaining*

Forward Chaining	Backward Chaining
Perencanaan, monitoring, control	Diagnosa
Disajikan untuk masa depan	Disajikan untuk masa lalu
Data memandu, penalaran dari bawah ke atas	Tujuan memandu, penalaran dari atas ke bawah
Bekerja kedepan untuk mendapatkan solusi apa yang mengikuti fakta	Bekerja kebelakang untuk mendapatkan fakta yang mendukung hipotesis depth first search dimudahkan
Bread First Search dimudahkan	Depth first search dimudahkan
Antecedent	Konsekuen

a. *Forward Chaining*

Pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kiri (IF dulu). Dengan kata lain, penalaran dimulai dari fakta terlebih dahulu untuk menguji kebenaran hipotesis.



Gambar 6. Proses *Forward Chaining*

Berikut merupakan contoh penerapan metode *forward chaining* pada riset Putri, Prista Amanda, & Mustafidah, Hindayati (2011) tentang sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit hati, yang dibuat ini mampu menganalisis jenis penyakit organ hati berdasarkan gejala-gejala yang dimasukkan oleh *user*.

Tabel 2. Tabel Pengetahuan untuk Diagnosa Penyakit Organ Hati

Nama Gejala	Hapatitis Kronis	Hapatitis Akut	Sirosis Hati	Kanker Hati	.....
Demam	V	V	V		
Gejala mirip flu	V	V			
Rasa tidak enak pada tenggorokan	V				
Nyeri pada persendian		V			
Mual dan muntah			V		
Melaise			V		
Rasa letih dan lemah				V	
Feses berwarna gelap				V	
Adanya pembengkakan hati				V	
.....					

Berdasarkan tabel keputusan tersebut, selanjutnya dibetuk basis aturan seperti pada Gambar 7 sebagai berikut.

1. IF Demam AND Gejala Mirip Flu AND Rasa tidak Enak Pada Tenggorokan THEN Hepatitis Kronis
2. IF Demam AND Gejala Mirip Flu AND Nyeri pada persendian THEN Hepatitis Akut
3. IF Demam AND Gejala Mirip Flu AND Nyeri pada persendian THEN Sirosis Hati
4. IF Rasa letih dan lemah AND Feses berwarna gelap AND Adanya pembengkakan hati THEN Kanker Hati

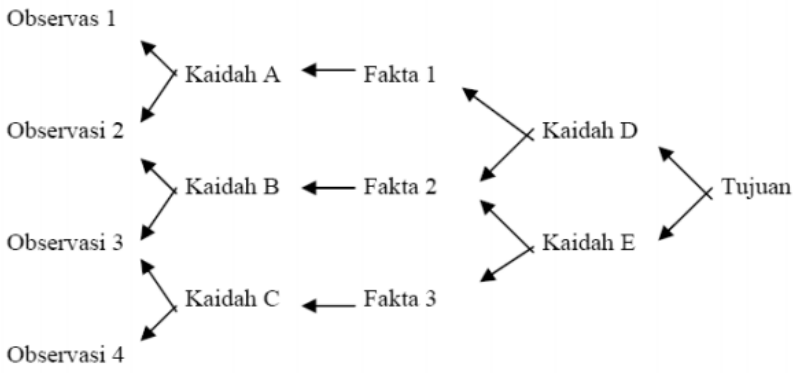
...

Gambar 7. Bentuk Aturan (*Rule*) *Forward Chaining*

b. *Backward Chaining*

Pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kanan (THEN dulu). Dengan kata lain, penalaran dimulai dari hipotesis terlebih

dahulu, dan untuk menguji kebenaran hipotesis tersebut harus dicari fakta-fakta yang ada dalam basis pengetahuan.



Gambar 9. Proses *Backward Chaining*

Berikut merupakan contoh penerapan metode *backward chaining* pada riset Honggowibowo (2009) tentang Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Padi Barbasis *Web* Dengan *Forward* dan *Backward Chaining*.

Tabel 3. Tabel Pengetahuan untuk Diagnosa Penyakit Padi

No	Aturan
1	IF Tanaman kerdil AND Anakan berkurang / sedikit AND Daun menguning sampai jingga dari pucuk ke pangkal AND Daun muda terlihat seperti mottle AND Daun tua seperti bintik-bintik coklat bekas ditusuk THEN Tungro
2	IF Tanaman kerdil AND Bercak–bercak berwarna coklat AND Anakan bertambah banyak AND Daun pendek dan sempit AND Daun berwarna hijau pucat / kekuning-kuningan AND Bercak menyerang daun AND Anakan tumbuh tegak THEN Kerdil Rumput
3	IF Daun melingkar seperti terpilin AND Tepi helai daun bergerigi AND Daun bendera robek-robek / berombak-ombak sepanjang pembuluh AND Daun berwarna hijau tua AND Gabah yang di hasilkan hampa/kosong AND Malai keluar sebagian THEN Kerdil Hampa
4	IF Bercak berbentuk oval atau elips AND Bercak menyerang daun AND Bercak berwarna kelabu / keputihan AND Bercak dilingkari warna coklat / merah kecoklatan AND Pangkal leher malai berwarnacoklat keabu-abuan AND Daerah dekat leher panikel berwarna coklat THEN Blast
5	IF Bercak –bercak berwarna coklat AND Bercak berbentuk oval atau elips AND Bercak menyerang daun AND Bercak hitam / coklat pada kulit gabah THEN Bercak Coklat
6	IF Bercak berbentuk oval atau elips AND Bercak pada pelepah daun bagian bawah AND Bercak berwarna abu-abu kehijauan / hijau keabu-abuan THEN Hawar Pelepah
7	IF Bercak berwarna abu-abu kehijauan / hijau keabu-abuan AND Tepi daun luka berupa garis bercak kebasahan AND Daun keriput dan layu seperti tersiram air panas AND Daun menggulung dan mengering AND Daun berwarna abu-abu keputih-putihan AND Daun tua normal, daun muda pucat klorosis THEN Hawar Bakteri
8	IF Anakan berkurang / sedikit AND Daun menggulung dan mengering AND Daun berwarna jingga AND Akar tanaman lebih sedikit THEN Daun Jingga
9	IF Tanaman kerdil AND Anakan bertambah banyak AND Daun berwarna hijau pucat atau kuning pucat AND Anakan tumbuh lemas THEN Kerdil Kuning

Pada riset Lailatul dan Wiji (2012) adalah penerapan metode *forward chaining* untuk diagnosis penyakit autis pada anak, dengan *rule set* sebagai berikut:

Rule 1

IF Bayi sangat diam atau tenang **And** Sering menangis tengah malam dan sulit ditenangkan **And** Jarang menunjukkan senyum social **THEN** gangguan perilaku

Rule 2

IF Jarang menyodorkan kedua tangan untuk meminta gendong **And** Sering sekali menolak bila dipeluk atau dibelai **And** Tidak berusaha menatap mata **THEN** gangguan interaksi sosial

Rule 3

IF Jarang mengoceh **THEN** gangguan bahasa dan komunikasi

Rule 4

IF Tidak responsif terhadap suara ibu **THEN** gangguan respon terhadap rangsangan indra

Rule 5

IF Tidak mau ikut permainan sederhana seperti *"cilukba, bye-bye"* **THEN** gangguan pola bermain

Rule 6

IF Seperti tidak tertarik pada boneka, mobil-mobilan atau mainan lain untuk bayi **And** Tidak bermain sesuai fungsi mainannya, misal sepeda dibalik lalu roda diputar-putar **THEN** gangguan pola bermain

Rule 7

IF Tidak berupaya menggunakan kata-kata **THEN** gangguan bahasa dan komunikasi

Rule 8

IF Tidak memiliki kemampuan menunjuk sesuatu untuk membuat orang dewasa dihadapannya melihat kearah tersebut **And** Mungkin menolak makanan keras atau sebaliknya atau tidak mengunyah **And** Bisa sangat tertarik pada kedua tangannya sendiri **THEN** gangguan perilaku

Rule 9

IF Tidak mau dipeluk, atau menjadi tegang bila diangkat **And** Cuek menghadapi kedua orang tuanya **And** Tidak memeriksa ke arah mana manusia dewasa dihadapannya memandang **THEN** gangguan interaksi sosial

Rule 10

IF Mungkin mencium atau menjilat benda-benda **And** Sangat tahan terhadap rasa sakit **And** Menunjukkan kontak mata yang terbatas **THEN** gangguan presepsi sensoris

Rule 11

IF Menolak untuk dipeluk dan menjadi tegang atau sebaliknya tubuh menjadi lemas **And** Kuranganya keinginan bersosialisasi dan mengadakan hubungan sosial serta hubungan emosional yang timbal balik seperti rasa berbagi **And** Relatif cuek menghadapi kedua orang tuanya **And** Menggunakan tangan orang dewasa sebagai alat **THEN** gangguan interaksi sosial

Rule 12

IF Perkembangan bicara terlambat atau sama sekali tidak berkembang **And** Bila bicara tidak dipakai untuk berkomunikasi **THEN** gangguan bahasa dan komunikasi

Rule 13

IF Tidak bisa melempar bola diatas kepala **And** Tidak mampu berjalan menghindari hambatan **And** Tidak dapat meniru melompat dengan satu kaki **THEN** gangguan motorik kasar

Rule 14

IF Bila anak akhirnya berbicara, tidak jarang *echolalic* (mengulang-ulang apa yang diucapkan orang lain segera atau setelah beberapa lama) **And** Menunjukan nada suara yang aneh (biasanya bernada tingi dan monoton) **THEN** gangguan bahasa dan komunikasi

Rule 15

IF Mempertahankan suatu minat atau lebih dengan cara yang sangat khas atau berlebihan **And** Ada gerakan-gerakan aneh yang khas dan diulang-ulang **And** Sering sangat terpukau pada bagian benda **And** Terpaku pada sutau kegiatan ritualistik atau rutinitas yang tak ada gunanya **And** Merasa sangat terganggu bila terjadi perubahan rutin pada kegiatan sehari-hari **THEN** gangguan perilaku

Rule 16

IF Anak suka mengamuk atau agresif berkelanjutan tetapi bisa juga berangsur-angsur berkurang **And** Melukai diri sendiri **THEN** gangguan emosi

METODE REGRESI LINIER



Analisis regresi linier sederhana adalah hubungan secara linear antara satu variabel independen (X) dengan variabel dependen (Y), atau dalam artian ada variable yang mempengaruhi dan ada variable yang dipengaruhi. Analisis ini untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen apakah positif atau negatif dan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila nilai variabel independen mengalami kenaikan atau penurunan. Analisis regresi linier ini banyak digunakan untuk uji pengaruh antara variable independen (X) terhadap variable dependen (Y).

Berikut merupakan contoh kasus penerapan metode regresi linier dari riset Syafruddin, dkk (2014). Laju pertumbuhan jumlah kendaraan. Meningkatnya pembangunan yang ada di Provinsi Lampung terutama di sektor perumahan baik sederhana maupun rumah mewah yang membawa konsekuensi logis berupa peningkatan kebutuhan tenaga listrik. Selain itu, kebijakan pemerintah daerah tentang investasi yang menarik minat para investor untuk menanamkan modalnya dan juga memberikan konstribusi dalam peningkatan kebutuhan tenaga listrik. Salah satu faktor yang sangat menentukan dalam membuat rencana operasi sistem tenaga listrik adalah perkiraan beban listrik yang akan ditanggung oleh sistem tenaga listik yang bersangkutan. Diambil contoh data aktual 5 tahun:

Tabel 4. Jumlah Penduduh Tahun 2002-2006

Tahun	JUMLAH PENDUDUK
2002	6.787,65
2003	6.853,00
2004	6.915,95
2005	7.116,18
2006	7.211,59

Dari tabel di atas, didapatkan hasil prediksi untuk tahun 2007 sebagai berikut:

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{(492718,39) - (11 \times 6 \times 7.290,77)}{(506) - (11 \times (6^2))}$$

$$= 104,80$$

$$a = (7.290,77) - (104,80 \times 12)$$

$$Y_{2007} = \mathbf{7.310,19}$$

Regresi linier berganda, model regresi linier ini berhubungan secara linear antara dua atau lebih variabel independen (X1, X2, ...Xn) dengan variabel dependen (Y).

$$\mathbf{Y_t = a + B_1.X_{1t} + B_2.X_{2t} \ldots\ldots\ldots\ldots + B_n.X_{nt}}$$

Untuk mecari nilai konstanta dan variable regresi setiap variabel bebas dapat diperoleh dengan menggunakan matriks determinan:

$$A = \begin{bmatrix} N & \sum x1 & \sum x2 & \sum x3 & \sum xn \\ \sum x1 & \sum x1.x1 & \sum x2.x1 & \sum x3.x1 & \sum xn.xn \\ \sum x2 & \sum x1.x2 & \sum x2.x2 & \sum x3.x2 & \sum xn.xn \\ \sum x3 & \sum x1.x3 & \sum x2.x3 & \sum x3.x3 & \sum xn.xn \\ \sum xn & \sum xn.xn & \sum xn.xn & \sum xn.xn & \sum xn.xn \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} a \\ b1 \\ b2 \\ b3 \\ bn \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} \sum Y \\ \sum Y.x1 \\ \sum Y.x2 \\ \sum Y.x3 \\ \sum Y.x4 \end{bmatrix}$$

Kemudian dapat diperoleh nilai a, b1, b2, b3 sebagai berikut:

$$a = \frac{Det\ (A0)}{Det\ A}$$

$$b1 = \frac{Det\ (A1)}{Det\ A}$$

$$b2 = \frac{Det\ (A2)}{Det\ A}$$

$$b3 = \frac{Det\ (A3)}{Det\ A}$$

$$bn = \frac{Det\ (An)}{Det\ A}$$

$$\mathbf{Y_t = a + B_1.X_{1t} + B_2.X_{2t} + B_3.X_{3t} \ldots\ldots\ldots\ldots + B_n.X_{nt}}$$

Yt = Hasil Prediksi

a = Konstanta

X1 = Variabel bebas 1

X2 = Variabel bebas 2

X3 = Variabel bebas 3

Xn = Variabel bebas n

Contoh kasus riset berikutnya yaitu riset Miswar (2012) tentang analisa komitmen pimpinan perusahaan konstruksi di kota Lhoksumawe menggunakan metode regresi linier berganda. Persaingan dalam pasar global dapat dimenangkan jika perusahaan konstruksi selalu menyediakan pelayanan yang superior bagi konsumen, mengembangkan kapabilitas baru dan komitmen pada kualitas, mengembangkan inovasi, kreatifitas, inisiatif dan mengelola sumber daya manusia secara lebih efektif. Pengelolaan sumber daya manusia secara efektif dapat meningkatkan komitmen sumber daya manusia pada kualitas. Tanpa komitmen pegawai terhadap kualitas, usaha perbaikan kualitas tidak akan berhasil. Suatu hal yang penting bahwa komitmen pegawai terhadap kualitas adalah komitmen pimpinan akan kualitas. Ketika pegawai menerima kenyataan bahwa manajemen memiliki komitmen terhadap kualitas, mereka cenderung untuk lebih berkomitmen pada kualitas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh praktek manajemen sumber daya manusia terhadap kualitas sumber daya manusia

pada pegawai perusahaan-perusahaan jasa konstruksi di Kota Lhokseumawe. Analisis data dilakukan dengan mengukur keinginan pegawai dan melihat seberapa besar penilaian mereka terhadap praktek manajemen sumber daya manusia oleh komitmen pimpinan pada kualitas sumber daya manusia dengan analisa regresi linier berganda.

Analisis pengaruh manajemen sumber daya manusia, yang terdiri dari beberapa komponen yaitu perencanaan karir, penilaian prestasi kerja, akses informasi teknis dan dukungan sosial politik terhadap komitmen pimpinan pada kualitas pemberdayaan pegawai-pegawai perusahaan jasa konstruksi di Kota Lhokseumawe akan dilakukan dengan analisis regresi liner berganda. Dari persamaan regresi linier berganda ini akan diketahui besarnya nilai Y (komitmen pimpinan pada kualitas) secara kuantitatif dari setiap variabel X seperti pada rumus sebagai berikut:

$$Y = a + b1X1 + b2X2 + b3X3 + b4X4$$

Keterangan:

Y = komitmen pimpinan pada kualitas;

X1 = perencanaan karir;

X2 = penilaian prestasi kerja;

X3 = akses informasi teknis;

X4 = dukungan sosial politik;

Perhitungan regresi tersebut akan menunjukkan kekuatan hubungan fungsional antara variabel terikat (Y) dengan variabel bebas (X1, X2, X3, X4) untuk mengukur kedekatan hubungan antara variable terikat (*dependent variabel*) dengan variabel bebas (*independen variabel*).

Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Kuisioner:

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui suatu konsistensi hasil pengukuran dari instrument kuisioner skala likert yang dipakai dalam penelitian ini. Dalam pengukuran reliabilitas ini digunakan cara *one shot* atau pengukuran sekali saja. Suatu instrument penelitian dikatakan reliabel jika memiliki nilai *Cronbach Alpha* lebih besar dari 0,60.

Tabel 5. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Kuisioner untuk tiap Aspek

No.	Aspek	Nilai *Cronbach Alpha*	Kriteria	Status
1.	Perencanaan Karir	0,507	≥ 0,500	Reliebel
2.	Penilaian Prestasi Kerja	0,547	≥ 0,500	Reliebel
3.	Akses Informasi Teknis	0,597	≥ 0,500	Reliebel
4.	Dukungan Sosial Politik	0,533	≥ 0,500	Reliebel
5.	Komitmen Pimpinan pada Kualitas	0,501	≥ 0,500	Reliebel

Hasil Analisis Aspek Perencanaan Karir:

Sub aspek yang dianalisis meliputi sub aspek perilaku adil dalam berkarir (Per_Karir_1), kepedulian atasan langsung (Per_Karir_2), informasi tentang berbagai peluang promosi (Per_Karir_3), minat untuk dipromosikan (Per_Karir_4) dan tingkat kepuasan (Per_Karir_5). Hasil rekapitulasi analisis statistik deskriptif berupa mean score dan varian sub-sub aspek perencanaan karir ditampilkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis Mean Score tiap Subaspek Perencanaan Karir

No.	Aspek Perencanaan Karir	Jumlah Score	*Mean Score*	*Variance*
1.	Perilaku adil dalam berkarir	614	4.4818	0.310
2.	Kepedulian atasan langsung	581	4.2409	0.390
3.	Informasi tentang berbagai peluang promosi	572	4.1752	0.454
4.	Minat untuk dipromosikan	572	4.1752	0.646
5.	Tingkat kepuasan	615	4.4891	0.472

Hasil Analisis Aspek Penilaian Prestasi Kerja:

Analisis statistik deskriptif berupa mean score dan varian dilakukan untuk sub-sub aspek penilaian prestasi kerja. Sub aspek yang dianalisis meliputi sub aspek mendefinisikan pekerjaan (Pen_PK_1), menilai prestasi kerja (Pen_PK_2), dan menyediakan balikan (Pen_PK_3). Hasil analisis statistik deskriptif berupa mean score dan varian untuk aspek penilaian prestasi kerja adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Analisis Mean Score tiap Subaspek Penilaian Prestasi Kerja

No.	Aspek Penilaian Prestasi Kerja	Jumlah Score	*Mean Score*	*Variance*
1.	Mendefinisikan pekerjaan	589	4.2993	0.535
2.	Menilai prestasi kerja	533	3.8905	0.525
3.	Menyediakan balikan	533	3.8905	0.510

Hasil Analisis Aspek Akses Informasi Teknis:

Analisis statistik deskriptif berupa mean score dan varian dilakukan untuk sub-sub aspek akses informasi teknis. Sub aspek yang dianalisis meliputi sub aspek informasi pekerjaan (Akses_Inf_1), keputusan yang demokratis (Akses_Inf_2) dan partisipasi pegawai (Akses_Inf_3). Hasil rekapitulasi analisis statistik deskriptif berupa mean score dan varian sub-sub aspek akses informasi teknis ditampilkan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Analisis Mean Score tiap Subaspek Akses Informasi Teknis

No.	Aspek Akses Informasi Teknis	Jumlah Score	*Mean Score*	*Variance*
1.	Informasi pekerjaan	602	4.3942	0.564
2.	Keputusan yang demokratis	560	4.0876	0.433
3.	Partisipasi pegawai	554	4.0438	0.498

Hasil Analisis Aspek Dukungan Sosial Politik:

Analisis statistik deskriptif berupa mean score dan varian dilakukan untuk sub-sub aspek dukungan sosial politik. Sub aspek yang dianalisis meliputi sub aspek memotivasi pegawai (Duk_Sospol_1), memberi penghargaan kepada pegawai (Duk_Sospol_2) dan perhatian atasan (Duk_Sospol_3). Hasil rekapitulasi analisis statistik deskriptif berupa mean score dan varian sub-sub aspek dukungan sosial politik ditampilkan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Analisis Mean Score tiap Subaspek Dukungan Sosial Politik

No.	Aspek Dukungan Sosial Politik	Jumlah Score	*Mean Score*	*Variance*
1.	Memotivasi pegawai	545	3.9781	0.448
2.	Memberi penghargaan kepada pegawai	530	3.8686	0.659
3.	Perhatian atasan	557	4.0657	0.518

Hasil Analisis Aspek Komitmen Pimpinan pada Kualitas:

Analisis statistik deskriptif berupa mean score dan varian dilakukan untuk sub-sub aspek komitmen pimpinan pada kualitas. Sub aspek yang dianalisis meliputi sub aspek memelihara atau meningkatkan harga diri (Komitmen_1), memberikan tanggapan dengan empati (Komitmen_2), meminta bantuan dan mendorong keterlibatan (Komitmen_3), mengungkapkan pikiran, perasaan dan rasional (Komitmen_4) dan memberikan dukungan tanpa mengambil alih tanggung jawab (Komitmen_5). Hasil rekapitulasi analisis statistik deskriptif berupa mean score dan varian sub-sub aspek komitmen pimpinan pada kualitas ditampilkan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Analisis Mean Score tiap Subaspek Komitmen Pimpinan pada Kualitas

No.	Aspek Komitmen Pimpinan pada Kualitas	Jumlah Score	*Mean Score*	*Variance*
1.	Memelihara atau meningkatkan harga diri	609	4.4453	0.543
2.	Memberikan tanggapan dan empati	552	4.0292	0.470
3.	Meminta bantuan dan mendorong keterlibatan	495	3.6131	0.768
4.	Mengungkapkan pikiran, perasaan dan rasional	502	3.6642	0.563
5.	Memberikan dukungan tanpa mengambil alih tanggung jawab	511	3.7299	0.625

Hasil Analisis Regresi Linier Berganda Aspek Perencanaan Karir, Aspek Penilaian Prestasi Kerja, Aspek Akses Informasi Teknis, Aspek Dukungan Sosial Politik, sebagai Variabel Bebas, terhadap Aspek Komitmen Pimpinan pada Kualitas sebagai Variabel Terikat.

Dari hasil regresi diperoleh model persamaan sebagai berikut:

Y = 8,807 + 0,016 X1 + 0.482 X2 + 0,021 X3 + 0,356 X4

Nilai Sig. = 0,000 0,850 0,000 0,881 0,001

Nilai Sig. untuk pengujian kelinieran model (uji F) = 0,000, dalam hal ini:

Y = komitmen pimpinan pada kualitas sebagai variabel terikat;

X1 = perencanaan karir;

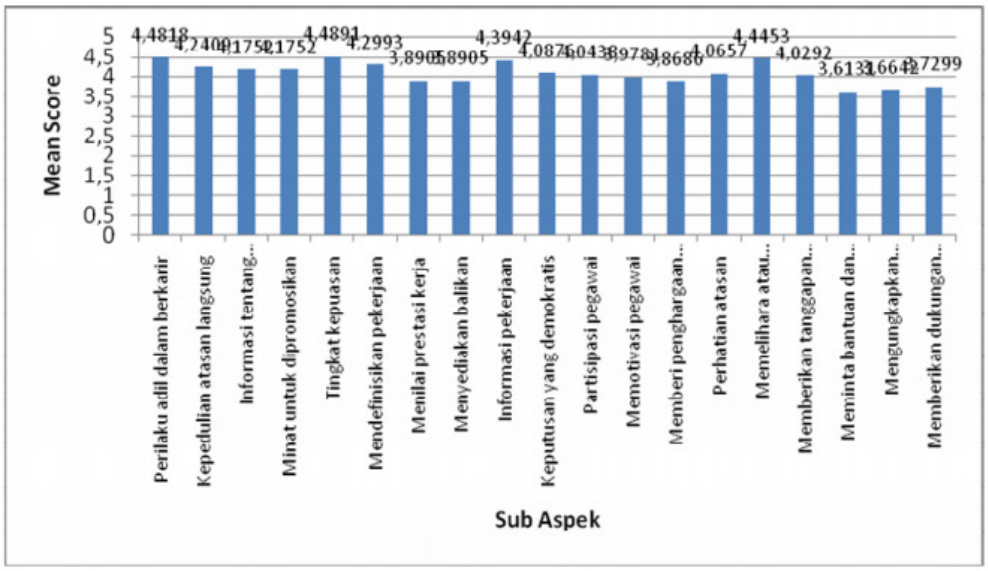
X2 = penilaian prestasi kerja;

X3 = akses informasi teknis;

X4 = dukungan sosial politik.

dengan nilai adjusted R square = 0,280.

Kelima butir pertanyaan dikelompokkan ke dalam interval *mean score*: 0 – 1 sangat tidak penting, 1.1 – 2 tidak penting, 2.1 – 3 netral, 3.1 – 4 penting, dan 4.1 – 5 sangat penting. Dari hasil analisis *mean score* terlihat bahwa untuk aspek perencanaan karir sub aspek tingkat kepuasan memiliki nilai *mean score* tertinggi sebesar 4,4891 dengan pernyataan "sangat penting" dan nilai varian 0,472. Untuk aspek penilaian prestasi kerja, sub aspek mendefinisikan pekerjaan memiliki nilai *mean score* tertinggi sebesar 4,2993 dengan pernyataan "sangat penting" dan nilai varian 0,535. Untuk aspek akses informasi teknis, sub aspek informasi pekerjaan memiliki nilai mean score tertinggi sebesar 4,3942 dengan pernyataan "sangat penting" dan nilai varian 0,564. Hasil nilai *mean score* selengkapnya untuk sub-sub aspek ditampilkan dalam Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Nilai *Mean Score* untuk Sub Aspek

Untuk pengujian kelinieran model yang diperoleh, hipotesa yang digunakan adalah:

H0 = model yang terbentuk tidak signifikan;

H1 = model yang terbentuk signifikan.

Tolak H0 jika Fhitung > Ftabel atau dalam SPSS jika sig. < α.

Model regresi liner berganda yang diperoleh secara keseluruhan adalah model yang linier secara signifikan. Hal ini dapat dilihat pada nilai probabilitas sig. yang besarnya 0,000 yang lebih kecil dari taraf signifikansi yang digunakan sebesar 0,05, sehingga Ho ditolak dan H1, atau dengan kata model yang terbentuk adalah linier secara signifikan. Jika dtinjau secara parsial antara tiap-tiap variabel bebas terhadap variabel terikat, terlihat bahwa hanya variabel bebas aspek penilaian prestasi kerja (X2) dan aspek dukungan sosial politik (X4) saja yang mempunyai hubungan linier secara signifikan terhadap variabel terikat yaitu aspek komitmen pimpinan pada kualitas. Hal ini terlihat dari nilai probabilitas sig. variabel bebas X2 dan X4 yang masing-masing bernilai 0,000 dan 0,001 yang lebih kecil dari taraf signifikansi yang digunakan sebesar 0,05, sehingga Ho ditolak dan H1

diiterima, atau dengan kata lain perbedaan nilai variable bebas X2 dan X4 mempunyai pengaruh linier yang signifikan terhadap variabel terikat aspek komitmen pimpinan pada kualitas (Y).

Dari hasil regresi diperoleh model persamaan yang baru sebagai berikut:
Y = 9.178 + 0.497 X2 + 0.361 X4

Nilai Sig. = 0,000 0,000 0,001
Nilai Sig. untuk uji F kelinieran model = 0,000, dalam hal ini:
Y = komitmen pimpinan pada kualitas sebagai variabel terikat;
X2 = penilaian prestasi kerja;
X4 = dukungan sosial politik.
dengan nilai adjusted R square = 0,301.

Dari model yang baru diperoleh tersebut, hasil uji kelinieran model (uji F) diperoleh nilai Sig. = 0,000. Nilai ini lebih kecil dari taraf signifikansi yang digunakan sebesar 0,05. Artinya H0 ditolak, atau dengan kata lain, model linier secara signifikan.

METODE BENEFIT COST (B/C) RATIO



Benefit cost ratio (B/C R) merupakan suatu analisa pemilihan proyek yang biasa dilakukan karena mudah, yaitu perbandingan antara *benefit* dengan *cost*. Jika nilainya < 1 maka proyek itu tidak ekonomis, dan kalau > 1 berarti proyek itu *feasible*. Jika B/C ratio = 1 dikatakan proyek itu *marginal* (tidak rugi dan tidak untung) (Yustiarini, 2009).

***Benefit* dan *cost* tetap**

Misalnya suatu pryek pengairan mempunyai umur ekonomis 30 tahun, investasi awal pada awal tahun pertama adalah Rp. 1 milyar sedang biaya OP Rp. 20 juta/tahun, keuntungan proyek adalah Rp. 126 juta/tahun. Bunga bank 5 %, maka:

Biaya tahunan :

Bunga bank 5%	Rp. 50 juta
Depresiasi 30 tahun	Rp. 15 juta
OP	Rp. 20 juta
Total biaya tahunan	Rp. 85 juta
Benefit per tahun	Rp. 126 juta

B/C ratio = 126/85 = 1,48

Seperti pada contoh di atas, *capital cost* Rp. 1 milyar, *annual benefit* Rp. 126 juta, *annual OP* Rp. 20 juta.

Tabel 11. B/C Ratio Menurut Bunga Bank

Bunga Bank (%)	Bunga (juta Rp)	Depresiasi (juta RP)	OP (Rp)	Total cost tahunan (Rp	B/C ratio
0	0	33	20	53	2,38
3	30	21	20	71	1,77
5	50	15	20	85	1,48
7	70	11	20	101	1,25
10	100	6	20	126	1,00

Benefit dan cost tidak tetap

Jika *benefit* dan *cost* tidak sama tiap tahunnya maka analisa dilakukan berdasarkan nilai sekarang (*present value*) atau nilai yang akan datang (*future value*) pada suatu waktu tertentu. Yang mempengaruhi nilai B/C ratio adalah besarnya bunga bank. Semakin rendah nilai bunga bank semakin tinggi nilai B/C ratio. Jika OP dianggap sebagai yang mengurangi jumlah *benefit* tiap tahunnya, maka nilai B/C ratio berubah.

Misalnya pada bunga 5%, total biaya tahunan menjadi Rp. 65 juta dan benefit tahunan menjadi Rp. 126 juta – Rp. 20 juta = Rp. 106 juta sehingga nilai B/C ratio menjadi 106/65 = 1,63. Jika ratio dihitung dengan tetap memperhitungkan biaya OP tahunan, maka disebut B/C ratio. Sedangkan kalau biaya OP dikurangkan pada benefit maka disebut B/C* ratio. Jadi harus dijelaskan cara mana yang akan dipakai.

Net benefit

Net benefit adalah *benefit* dikurangi *cost*. Untuk *benefit* dan *cost* yang konstan maka *net benefit* tahunan adalah selisih dari kedua parameter ini, sedangkan untuk *benefit* dan *cost* yang tidak konstan, selisih harus dihitung atas *present value* atau *future value* pada waktu yang sama. Pengurangan benefit dengan biaya OP tidak mempengaruhi *net benefit*. Sebagai contoh pada bunga 5% benefit dikurangi OP = Rp. 106 juta sedang biaya tahunan Rp. 65 juta maka *net benefit* = Rp. 106 juta – Rp. 65 juta = Rp. 41 juta sama jika *benefit* tahunan tidak dikurangi dengan biaya OP tahunan, yaitu Rp. 126 juta – Rp. 85 juta = Rp. 41 juta.

Tabel 12. Net Benefit

Bunga Bank (%)	Bunga (juta Rp)	Depresiasi (juta RP)	OP (Rp)	Total cost tahunan (Rp)	benefit tahunan (Rp)	B-C (Rp)
0	0	33	20	53	126	73
3	30	21	20	71	126	55
5	50	15	20	85	126	41
7	70	11	20	101	126	25
10	100	6	20	126	126	0

Analisis manfaat (*benefit*) dan biaya (*cost*) sering disebut rasio B/C. Dipergunakan untuk menganalisis kelayakan dari proyek pemerintah atau swasta, yang berhubungan dengan masyarakat luas. Dilatarbelakangi oleh munculnya UU Pengendalian Banjir tahun 1936 di Amerika, menyebutkan bahwa proyek akan didanai jika manfaat yang dihasikan bagi siapa saja melebihi biaya yang diperkirakan. Klasifikasi untuk pengembangan kebudayaan, proteksi, pelayanan ekonomi, dan sumber daya alamiah (Rizky, 2014).

Komponen *Benefit* (Manfaat)

- Manfaat mengurangi biaya.
- Manfaat mengurangi kesalahan-kesalahan.
- Manfaat meningkatkan kecepatan aktivitas.
- Manfaat meningkatkan perencanaan dan pengendalian manajemen.

Komponen *Disbenefit* (Biaya)

- Disbenefit berupa penambahan biaya munculnya faktor lain.
- Disbenefit akibat penurunan kecepatan atau terganggunya aktivitas lain yang berpengaruh.
- Disbenefit akibat hilangnya pendapatan dari faktor lain.

Metode B/C Ratio merupakan teknik yang digunakan untuk menilai layak atau tidaknya suatu proyek non profit yang dikembangkan yaitu dengan menggunakan teknik analisis biaya/manfaat (*cost/benefit analysis*) atau analisis biaya/efektivitas (*cost/effectiveness analysis*) yang dinyatakan dalam angka ratio.

$$\text{B/C ratio} = \frac{\text{benefit} - \text{disbenefit}}{\text{cost}}$$

Jika : B/C > 1, investasi layak (*feasible*)

B/C = 1, tidak terdapat perbedaan (*impas*)

B/C < 1, investasi tidak layak (*infeasible*)

Contoh :

Pemerintah daerah Propinsi Jawa Timur akan membangun sebuah jalan baru ke area pedesaan untuk mendukung pertanian desa. Ongkos pembangunan dibutuhkan sekitar Rp. 1,2 milyar, dengan adanya biaya pemeliharaan per tahun sebesar Rp. 40 juta. Dengan adanya jalan baru ini diharapkan adanya pendapatan dari sektor pertanian sebesar Rp. 400 juta per tahun. Bila jalan diestimasikan berumur 30 tahun dengan tingkat bunga pengembalian modal 8% per tahun, dengan memperkirakan nilainya saat ini, tentukan apakah proyek pembangunan jalan tersebut layak dilaksanakan.

$$\text{B/C ratio} = \frac{\text{PWB}}{\text{PWC}}$$

PWB = Ab(P/A, i, n)

= 400 (P/A, 8%, 30)

= 400. (11,26)

= Rp. 4.504 juta

PWC = I + Ac(P/A, i, n)

= 1200 + 40 (P/A,8%,30)

= 1200 + 40 (11,26)

= Rp. 1.650,4 juta

$$\text{B/C ratio} = \frac{\text{PWB}}{\text{PWC}} = \frac{4504}{1650{,}4} = 2{,}72$$ (B/C > 1, ***feasible***)

Contoh :

Apabila proyek tadi setelah dianalisa ulang ternyata ada kerugian akibat terpakainya lahan pertanian sebesar Rp. 30 juta pada tahun pertama dan tahun-tahun selanjutnya mengalami kenaikan sebesar Rp. 2 juta. Apakah proyek tersebut masih layak dilaksanakan?

PWB = Ab-Adb(P/A, i, n) – G (P/G, 8%, 30)

= 400-30 (P/A, 8%, 30) – 2 (P/G, i, 30)

= 400-30 (11,26) – 2 (103,46)

= 4166,2 – 206,92 = Rp. 3.959,28 juta

PWC = I + Ac(P/A, i, n)

= 1200 + 40 (P/A,8%,30)

= 1200 + 40 (11,26)

= Rp. 1.650,4 juta

$$\text{B/C ratio} = \frac{\text{PWB}}{\text{PWC}} = \frac{3959{,}28}{1650{,}4} = 2{,}40$$ (B/C > 1, ***feasible***)

Contoh :

Bank sampah baru akan memberikan pendapatan bagi warga sebesar Rp. 2,5 juta per tahun, namun suatu studi memperkirakan bahwa ada beberapa kerugian antara lain lalu lintas truk, kebisingan dan bau tak sedap yang diperkirakan senilai Rp. 1,2 juta per tahun. Pembangunan bank sampah tersebut membutuhkan dana sebesar Rp. 240 juta dan akan bertahan selama 40 tahun. Bila tingkat bunga yang ditetapkan sebesar 6 %, prediksikan kelayakannya manfaat dan biayanya dengan melihat nilai ekuivalensi tahunan.

EUAB = Ab - Adb

= 2.500.000 – 1.200.000 = 1.300.000

EUAC = I (A/P, i, n)

= 240.000.000 (A/P, 6%, 40)

= 240.000.000 (0,07)

= 1.680.000

$$B/C\,ratio = \frac{EUAB}{EUAC} = \frac{1.300.000}{1.680.000} = 0{,}77$$

Karena B/C ratio < 1, maka proyek *infeasible* untuk dilaksanakan.

Contoh Soal :

Dalam rangka peningkatan fasilitas rekreasi, pemerintah daerah Kabupaten Lamongan merencanakan investasi baru senilai Rp. 1.200 juta dengan perkiraan pendapatan Rp. 400 juta pada tahun 2-7, setelah itu menurun Rp. 15 juta pertahun. Biaya operasional tahun ke-1 Rp. 50 juta dan selanjutnya naik Rp. 10 juta. Umur investasi diperkirakan 12 tahun dengan nilai sisa Rp. 500 juta, selain itu ada pendapatan lumpsum pada tahun ke-6 sebesar Rp. 300 juta dan OverHoul cost tahun ke-7 sebesar Rp. 100 juta. Evaluasilah kelayakannya jika bunga modal sebesar 10%.

PWB = Ab(P/A, i, 11) (P/F, i, 1) -Gb(P/G, i, 6) (P/F,i,6) + Ls(P/F,i,6) + S (P/F, i,12)

PWB = 400(P/A, 10%, 11) (P/F, 10%, 1) -15(P/G, i10% 6) (P/F,10%,6) + Ls(P/F,10%,6) + S (P/F, 10%,12)

PWB = 400 (6,50).(0,91) -15 (9,69).(0,56) + 300 (0,56) + 500 (0,32)

PWB = 2366 - 81,40 + 168 + 160

PWB = Rp. 2612,6 juta

PWC = I + Ac(P/A, i, 12) + Gc(P/G, i, 12) + OH(P/F,i,7)

PWC = 1200 + 50(P/A, 10%, 12) + 10(P/G, i10% 12) + 100(P/F,10%,7)

PWC = 1200 + 50(6,81) + 10(29,90) + 100(0,51)

PWC = 1200 + 340,5 + 299 + 51

PWC = Rp. 1890 juta

$$B/C\ ratio = \frac{PWB}{PWC} = \frac{2612,6}{1890,5} = 1{,}38$$

Karena B/C ratio > 1, maka proyek *feasible* untuk dilaksanakan.

Berikut merupakan contoh kasus riset Sagita tentang analisa manfaat biaya pembangunan jalan arteri raya Siring-Porong. Kondisi jalan penghubung Surabaya dan Malang saat ini tidak begitu baik, akibat dari bencana lumpur LAPINDO membuat jalan penghubung ini tidak berfungsi optimal. Seperti kondisi saat ini tentu dibutuhkan alternatif jalan lainnya yaitu Pembangunan Jalan Arteri Raya Siring-Porong. Jalan ini akan memperlancar kegiatan pengangkutan/perpindahan barang dan orang. Biaya pembangunan Jalan Arteri Raya Siring-Porong ini cukup besar, sehingga perlu studi kelayakan agar tidak terjadi keterlanjutan pembangunan dengan menganalisa manfaat proyek tersebut. Metode rasio manfaat biaya digunakan untuk mengevaluasi proyek-proyek publik sehingga banyak badan-badan pemerintah lebih mensyaratkan penggunaan metode *Benefit Cost Ratio* (BCR).

Perhitungan Peningkatan Ekonomi:

Dengan dibangunnya jalan Arteri Raya Siring-Porong diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi, khususnya disektor akibat transportasi yang terpengaruh dampak Lumpur Lapindo Sidoarjo. Pertumbuhan ekonomi di Sidoarjo sebesar 5,17%, sehingga dengan dibangunnya jalan Arteri Raya Siring-Porong dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi sebesar :

- Pertumbuhan Ekonomi Jawa Timur akibat adanya jalan Arteri sebesar Rp. 11.000.000.000.000,00
- Pertumbuhan Ekonomi daerah Sidoarjo 5,17 % sehingga Peningkatan Ekonomi Sebesar: 5,17% x Rp. 11.000.000.000.000,00 = Rp. 568.700.000.000.00

Sehingga benefit yang dihasilkan dengan adanya pembangunan Jalan Arteri Raya Siring-Porong adalah :

- Penghematan Nilai Waktu Rp. 19.371.926.720,34
- Penghematan BOK Rp. 161.951.780.158,71
- Peningkatan Ekonomi Rp. 568.700.000.000,00P

Perhitungan Hilangnya Produksi Pertanian:

Pembangunan jalan Arteri Raya Siring-Porong juga memerlukan area lahan untuk dibebaskan, sehingga biaya produksi hasil panen dari pertanian menjadi hilang, berikut perhitungan dari hilangnya produksi pertanian akibat lahan yang digunakan sebagai pembangunan jalan tersebut.

- Luas Lahan = 25m x 7,124km = 178100 m2 = 17,81 ha
- Produksi sawah per ha = Rp. 26.082.000,00

Sehingga hilangnya produksi pertanian akibat pembangunan jalan Arteri Raya Siring-Porong = 17,81 ha x Rp. 26.082.000,00 = Rp. 464.520.420,00

Analisa Manfaat Biaya (*Benefit Cost Ratio*):

Setelah dilakukan perhitungan data-data pada langkah sebelumnya maka langkah terakhir dari analisa data ini adalah menentukan nilai *benefit cost ratio* (BCR), dimana dari perhitungan sebelumnya seluruh analisa diekivalenikan ke dalam nilai sekarang tahun 2010 dengan tingkat suku bunga sebesar 6%, dan 20 tahun umur rencana jalan, dengan rekapitulasi hasil sebagai berikut :

- *Cost present worth* sebesar Rp. 170.378.738.000,00
- *Benefit present worth* sebesar Rp. 750.023.706.879,056
- *Disbenefit present worth* sebesar Rp. 245.299.691.520,00
- *Operational Maintenance present worth* sebesar Rp. 38.863.409.364,69

$$\text{Maka BCR} = \frac{\text{Rp } 750.023.706.879,056 - (245.299.691.520,00 + \text{Rp } 38.863.409.364,69)}{\text{Rp } 170.378.738.000,00}$$

$$= \frac{\text{Rp } 465.860.605.994,364}{\text{Rp } 170.378.738.000,00}$$

$$= 2.73$$

Nilai BCR > 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan proyek pembangunan Jalan Arteri Raya Siring-Porong dikatakan layak.

Analisa Sensitivitas :

Untuk melakukan analisa sensitivitas, perlu terlebih dahulu menentukan dan memilih variabel apa yang sangat signifikan terpengaruh oleh suatu perubahan yang akan mengakibatkan berkurangnya *benefit* (nilai B/C) yang diharapkan dan mempengaruhi kelayakan proyek. Disini dipilihlah variabel yang langsung dapat mempengaruhi suatu jalan dan variabel yang dapat mempengaruhi perjalanan masa depan perekonomian bangsa Indonesia yang lebih baik.

a. Analisa Sensitivitas dengan Variabel LHR

Berdasarkan hasil perhitungan denganmengurangi 50% jumlah LHR yang akan melintas di jalan arteri raya Siring-Porong pada tiap tahunnya dari hasil prediksi yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

- *Cost present worth* sebesar Rp. 170.378.738.000,00
- *Benefit present worth* sebesar Rp. 659.361.853.439,53
- *Disbenefit present worth* sebesar Rp. 245.299.691.520,00
- *Operational Maintenance present worth* sebesar Rp. 38.863.409.364,69



Dari perhitungan analisa sensitivitas dengan perubahan variable jumlah LHR yang akan melintas pasca dioperasikannya jalan arteri raya Siring-Porong lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran 10 dan ternyata nilai B/C yang semula 2,73 aman dari pengaruh kenaikan dan penurunan jumlah LHR hingga batas maksimum + 50% dan minimum -50%.

b. Analisa Sensitivitas dengan Variable Suku Bunga

Berdasarkan hasil perhitungan pengurangan suku bunga menjadi 12% diperoleh hasil sebagai berikut :

- *Cost present worth* sebesar Rp. 170.378.738.000,00
- *Benefit present worth* sebesar Rp. 673.555.218.585,68
- *Disbenefit present worth* sebesar Rp. 264.682.890.576,09
- *Operational Maintenance present worth* sebesar Rp. 58.278.213.555,67

$$\text{Maka BCR} = \frac{\text{Rp}673.555.218.585,68 - \text{Rp}\ 264.682.890.576,09}{Rp\ 170.378.738.000,00}$$

$$= \frac{\text{Rp}\ 408.872.328.009,59}{Rp\ 170.378.738.000,00}$$

$$= 2,40$$

Dari perhitungan analisa sensitivitas dengan perubahan variable tingkat suku bunga pasca pembangunan jalan arteri raya Siring-Porong lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran 12 dan ternyata nilai B/C yang semula 2,73 sangat aman dari pengaruh kenaikan suku bunga menjadi 10% dan 12%.

METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)



Menurut Al-Hamdany (2003) proses pengambilan keputusan pada dasarnya adalah memilih suatu alternatif. *Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan metode penyelesaian problem kriteria ganda, yang menuntut pembuat keputusan mengeluarkan pendapat berkaitan dengan tingkat kepentingan relatif dari masing-masing kriteria yang ada dan kemudian menunjukkan preferensi berkaitan dengan tingkat kepentingan setiap kriteria untuk setiap alternatif.

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah suatu teori tentang pengukuran yang digunakan untuk menemukan skala rasio dengan melakukan perbandingan berpasangan antar faktor. Perbandingan berpasangan tersebut dapat diperoleh melalui pengukuran aktual ataupun pengukuran relatif dari derajat kesukaan, tingkat kepentingan, perasaan (intuisi), pengalaman seseorang maupun fakta, yang merupakan skala dasar yang mencerminkan kekuatan dan preferensi relatif.

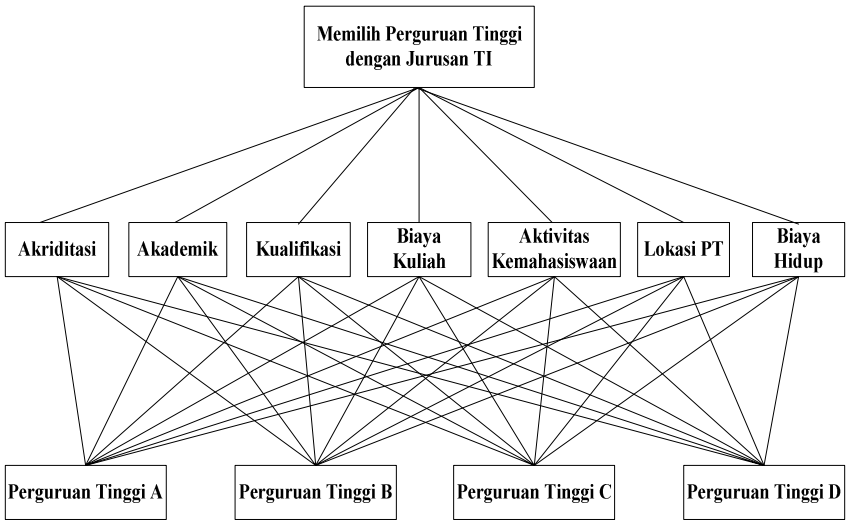
AHP dikembangkan oleh Prof. Thomas L. Saaty tahun 1971 di Wharton School University, yang dapat memecahkan masalah kompleks, di mana aspek atau kriteria yang diambil cukup banyak, namun dapat membantu pengambil keputusan untuk mendapatkan keputusan yang terbaik. Kompleksistas ini juga disebabkan oleh struktur masalah yang belum jelas, ketidakpastian persepsi pengambil keputusan serta ketidakpastian tersedianya data statistik yang akurat atau bahkan tidak ada sama sekali. Adakalanya timbul masalah keputusan yang dirasakan dan diamati perlu diambil secepatnya, tetapi variasinya rumit sehingga datanya tidak mungkin dapat dicatat secara numerik, hanya secara kualitatif saja dapat diukur yaitu berdasarkan persepsi pengalaman dan intuisi yang bersifat subyektif seperti pendapat, perasaan dan kepercayaan.

Peralatan utama AHP adalah sebuah hirarki fungsional dengan input utamanya persepsi manusia. Dengan hirarki, suatu masalah kompleks dan tidak terstruktur dipecahkan ke dalam kelompok-kelompoknya. Kemudian kelompok-kelompok tersebut diatur menjadi suatu bentuk hirarki. Pada dasarnya formulasi matematis pada model AHP dilakukan dengan menggunakan suatu matriks.

Contoh penerapan metode AHP pada riset Wiji (2008) tentang Pemilihan Perguruan Tinggi dengan 7 kriteria yang dipertimbangkan, yaitu: akreditasi, kurikulum, kualifikasi, biaya kuliah, aktivitas mahasiswa, lokasi perguruan tinggi, dan biaya hidup di kota perguruan tinggi. Berikut langkah-langkah metode AHP untuk contoh kasus pemilihan perguruan tinggi tersebut:

- **Menyusun Struktur Hirarki**

Dalam riset AHP ini, tujuan yang ingin dicapai yaitu memperoleh hasil terbaik dalam memutuskan perguruan tinggi apa yang memiliki kualitas yang baik yaitu dapat mendukung tingkat keberhasilan proses belajar mahasiswa, berdasarkan faktor-faktor yang telah disebutkan pada sub bab sebelumnya dan sesuai dengan keinginannya. Tujuan ini diwujudkan dalam empat pilihan alternatif, yaitu perguruan tinggi A, B, C dan D sebagai contoh kasus.



Gambar 11. Hirarki Tujuan Pemilihan Perguruan Tinggi

Untuk mencapai tujuan, diperlukan beberapa faktor yang akan mendukung keputusan. Dalam aplikasi ini, faktor yang disediakan adalah faktor-faktor yang mempengaruhi proses pemilihan perguruan tinggi.

- **Perbandingan Tingkat Kepentingan Antar Faktor**

Setelah ditentukan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi proses pemilihan perguruan tinggi dengan jurusan teknik informatika dan jumlah alternatif perguruan tinggi yang akan dipilih, langkah berikutnya adalah memberikan nilai skala pada proses perbandingan kepentingan antar faktor yang disesuaikan dengan tingkat kepentingan berdasarkan skala dasar pengukuran AHP yang dapat dilihat pada tabel berikut. Proses ini diulang sebanyak jumlah faktor yang digunakan. Sifat dari pemberian nilai skala pada perbandingan ini adalah *reciprocal*.

Tabel 13. Skala Dasar Pengukuran AHP

Intensitas Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Kedua elemen **sama** pentingnya	Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Elemen yang satu agak lebih penting **(sedikit lebih penting)** daripada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting **(cukup penting)** daripada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting **(sangat penting)** daripada elemen yang lainnya	Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktek
9	Satu elemen ekstrim penting **(mutlak penting)** daripada elemen yang lainnya	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2, 4, 6, 8	Nilai tengah diantara dua nilai pertimbangan yang	Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi di antara dua

	saling berdekatan	pilihan
Reciprocal	Jika elemen (x) mempunyai nilai lebih tinggi dari elemen yang lain (y), maka elemen (y) mempunyai nilai yang **berkebalikan** ketika dibandingkan dengan elemen (x)	

Sebagai contoh kasus perbandingan antar faktor dilakukan pada tujuh faktor yang telah dibahas pada subbab sebelumnya dengan contoh pemberian nilai skala sebagai berikut:

Tabel 14. Perbandingan Kepentingan Antar Faktor

FAKTOR	Akreditasi	Kurikulum	Kualifikasi	Biaya Kuliah	Aktivitas MHS	Lokasi	Biaya Hidup
Akreditasi	**1**	1	3	2	3	5	5
Kurikulum	1/1	**1**	1/2	3	2	2	5
Kualifikasi	1/3	2	**1**	1/4	1/3	3	3
Biaya Kuliah	1/2	1/3	4	**1**	1/3	3	2
Aktivitas MHS	1/3	1/2	3	3	**1**	2	4
Lokasi	1/5	1/2	1/3	1/3	1/2	**1**	2
Biaya Hidup	1/5	1/5	1/3	1/2	1/4	1/2	**1**
Jumlah	3.56	5.53	12.16	9.08	7.41	16.5	22

Dalam aplikasi ini, misalnya perbandingan yang terjadi yaitu antara faktor akreditasi terhadap faktor kualifikasi. Karena faktor akreditasi dianggap sedikit lebih penting dibanding faktor kualifikasi, maka berdasarkan skala dasar AHP nilainya adalah 3. Jika perbandingannya dibalik, yaitu faktor kualifikasi dibandingkan dengan faktor akreditasi, maka nilainya adalah 1/3 = 0.33 (sesuai dengan sifat *reciprocal*).

Setelah dilakukan pemberian nilai skala pada perbandingan kepentingan antar faktor, maka perhitungan selanjutnya adalah penjumlahan setiap kolom dari masing-masing faktor yang berfungsi sebagai angka pembagi pada proses perhitungan bobot relatif setiap faktor. Dari hasil contoh pemberian nilai skala perbandingan antar faktor di atas, diperoleh nilai hasil penjumlahan untuk masing-masing faktor sebagai berikut: akreditasi = 3.56, kurikulum = 5.53, kualifikasi = 12.16, biaya kuliah = 9.08, aktivitas kemahasiswaan = 7.41, lokasi = 16.5, biaya hidup = 22.

- **Menetapkan Bobot Relatif dan Prioritas untuk Setiap Faktor**

Proses berikutnya adalah menentukan bobot relatif setiap fakor, dengan cara membandingkan masing-masing nilai skala dengan nilai jumlah setiap kolomnya, yang menyatakan kepentingan relatif faktor. Sedangkan nilai prioritas berupa bobot nilai rata-rata secara keseluruhan, yang diperoleh dari rata-rata bobot relatif yang dinormalkan masing-masing faktor pada setiap barisnya, yang berfungsi untuk menetukan urutan faktor.

Dari contoh tabel pemberian nilai skala perbandingan kepentingan antar faktor tersebut di atas, maka diperoleh hasil perhitungan bobot relatif prioritas faktor yang digambarkan pada tabel 5.3 berikut. Sedangkan hasil perhitungan prioritas faktor dapat dilihat pada tabel 5.4.

Tabel 15. Bobot Relatif dan Prioritas Setiap Faktor

FAKTOR	Akreditasi	Kurikulum	Kualifikasi	Biaya Kuliah	Aktivitas MHS	Lokasi	Biaya Hidup
Akreditasi	0.28	0.18	0.25	0.22	0.4	0.3	0.23
Kurikulum	0.28	0.18	0.04	0.33	0.27	0.12	0.23
Kualifikasi	0.09	0.36	0.08	0.03	0.04	0.18	0.14
Biaya Kuliah	0.14	0.06	0.33	0.11	0.04	0.18	0.09
Aktivitas MHS	0.09	0.09	0.25	0.33	0.13	0.12	0.18
Lokasi	0.06	0.09	0.03	0.04	0.07	0.06	0.09
Biaya Hidup	0.06	0.04	0.03	0.06	0.03	0.03	0.05

Sebagai contoh proses perhitungan bobot relatif pada tabel 5.3 yaitu nilai bobot relatif dari perbandingan antara faktor akreditasi dibanding dengan faktor kualifikasi, yang nilai skalanya = 3 (lihat pada tabel 5.2) dan nilai jumlah kolom = 12.16 maka bobot relatifnya = 3 / 12.16 = 0.25.

Tabel 16. Prioritas Faktor

FAKTOR	Prioritas Faktor
Akreditasi	0.27
Kurikulum	0.21
Kualifikasi	0.13
Biaya Kuliah	0.14
Aktivitas MHS	0.17
Lokasi	0.06
Biaya Hidup	0.04

Hasil perhitungan bobot relatif yang digunakan pada perhitungan prioritas, menghasilkan urutan (prioritas) faktor berdasarkan tingkat

kepentingan sebagai berikut: prioritas faktor yang mempunyai nilai tertinggi yaitu akreditasi dengan nilai prioritas = 0.27, maka faktor akreditasi dianggap paling penting diantara faktor yang lain dan memiliki prioritas utama yang mempengaruhi pengambilan keputusan. Urutan berikutnya sampai pada urutan terendah yaitu faktor kurikulum dengan nilai prioritas = 0.21, faktor aktivitas kemahasiswaan dengan nilai prioritas = 0.17, biaya kuliah dengan nilai prioritas = 0.14, kualifikasi dengan nilai prioritas = 0.13, selanjutnya faktor lokasi dengan nilai prioritas = 0.06, dan urutan terakhir yaitu faktor biaya hidup dengan nilai prioritas = 0.04.

- **Perbandingan Tingkat Kepentingan Semua Alternatif terhadap Setiap Faktor**

Setelah mengetahui nilai prioritas setiap faktor, berikutnya adalah melakukan perbandingan kepentingan semua alternatif terhadap tiap faktor. Sebagai contoh alternatif perguruan tinggi yang digunakan dalam pemecahan metode AHP ini yaitu perguruan tinggi A, B, C dan D.

Berikut contoh perbandingan kepentingan alternatif berdasarkan kriteria/faktor akreditasi.

Tabel 17. Perbandingan Kepentingan Alternatif berdasarkan Akreditasi

AKREDITASI	PT A	PT B	PT C	PT D
PT A	**1**	1/3	2	4
PT B	3	**1**	2	2
PT C	1/3	1/2	**1**	1
PT D	1/4	½	1	**1**
Jumlah	4.58	2.33	6	8

Berikut contoh perbandingan kepentingan alternatif berdasarkan kriteria/faktor kurikulum.

Tabel 18. Perbandingan Kepentingan Alternatif berdasarkan Kurikulum

KURIKULUM	PT A	PT B	PT C	PT D
PT A	**1**	1/2	2	2
PT B	2	**1**	3	4
PT C	1/2	1/3	**1**	1/2
PT D	1/2	¼	2	**1**
Jumlah	4	2.08	8	7.5

Berikut contoh perbandingan kepentingan alternatif berdasarkan kriteria/faktor kualifikasi.

Tabel 19. Perbandingan Kepentingan Alternatif berdasarkan Kualifikasi

KUALIFIKASI	PT A	PT B	PT C	PT D
PT A	**1**	1/4	1/4	2
PT B	4	**1**	3	3
PT C	4	1/3	**1**	1/5
PT D	1/2	1/3	5	**1**
Jumlah	9.5	1.91	9.25	6.2

Berikut contoh perbandingan kepentingan alternatif berdasarkan kriteria/faktor biaya kuliah.

Tabel 20. Perbandingan Kepentingan Alternatif berdasarkan Biaya Kuliah

BIAYA KULIAH	PT A	PT B	PT C	PT D
PT A	**1**	1/3	3	2
PT B	3	**1**	3	5
PT C	1/3	1/3	**1**	1
PT D	1/2	1/5	1	**1**
Jumlah	4.83	1.86	8	9

Berikut contoh perbandingan kepentingan alternatif berdasarkan kriteria/faktor aktivitas.

Tabel 21. Perbandingan Kepentingan Alternatif berdasarkan Aktivitas

AKTIVITAS MHS	PT A	PT B	PT C	PT D
PT A	**1**	1/5	1/4	2
PT B	5	**1**	5	5
PT C	4	1/5	**1**	2
PT D	1/2	1/5	1/2	**1**
Jumlah	10.5	1.6	6.75	10

Berikut contoh perbandingan kepentingan alternatif berdasarkan kriteria/faktor lokasi.

Tabel 22. Perbandingan Kepentingan Alternatif berdasarkan Lokasi

LOKASI	PT A	PT B	PT C	PT D
PT A	**1**	5	5	5
PT B	1/5	**1**	3	3
PT C	1/5	1/3	**1**	2
PT D	1/5	1/3	1/2	**1**
Jumlah	1.6	6.6	9.5	11

Berikut contoh perbandingan kepentingan alternatif berdasarkan kriteria/faktor biaya hidup.

Tabel 23. Perbandingan Kepentingan Alternatif berdasarkan Biaya Hidup

BIAYA HIDUP	PT A	PT B	PT C	PT D
PT A	**1**	1/3	1/2	1/3
PT B	3	**1**	2	3
PT C	2	1/2	**1**	3
PT D	3	1/3	1/3	**1**
Jumlah	9	2.16	3.83	7.33

Misalkan pemberian nilai skala adalah = 5 untuk perbandingan kepentingan alternatif perguruan tinggi PT A dibandingkan dengan PT B berdasarkan faktor lokasi (tabel 5.10). Artinya, berdasarkan faktor lokasi perguruan tinggi PT A sangat memungkinkan untuk dipilih bila dibanding dengan PT B, karena memenuhi keinginan mahasiswa (sesuai contoh kasus) yang ingin kuliah pada perguruan tinggi yang mempunyai jarak cukup dekat dengan tempat tinggal asal.

Setelah dilakukan pemberian nilai skala pada perbandingan kepentingan semua alternatif terhadap setiap faktor, maka perhitungan selanjutnya adalah penjumlahan setiap kolom dari masing-masing alternatif terhadap masing-masing faktor yang berfungsi sebagai angka pembagi pada proses perhitungan bobot relatif semua alternatif terhadap setiap faktor.

- **Menetapkan Bobot Relatif dan Prioritas Alternatif terhadap Setiap Faktor**

Langkah ini sama seperti pada perhitungan bobot relatif dan nilai prioritas untuk setiap faktor, yaitu dengan cara membandingkan masing-masing nilai skala dengan nilai jumlah setiap kolomnya. Sedangkan vektor prioritas berupa bobot nilai rata-rata secara keseluruhan, yang diperoleh dari rata-rata bobot relatif yang dinormalkan masing-masing faktor pada setiap barisnya, yang berfungsi untuk menentukan urutan alternatif berdasarkan setiap faktor.

Dari contoh tabel pemberian nilai skala perbandingan kepentingan semua alternatif terhadap setiap faktor tersebut di atas, maka diperoleh hasil perhitungan bobot relatif dan prioritas alternatif yang digambarkan pada tabel-tabel berikut.

Tabel 24. Bobot Relatif dan Prioritas Semua Alternatif terhadap Faktor Akreditasi

AKREDITASI	PT A	PT B	PT C	PT D	Prioritas Alternatif
PT A	0.22	0.14	0.33	0.5	0.3
PT B	0.66	0.22	0.33	0.25	0.37
PT C	0.07	0.21	0.17	0.13	0.15
PT D	0.04	0.21	0.17	0.13	0.14

Tabel 25. Bobot Relatif dan Prioritas Semua Alternatif terhadap Faktor Kurikulum

KURIKULUM	PT A	PT B	PT C	PT D	Prioritas Alternatif
PT A	0.25	0.24	0.25	0.27	0.25
PT B	0.5	0.48	0.38	0.53	0.47
PT C	0.13	0.16	0.13	0.07	0.12
PT D	0.13	0.12	0.25	0.13	0.16

Tabel 26. Bobot Relatif dan Prioritas Semua Alternatif terhadap Faktor Kualifikasi

KUALIFIKASI	PT A	PT B	PT C	PT D	Prioritas Alternatif
PT A	0.11	0.13	0.03	0.32	0.15
PT B	0.42	0.52	0.32	0.48	0.44
PT C	0.42	0.17	0.11	0.03	0.18
PT D	0.05	0.17	0.54	0.16	0.23

Tabel 27. Bobot Relatif dan Prioritas Semua Alternatif terhadap Faktor Biaya Kuliah

BIAYA KULIAH	PT A	PT B	PT C	PT D	Prioritas Alternatif
PT A	0.21	0.18	0.38	0.22	0.25
PT B	0.62	0.54	0.38	0.56	0.53
PT C	0.07	0.18	0.13	0.11	0.12
PT D	0.1	0.11	0.13	0.11	0.11

Tabel 28. Bobot Relatif dan Prioritas Semua Alternatif terhadap Faktor Aktivitas Kemahasiswaan

AKTIVITAS MHS	PT A	PT B	PT C	PT D	Prioritas Alternatif
PT A	0.1	0.13	0.04	0.2	0.12
PT B	0.48	0.63	0.74	0.5	0.59
PT C	0.38	0.13	0.15	0.2	0.22
PT D	0.05	0.13	0.07	0.1	0.09

Tabel 29. Bobot Relatif dan Prioritas Semua Alternatif terhadap Faktor Lokasi

LOKASI	PT A	PT B	PT C	PT D	Prioritas Alternatif
PT A	0.63	0.76	0.53	0.45	0.59
PT B	0.13	0.15	0.32	0.27	0.22
PT C	0.13	0.05	0.11	0.18	0.12
PT D	0.13	0.05	0.05	0.09	0.08

Tabel 30. Bobot Relatif dan Prioritas Semua Alternatif terhadap Faktor Biaya Hidup

BIAYA HIDUP	PT A	PT B	PT C	PT D	Prioritas Alternatif
PT A	0.11	0.15	0.13	0.05	0.11
PT B	0.33	0.46	0.52	0.41	0.43
PT C	0.22	0.23	0.26	0.41	0.28
PT D	0.33	0.15	0.09	0.41	0.25

- **Menetapkan Keseluruhan Peringkat (Prioritas Global)**

Pada langkah perhitungan prioritas global berfungsi untuk menentukan keseluruhan peringkat dari alternatif, sebagai penentuan keputusan akhir. Dari setiap matriks perbandingan semua alternatif terhadap setiap faktor (level 3), akan didapatkan vektor prioritas alternatif 4 x 1, dan karena terdapat tujuh matriks perbandingan pada level tersebut (sesuai banyaknya faktor yang mempengaruhi), maka gabungan vektor-vektor prioritas tersebut akan menghasilkan matriks yang berordo 4 x 7. Sedangkan vektor prioritas lokal dari setiap faktor (level 2) yang berordo 7 x 1 yang diperoleh dari tujuh faktor yang mempengaruhi proses pemilihan alternatif. Setelah didapatkan vektor prioritas lokal, langkah selanjutnya yaitu pencarian keseluruhan peringkat (prioritas global) dengan melakukan operasi perkalian antara matriks yang memuat kedua prioritas lokal tersebut.

Dari perhitungan, ditunjukkan bahwa alternatif 2 yaitu PT B memperoleh rating 0.45, yang nilainya lebih tinggi dari alternatif alternatif perguruan tinggi yang lain.

METODE INTERNAL RATE OF RETURN (IRR) & NET PRESENT VALUE (NPV)



Metode *Internal Rate of Return* (IRR)

Metode ini digunakan untuk mencari tingkat bunga yang menyamakan nilai sekarang dari arus kas yang diharapkan di masa datang, atau penerimaan kas, dengan mengeluarkan investasi awal (Umar, 2000). IRR adalah salah satu metode untuk mengukur tingkat investasi.

$$\text{Io} = \sum_{t=1}^{n} \frac{CFt}{(1 + IRR)^t}$$

dimana :

t = tahun ke

n = jumlah tahun

Io = nilai investasi awal

CFt = arus kas bersih

IRR = tingkat bunga yang dicari harganya

Nilai IRR dapat dicari dengan cara coba-coba (*trial and error*). Caranya, hitung nilai sekarang dari arus kas dari suatu investasi dengan menggunakan suku bunga yang wajar, misalnya 10 %, lalu bandingkan dengan biaya investasi, jika nilai investasi lebih kecil, maka dicoba lagi dengan suku bunga yang lebih tinggi demikian seterusnya sampai biaya investasi menjadi sama besar. Sebaliknya, dengan suku bunga wajar tadi nilai investasi lebih besar, coba lagi dengan suku bunga yang lebih rendah sampai mendapat nilai investasi yang sama besar dengan nilai sekarang (Umar, 2000). *Decision rule* metode ini adalah "terima investasi yang diharapkan memberikan IRR ≥ tingkat bunga yang dipandang layak". Kelemahan metode IRR ini adalah bahwa i yang dihitung akan merupakan angka yang sama

untuk setiap tahun usia ekonomis dan bisa diperoleh i yang lebih dari satu angka. Kelemahan lainnya adalah pada saat perusahaan harus memilih proyek yang bersifat *mutually exclusive*. Kriteria penilaian: Jika IRR yang didapat ternyata lebih besar dari *rate of return* yang ditentukan maka investasi dapat diterima.

Metode *Net Present Value* (NPV)

Net Present Value yaitu selisih antara *Present Value* dari investasi dengan nilai sekarang dari penerimaan-penerimaan kas bersih (aliran kas operasional maupun aliran kas terminal) di masa yang akan datang (Umar, 2000). Untuk menghitung nilai sekarang perlu ditentukan tingkat bunga yang relevan. NPV > 0 berarti proyek tersebut dapat menciptakan *cash inflow* dengan persentase lebih besar dibandingkan opportunity cost modal yang ditanamkan. Apabila NPV = 0, proyek kemungkinan dapat diterima karena cash inflow yang akan diperoleh sama dengan opportunity cost dari modal yang ditanamkan. Jadi semakin besar nilai NPV, semakin baik bagi proyek tersebut untuk dilanjutkan. Perhitungan NPV memerlukan dua kegiatan penting, yaitu: (1) menaksir arus kas, dan (2) menentukan tingkat bunga yang dipandang relevan.

$$\text{NPV} = \sum_{t=1}^{n} \frac{CFt}{(1 + IRR)^t} - Io$$

dimana :

CFt = aliran kas per tahun pada periode t

Io = investasi pada tahun 0

K = suku bunga (discount rate)

Kriteria Penilaian :

Jika NPV > 0, maka usulan proyek diterima

Jika NPV < 0, maka usulan proyek ditolak

Jika NPV = 0, maka nilai perusahaan tetap walau usulan proyek diterima ataupun ditolak.

Metode *Payback Periode* (PP)

Payback Periode adalah suatu periode yang diperlukan untuk menutup kembali pengeluaran investasi (initial cash investment) yang menggunakan aliran kas, dengan kata lain *payback period* merupakan rasio antara *initial cash investment* dengan *cash inflow*-nya, yang hasilnya merupakan satuan waktu. Selanjutnya nilai rasio ini dibandingkan dengan maximum *payback periode* yang dapat diterima (Umar, 2000).

Jika *payback period* lebih pendek waktunya dari *maximum payback period*-nya maka usulan investasi dapat diterima. Metode ini cukup sederhana sehingga mempunyai beberapa kelemahan antara lain tidak memperhatikan konsep nilai waktu dari uang, disamping juga tidak memperhatikan aliran kas masuk setelah *payback* (Umar, 2000). Untuk mengatasi kelemahan karena mengabaikan nilai waktu uang, metode perhitungan *payback period* dicoba diperbaiki dengan mem*presentvalue*kan arus kas, dan dihitung periode *payback*nya. Cara ini disebut sebagai *discounted payback period* (Husnan, 1997).

$$\text{Payback Period} = \frac{nilai\ investasi}{kas\ masuk\ bersih} x1tahun$$

Kriteria penilaian: Jika PP lebih pendek waktunya dari maksimum PP-nya maka usulan investasi dapat diterima.

Metode *Profitability Index* (PI)

Metode ini digunakan dengan menghitung perbandingan antara nilai sekarang (dari penerimaanpenerimaan kas bersih di masa yang akan datang) dengan nilai sekarang dari investasi. Kriteria ini erat hubungannya dengan kriteria NPV, Jika NPV suatu proyek dikatakan layak (NPV > 0), maka menurut kriteria PI juga layak (PI > 1) karena keduanya variabel yang sama. Kelemahan metode ini adalah metode ini akan selalu memberikan keputusan yang sama dengan NPV kalau dipergunakan untuk menilai usulan investasi

yang sama. Tetapi kalau dipergunakan untuk memilih proyek yang *mutually exclusive*, metode PI kontradiktif dengan NPV (Husnan, 1997).

Titik Pulang Pokok (*Break Even Point*)

BEP adalah suatu alat analisis yang digunakan untuk mengetahui hubungan antar beberapa variabel di dalam kegiatan perusahaan, seperti luas produksi atau tingkat produksi yang dilaksanakan, biaya yang dikeluarkan, serta pendapatan yang diterima. Pendapatan perusahaan merupakan penerimaan karena kegiatan perusahaan, sedangkan biaya operasinya merupakan pengeluaran yang juga karena kegiatan perusahaan. Biaya operasi ini terbagi atas tiga bagian, yaitu biaya tetap, biaya variabel, dan biaya semi variabel.

BEP merupakan keadaan dimana penerimaan pendapatan perusahaan (*total revenue*) yang disingkat TR adalah sama dengan biaya yang ditanggungnya (*total cost*) yang disingkat TC. TR merupakan perkalian jumlah unit barang yang terjual dengan harga satuannya, sedangkan TC merupakan penjumlahan dari biaya tetap dan biaya variabelnya.

$$TR = TC \text{ atau } Q.P = a + b.X$$

dimana :

Q = tingkat produksi (unit)

P = harga jual per unit

a = biaya tetap

b = biaya variabel

Untuk mencari jumlah yang diproduksi agar titik mencapai impasnya adalah :

$$X = \frac{a}{p - b}$$

Jika yang akan dicari adalah total harga agar mencapai titik impas, maka rumusnya adalah :

$$X.P = \frac{a}{(p - b)/p}$$

$$= \frac{a}{1 - b/p}$$

Sebagai contoh penerapan metode IRR dan NPV tersebut di atas, terdapat riset Swastawati (2012) tentang Studi Kelayakan dan Efisiensi Usaha Pengasapan Ikan dengan Asap Cair Limbah Pertanian. Pemanfaatan asap cair sebagai alternatif metoda pengasapan ikan yang murah, mudah diterapkan, dan ramah lingkungan sudah saatnya diterapkan di Indonesia, karena sebagai negara agraris Indonesia memiliki kekayaan alam flora yang menghasilkan limbah kayu yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku asap cair. Oleh sebab itu penelitian ini mengkaji pemanfaatan limbah pertanian yang dapat dijadikan sebagai bahan baku asap cair dan sekaligus kemungkinan penerapannya pada industri pengasapan ikan di Indonesia.

Analisis Kelayakan Usaha Produksi Asap Cair:

Parameter NPV (*Net Present Value*), IRR (*Internal Rate of Return*) dan *paybacks periods* dapat digunakan untuk melakukan analisis usaha. Usaha produksi asap cair terbukti layak atau *feasible*. Hal itu dapat dilihat dari NPV yang positif, IRR yang relatif moderat dan payback periode yang kurang dari 3 tahun. Berikut gambaran mengenai analisis usaha produksi asap cair.

Tabel 31. Analisis Produksi Asap Cair

Parameter	
Modal investasi (Rp)	145.000.000,-
Modal kerja tahun 1 (Rp)	81.320.000,-
Harga produk (Rp/liter) tahun 1	200.000,-
NPV (Rp), 12%, 5 tahun	108.461.057,-
IRR (%)	33.29 %
Payback periods (tahun)	2.80

Modal investasi yang dibutuhkan adalah Rp. 145.000.000,- dimana paling banyak digunakan untuk investasi pengadaan kendaraan operasional. Sedangkan untuk tanah dan bangunan dilakukan dengan menyewa. Investasi untuk pengadaan mesin pembuat asap cair hanya Rp. 6.000.000,- yang dapat dipergunakan untuk memproduksi 1.200 liter asap cair per tahun. Konsentrat asap cair dijual dengan kemasan per botol 1 liter dan ditawarkan dengan harga Rp. 200.000/liter untuk tahun pertama. Kenaikan harga pertahun diasumsikan sebesar 5 % per tahun, baik harga produk maupun biaya produksi dan administrasi usaha asap cair.

Dalam analisis NPV, usaha produksi asap cair menghasilkan nilai Rp. 108.461.057 untuk jangka waktu 5 tahun dan faktor suku bunga ditetapkan sebesar 12 %/tahun. Nilai NPV yang positif menunjukkan bahwa apabila diakumulasikan antara biaya investasi dan keuntungan yang diperoleh dalam 5 tahun serta di-*present value*-kan, maka nilainya masih positif yang berarti memberikan keuntungan.

Sedangkan dalam analisis IRR, usaha produksi asap cair menghasilkan 33,29 %. Nilai tersebut relatif lebih besar dari suku bunga yang ditetapkan oleh Bank Indonesia (BI *rate*) dan *discount factors* yang ditetapkan (12%). hal itu menunjukkan bahwa usaha produksi asap cair relatif feasible karena menghasilkan tingkat pengembalian lebih besar dari suku bunga yang berlaku secara umum. Sedangkan payback periods dari usaha ini adalah 2,8 tahun. Oleh karena itu, dapat diartikan bahwa lama pengembalian modal usaha produksi asap cair relatif tidak terlalu lama.

Analisis Kelayakan Usaha Produksi Ikan Asap:

Alternatif usaha juga dapat dilakukan dengan memproduksi ikan asap. Adapun alternatif beberapa jenis ikan dapat dijadikan komoditas ikan asap antara lain ikan Tongkol, Manyung, Pari, Bandeng, dan kembung. Secara garis besar, analisis usaha produksi beberapa jenis ikan asap adalah sebagai berikut :

Tabel 32. Analisis Usaha Beberapa Jenis Ikan Asap

Parameter	Manyung	Tongkol	Pari
Modal investasi (Rp juta)	140	140	140
Modal kerja tahun 1 (Rp juta)	333.2	256.8	240.8
Harga produk (Rp/kg) tahun 1	52.500	42.500	40.000
NPV (Rp juta), 12%, 5 tahun	63.35	54.31	45.07
IRR (%)	24.74	23.33	21.50
Payback periods (tahun)	3.31	3.35	3.46

Dalam table di atas dapat dilihat bahwa modal investasi produksi ikan asap Rp. 140 juta, dimana dana terbesar dipergunakan untuk pengadaan kendaraan operasional. Sedangkan harga produk bervariasi mulai dari Rp. 35.000 sampai Rp. 60.000,- dimana dipengaruhi oleh harga bahan baku dan preferensi konsumen. Semakin tinggi harga bahan baku dan preferensi konsumen, maka harga produk yang ditawarkan semakin tinggi.

Dalam analisis NPV terlihat bahwa NPV untuk 5 tahun dengan *discount factors* 12 % adalah berkisar Rp. 23,08 juta hingga Rp. 86,04 juta. Hal itu dapat diartikan bahwa usaha yang dilakukan positif, dimana suatu usaha dikatakan *feasible* bila nilai NPVnya positif. Sedangkan IRR berkisar antara 17-28 % yang merupakan *rate of return* yang moderat dan lebih tinggi dari suku bunga yang ditetapkan. Oleh karena itu berdasarkan parameter IRR, maka usaha beberapa jenis ikan asap juga *feasible*. Sedangkan lama pengembalian modal berkisar 3,13-3,76 tahun sehingga tidak terlalu lama (moderat). Sebagai pembanding dan untuk mengetahui tingkat efisiensinya, dilakukan analisis kelayakan usaha ikan asap tradisional. Survei dilakukan pada pengolah asap tradisional di wilayah Semarang, yaitu di Kelurahan Krobokan dan Kelurahan Tambak Lorok. Pengolah ikan asap tradisional memproduksi dua jenis ikan asap, yaitu manyung asap dan Pari asap. Ringkasan kelayakan usaha ikan asap tradisional adalah sebagai berikut:

Tabel 33. Analisis Usaha Produksi Ikan Asap Tradisional

Parameter	Keterangan
Modal investasi (Rp juta)	25.5
Modal kerja tahun 1 (Rp juta)	142.4
NPV (Rp juta), 12%, 5 tahun	5.2
IRR (%)	18
Payback periods (tahun)	3.69

Pada umumnya, memang kebutuhan modal untuk produksi ikan asap tradisional lebih kecil dibanding ikan asap cair. Namun, NPV, IRR dan payback periods usaha ikan asap cair terlihat lebih menguntungkan. Harga jual ikan manyung asap diasumsikan Rp. 2.500/potong dan harga jual ikan Pari asap Rp. 2.000/potong. Dalam analisis ini, para pengolah ikan tradisional diasumsikan juga dikenakan pajak, meskipun pada kenyataannya para pengolah ikan asap tradisional merupakan pelaku ekonomi non formal yang seringkali tidak membayar pajak. Pada tahun pertama, keuntungan setelah pajak pengolah ikan tradisional sekitar Rp. 3 juta. Namun, apabila pajak tidak dihi tung, maka keuntungan dapat mencapai Rp. 4,7 juta ditambah gaji tenaga kerja (biasanya ditangani rumah tangga sendiri) yang diperhitungkan sekitar Rp. 20,8 juta/tahun.

Contoh riset lain yang menerapkan metode IRR dan NPV yaitu riset Afandi (2009) tentang Analisis Studi Kelayakan Investasi Pengembangan Usaha Distribusi PT. Aneka Andalan Karya bertujuan untuk mengetahui kelayakan rencana pengembangan usaha tersebut dan kemampuan investasinya dalam memberikan keuntungan terhadap jumlah modal yang ditanam. Adapun studi kelayakan pengembangan usaha ini dikaji dengan menggunakan aspek-aspek studi kelayakan yaitu aspek pasar dan pemasaran, aspek teknis produksi dan teknologis, aspek manajemen dan sumber daya manusia, aspek hukum dan legalitas, serta aspek keuangan dan ekonomi.

Aspek-aspek Kelayakan:

- Aspek Pasar dan Pemasaran

  Segmen dan target pasar yang dituju oleh PT. Aneka Andalan Karya adalah pabrik-pabrik yang berada di kawasan industri yang ada di JABODETABEK dan sekitarnya seperti kawasan industri Pulogadung, kawasan industri MM2100 di Cibitung, kawasan industri EJIP di Cikarang, dan pabrik-pabrik yang tidak berada di kawasan industri tersebut bahkan di Lampung. Dalam menjalankan usahanya PT. Aneka Andalan Karya memasok produknya dari beberapa perusahaan yang ada di Indonesia. PT. Aneka Andalan Karya juga mempunyai beberapa pesaing yang bergerak di bidang yang sama yaitu sebagai general supplier alat-alat keselamatan kerja.

  Untuk kualitas produk yang dijual tergantung permintaan dari pelanggan. Dan untuk penetapan harga jual PT. Aneka Andalan Karya memperoleh keuntungan rata-rata sebesar 30% dari harga beli namun tergantung dari kondisi lapangan. Khusus untuk sarung tangan hanya 10% karena ketatnya persaingan yang ada. Untuk promosi, PT. Aneka Andalan Karya belum melakukan promosi karena sistem kerja tidak menuntut adanya promosi. Untuk itu, berdasarkan analisis pasar dan pemasaran maka rencana pengembangan usaha PT. Aneka Andalan Karya layak untuk dilaksanakan.

- Aspek Teknis Produksi dan Teknologis

  PT. Aneka Andalan Karya tidak melakukan kegiatan produksi lagi karena semenjak berganti kepemilikan telah berubah jenis usahanya menjadi general supplier. Untuk produk unggulan yang dijual oleh PT. Aneka Andalan Karya adalah sarung tangan dan produk lainnya berupa alat-alat keselamatan kerja seperti masker, helm, kaca mata, safety shoes, majun dan alat-alat keselamatan kerja lainya. Jenis, kualitas, daya tahan, dan spesifikasi produk beraneka ragam tergantung dari permintaan pelanggan. Untuk lokasi yang direncanakan berada di daerah Bekasi

dengan alasan agar lebih dekat dengan pasar, sehingga diharapkan dapat meminimalisir biaya. PT. Aneka Andalan Karya tidak terlalu mengutamakan *lay out* fasilitas karena sesuai dengan bidang usaha yang dijalankan sebagai general supplier maka gedung atau bangunan fisik tidak memberi pengaruh yang cukup signifikan bagi para pekerja. Berdasarkan analisis teknis produksi dan teknologis maka rencana pengembangan usaha PT. Aneka Andalan Karya layak dilaksanakan.

- Aspek Manajemen dan Sumber Daya Manusia

  PT. Aneka Andalan Karya memiliki rencana atau planning manajemen yang telah dipersiapkan dan diperhitungkan dari investasi yang telah dianggarkan perusahaan seperti penetapan target penjualan setiap tahunnya. Dalam organisasi, perusahaan ini menganut struktur organisasi vertikal sederhana yang perintah kerjanya berasal dari tingkatan struktur paling atas (Direktur Utama) dan diteruskan ke struktur dibawahnya (Manajer penjualan dan bagian administrasi), serta penugasan dan tugas karyawannya diatur sebagaimana dalam aspek sumber daya manusia.

  Untuk tingkat pendidikan para pekerja masih setingkat SMA tetapi sudah berpengalaman dibidangnya. PT. Aneka Andalan Karya juga melakukan pengarahan (*Directing*) dan pengawasan (*Controling*) untuk mengawasi serta menganalisa kinerja karyawan. Jika terjadi penurunan, maka akan dilakukan pembinaan kembali serta dicari penyebab dan solusinya. PT. Aneka Andalan Karya juga telah menggunakan sistem informasi manajemen (SIM) yang sederhana guna menyimpan informasi-informasi yang dibutuhkan oleh manajer. Untuk itu, berdasarkan analisis manajemen dan sumber daya manusia layak untuk dilaksanakan dengan catatan melakukan beberapa perbaikan diantaranya perlu dilakukan perekrutan pekerja baru yang lebih kompeten.

- Aspek Hukum dan Legalitas

  PT. Aneka Andalan Karya merupakan suatu bentuk usaha perseroan terbatas yang tentunya telah memiliki surat-surat izin yang lengkap dan valid untuk mendirikan perusahaan ini, seperti Akta Pendirian PT, Tanda Daftar Perusahaan, Surat Keterangan Domisili Perusahaan, Surat Izin Usaha Perdagangan, Surat Wajib Pajak.

- Aspek Keuangan dan Ekonomi

  Berdasarkan surat akta pendirian perusahaan, modal dasar perseroan adalah sebesar Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah) dan modal yang telah ditempatkan dan disetor sebesar Rp 25.000.000 (dua puluh lima juta rupiah). Dalam masalah-masalah yang menyangkut dengan keuangan, PT. Aneka Andalan Karya memerlukan dana investasi yang berasal dari modal sendiri dan modal pinjaman dari bank dengan tingkat bunga 14% (flat) yang diperkirakan akan kembali dalam waktu 5 tahun. Krisis global dunia yang terjadi pada tahun 2008 cukup berdampak pada perekonomian Indonesia dan berdampak juga pada penjualan PT. Aneka Andalan Karya. Namun, pada awal tahun 2009 penjualan PT. Aneka Andalan Karya telah menunjukan pemulihan secara perlahan hingga saat ini.

Metode *Payback Period* (PP):

Metode ini digunakan untuk menghitung berapa lama jangka waktu pengembalian modal tersebut dapat kembali. Dengan perhitungan sebagai berikut:

Investasi	Rp 311.000.000
AKB I	Rp 90.621.500 -
	Rp 220.378.500
AKB II	Rp 120.641.000 -
	Rp 99.737.500

Jadi AKB tahun ke-2 sebesar Rp 99.737.500, belum dapat menutupi investasi awal senilai Rp 311.000.000 atau masih kurang sebesar Rp. 99.737.500.

$$\text{Payback period} = \frac{\text{Rp } 99.737.500}{\text{Rp } 188.258.000} \text{ x 12 bulan}$$

$$= 0{,}53$$

$$0{,}53 \text{ x } 30 \text{ hari} = 15{,}9 = 16 \text{ hari}$$

Jadi, berdasarkan perhitungan payback periodnya dapat disimpulkan bahwa modal akan kembali dalam jangka waktu 2 tahun 16 hari.

Metode ARR (*Average Rate of Return*) :

Metode ini digunakan untuk mengukur berapa tingkat keuntungan rata-rata yang diperoleh dari suatu investasi. Dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata EAT} = \frac{\text{Total EAT}}{\text{Umur Ekonomis(n)}}$$

$$= \frac{\text{Rp. } 671.485.500}{10}$$

$$= \text{Rp. } 67.148.550$$

$$\text{Rata-rata Investasi} = \frac{\text{Investasi}}{\text{Umur Ekonomis(n)}}.$$

$$= \frac{\text{Rp. } 311.000.000}{10}$$

$$= \text{Rp. } 31.100.000$$

$$\text{ARR} = \frac{\text{Rp. } 67.148.550}{\text{Rp } 31.100.000} \text{ x } 100\%$$

$$= 215{,}91\%$$

Dari perhitungan diatas, hasil ARR-nya > dari tingkat keuntungan yang diisyaratkan yaitu sebesar 100%, maka proyek ini diterima.

Metode NPV (*Net Present Value*) :

Metode ini digunakan untuk mengukur apakah suatu proyek *feasible* atau tidak. Dengan rumus perhitungan:

NPV = Total PV Aliran Kas Bersih – Total PV Investasi
= Rp 536.586.113 – Rp 311.000.000
= Rp 225.586.113

Dari perhitungan diatas, NPV-nya bernilai postif dan nilainya > 0. Berarti rencana pengembangan yang akan dilakukan oleh PT. Aneka Andalan Karya dapat diterima.

Metode IRR (*Internal Rate of Return*) :

Metode ini digunakan untuk mengukur berapa tingkat pengembalian intern yang diperoleh dari suatu investasi. Berikut ini tabel 7 menunjukkan hasil perhitungan IRR dan PV AKB kedua dengan DF sebesar 40%:

Tingkat bunga 1 = P1 = 14% = 0,14
Tingkat bunga 2 = P2 = 40% = 0,4
NPV 1 = C1 = Rp 225.586.113
NPV 2 = C2 = -Rp 21.114.203

$$IRR = 0{,}14 - Rp\ 225.586.113 \times \frac{0{,}4 - 0{,}14}{-Rp\ 21.114.203 - Rp.225.586.113}.$$

= 37,77%

Nilai IRR yang diperoleh adalah sebesar 37,77% lebih besar dari bunga pinjaman sebesar 14%, maka IRR diterima.

Metode PI (*Profitabilitas Indeks*) :

Metode ini digunakan untuk membandingkan nilai sekarang dari arus kas bersih terhadap pengeluaran awalnya dengan perhitungan:

PI = Rp 536.586.113
Rp 311.000.000
= 1,72

Dari hasil perhitungan *Profitabilily Index* hasilnya adalah 1,72. Berarti usul investasi usaha PT. Aneka Andalan Karya layak dilakukan atau diterima karena syarat PI diterima adalah > 1.

Contoh riset lain untuk penerapan metode IRR dan NPV, yaitu: riset Apriliya, dkk (2013) tentang Analisis Kelayakan Teknologi Informasi.

Identifikasi Biaya:

- *Procurement Cost*

  Procurement merupakan total semua biaya pengadaan hardware yang di investasikan untuk menunjang kebutuhan bisnis. Berikut merupakan *procurement* yang dikeluarkan oleh Createchidea dari awal pendirian *software house* tersebut. Biaya *procurement* ini dikeluarkan pada tahun-tahun pertama pendirian *Software house* Createchidea.

Tabel 34. Biaya *Procurement*

No.	Nama	Cost
1	Biaya Laptop 5 Buah	Rp 25.000.000
2	Biaya Kantor	Rp 15.000.000
3	Biaya Pembelian LCD	Rp 10.000.000
4	Manajemen	Rp 2.500.000
5	ATK/Stasionery	Rp 500.000
6	Jaringan Internet Speedy	Rp 300.000
7	Biaya Instalasi Hardware	Rp 300.000
Total Procurement		Rp 53.600.000

- *Start up Cost*

  Start up cost merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk mendukung kebutuhan operasional. Sama seperti *procurement*, *start up*

cost biasanya dikeluarkan pada tahun-tahun pertama pendirian Software house Createchidea.

Tabel 35. *Start Up Cost*

No.	Nama	Cost
1	Biaya Management SDM	Rp 15.000.000
2	Akomodasi	Rp 500.000
3	Pembelian Software	Rp 5.000.000
4	Biaya Instalasi Jaringan	Rp 100.000
5	Biaya Pembelian Perlengkapan	Rp 500.000
Total start up		Rp 21.100.000

- *Project Related Cost*

  Project Cost atau biaya projek adalah total biaya yang harus dikeluarkan pada saat menerima project. Biaya ini terdiri dari biaya kebutuhan-kebutuhan dari pembangunan sebuah projek. Biaya ini merupakan modal yang digunakan untuk mendukung proses keberlangsungan sebuah projek. Data di atas merupakan *Project Cost* yang dibutuhkan oleh Createchuidea dalam menjalankan sebuah projek.

Tabel 36. *Project Cost*

No.	Nama	Cost
1	Hosting Domain	Rp 200.000
2	Manajemen	Rp 12.000.000
3	Akomodasi Proyek	Rp 500.000
4	Biaya Pelatihan	Rp 500.000
Total biaya proyek		Rp 12.700.000

- *Ongoing Cost*

  Ongoing Cost merupakan biaya-biaya yang harus dikeluarkan pada saat projek telah dilaksanakan. Biaya ini terdiri dari biaya perawatan dan perbaikan.

Tabel 37. *Ongois Cost*

No.	Nama	th 0	th 1	th 2
1	Kantor	Rp -	Rp 12.000.000	Rp 12.000.000
2	Stasionery	Rp -	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000
3	Manajemen	Rp -	Rp 1.200.000	Rp 1.200.000
4	Gaji SDM	Rp -	Rp 180.000.000	Rp 180.000.000
.5.`	Biaya perawatan Hardware	Rp -	Rp 500.000	Rp 500.000
6	Biaya perawatan software	Rp -	Rp 300.000	Rp 400.000
Total		Rp -	Rp 196.000.000	Rp 196.100.000
		Rp 392.100.000		

Total Biaya	87,400,000
	(87,400,000)
Cash inflow	
1	**79,000,000**
2	**108,900,000**

Net Present Value (NPV) :

Perhitungan NPV berfungsi untuk membandingkan keseluruhan pengeluaran dan penerimaan pada tingkat bunga tertentu pada setiap tahunnya. NPV dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

$$\text{NPV} = -\textit{Nilai Proyek} + \frac{\textit{Cash Inflow 1}}{(1+i)^1} + \frac{\textit{Cash Inflow 2}}{(1+i)^2}$$

$$= -87.400.000 + \frac{79.000.000}{(1+0.1)^1} + \frac{108.900.000}{(1+0.1)^2}$$

= Rp Rp74,418,182

NPV yang dihasilkan pada kurun waktu 2 tahun yaitu Rp 74.418.182. Karena nilai NPV > 0, maka proyek tersebut diterima.

Payback Period :

Penilaian proyek investasi menggunakan metode ini didasarkan pada lamanya investasi tersebut dapat tertutup dengan aliran-aliran kas masuk, dan faktor bunga tidak dimasukan dalam perhitungan ini.

Payback Period $= \frac{Jumlah\ Investasi}{Kas\ Masuk\ Bersih}$ **x 12 bulan**

Inventasi	**=**	**Rp**	**87.400.000**
Laba tahun 1	**=**	**Rp**	**79.000.000** –
Sisa Investasi tahun 2	**=**	**Rp**	**8.400.000**

Dari sisa investasi 2 tahun Rp. 8.400.000 tertutup dengan cash inflow tahun ke 2 sebesar Rp. 108.900.000. Dari nilai tersebut maka untuk perhitungan PP dapat dihitung :

$$\text{Payback Period} = \frac{jumlah\ investasi}{kas\ masuk\ bersih}\ x\ 12\ bulan$$

$$= \frac{8.400.000}{108.900.000}\ x\ 12\ bulan$$

$$= 0{,}925 \text{ bulan}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh hasil jangka waktu pengembalian investasi dengan waktu 1 tahun 0,925 bulan.

Berikut merupakan contoh lain riset Cahyosatrio, dkk (2014) tentang Analisis *capital budgeting* sebagai salah satu metode untuk menilai kelayakan investasi aktiva tetap mesin dan kendaraan. Perusahaan Malang Indah merupakan salah satu perusahaan industri dengan bidang usaha produksi pembuatan batako, genteng dan paving stone. Dalam menjalankan usahanya, Perusahaan Malang Indah telah memproduksi produknya untuk memenuhi permintaan pasar. Seiring dengan berjalannya waktu, jumlah permintaan akan produk dari Perusahaan Malang Indah mengalami peningkatan, namun perusahaan belum mampu untuk memenuhi seluruh permintaan konsumen. Hal tersebut dikarenakan oleh beberapa kendala yang menjadi penghambat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 38. Data Permintaan dan Kapasitas Normal Mesin

Produk	Keterangan	2010	2011	2012
Batako	Permintaan (m^2)	21.960	23.040	23.760
	Kapasitas Normal Mesin (m^2)	19.800	19.800	19.800
	Selisih	2.160	3.240	3.960
Paving Stone	Permintaan (m^2)	32.400	33.480	34.560
	Kapasitas Normal Mesin (m^2)	30.600	30.600	30.600
	Selisih	1.800	2.880	3.960
Genteng	Permintaan (m^2)	36.360	37.440	38.520
	Kapasitas Normal Mesin (m^2)	34.200	34.200	34.200
	Selisih	2.160	3.240	4.320

Dari data di atas dapat diketahui bahwa jumlah permintaan produk batako, genteng dan paving stone pada Perusahaan Malang Indah mulai tahun 2010 hingga tahun 2012 terus meningkat. Namun perusahaan tidak mampu memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat setiap tahunnya, hal ini dikarenakan terjadi keterbatasan terhadap kapasitas produksi. Selain jumlah permintaan yang masih belum terpenuhi, Perusahaan Malang Indah juga memiliki kendala dalam proses pengiriman produksi. Perusahaan Malang Indah sebelumnya memiliki dua armada atau truk sebagai alat pengiriman. Namun pada awal tahun 2010 salah satu truk mengalami kerusakan hingga tidak dapat digunakan untuk beroperasi, sehingga proses pengiriman produk kepada para konsumen mengalami keterbatasan.

Metode *Average Rate of Return* (ARR) :

Metode Average Rate of Return (ARR) digunakan untuk mengukur berapa persen tingkat keuntungan rata-rata yang akan diperoleh perusahaan dari suatu investasi. Rumus yang digunakan untuk menghitung ARR adalah rata-rata *Earning After Tax* (EAT) dibagi dengan *Initial Investment*

$$\text{Rata-rata } \textit{Earning After Tax} \text{ (EAT)} = \frac{\textit{Total EAT}}{n}$$

$$= \frac{Rp.3.724.978.239}{8}$$

$$= \text{Rp. } 465.622.279$$

$$\textit{Average Rate of Return} \text{ (ARR)} = \frac{\textit{Rata-rata EAT}}{\textit{Initial Investment}}$$

$$= \frac{\text{Rp.}465.622.279}{Rp.360.000.000}$$

$$= 129{,}34\%$$

Dari perhitungan di atas diketahui nilai *Average Rate of Return* (ARR) sebesar 129,34% melebihi tingkat Coc yang diinginkan oleh perusahaan yaitu 28,63%. Sehingga rencana investasi tersebut layak untuk dilaksanakan.

Metode *Net Present Value* (NPV) :

Metode *Net Present Value* (NPV) digunakan untuk menilai selisih antara nilai sekarang (*present value*) investasi dengan nilai sekarang penerimaan kas bersih di masa yang akan datang. *Rate of return* yang diinginkan perusahaan adalah sebesar 28,63%. Perhitungan *Net Present Value* ini adalah sebagai berikut:

NPV=Present Value Net Cash Inflow - Present Value Initial investment

NPV=Rp.1.233.708.634 - Rp.360.000.000

=Rp. 873.708.634

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa Total *Present Value Net Cash Inflow* lebih besar dari nilai investasi yang diinginkan. Sehingga dengan yang diinginkan perusahaan sebesar 28,63% didapatkan *Rate of return* nilai NPVnya adalah Rp. 873.708.634atau NPV > 0. Sehingga rencana investasi tersebut layak untuk dilaksanakan.

Metode *Internal Rate of Return* (IRR) :

Metode *Internal Rate of Return* (IRR) digunakan untuk menghitung tingkat bunga yang menyamakan nilai sekarang investasi dengan nilai sekarang penerimaan-penerimaan kas bersih di masa mendatang. Apabila tingkat bunga ini lebih besar daripada tingkat bunga relevan, maka investasi ini dapat dikatakan menguntungkan, namun apabila lebih kecil dapat dikatakan merugikan. Perhitungan yang dilakukan dalam *Internal Rate of Return* adalah dengan menghitung *trial and error* PVCI sampai menghasilkan NPV positif atau negatif. Perhitungan metode Internal Rate of Return (IRR) adalah sebagai berikut: Pada discount rate 86% dan 87% diperoleh NPV yang positif dan negatif, sehingga proses *trial and error* dilanjutkan dengan interpolasi untuk mendapatkan IRR sebenarnya.

$$\text{IRR} = 86\% + \frac{\text{Rp.129.537}}{\text{Rp.5.059.106}} \text{ x } 1\%$$
$$= 86\% + 0.02560483 \text{ x } 1\% = 86{,}03\%$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa nilai IRR yang dihasilkan sebesar 86,03% Nilai ini lebih besar dari return yang diinginkan perusahaan yaitu sebesar 28,63%. Sehingga rencana investasi tersebut layak untuk dilaksanakan.

METODE FUZZY MULTIPLE ATTRIBUTE DECISION MAKING (FMADM) & SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW)



Fuzzy Multiple Attribute Decision Making **(FMADM)**

FMADM adalah suatu metode yang digunakan untuk mencari alternatif optimal dari sejumlah alternatif dengan kriteria tertentu. Inti dari FMADM adalah menentukan nilai bobot untuk setiap atribut, kemudian dilanjutkan dengan proses perankingan yang akan menyeleksi alternatif yang sudah diberikan. Pada dasarnya, ada 3 pendekatan untuk mencari nilai bobot atribut, yaitu pendekatan subyektif, pendekatan obyektif dan pendekatan integrasi antara subyektif & obyektif. Masing-masing pendekatan memiliki kelebihan dan kelemahan. Pada pendekatan subyektif, nilai bobot ditentukan berdasarkan subyektifitas dari para pengambil keputusan, sehingga beberapa faktor dalam proses perankingan alternatif bisa ditentukan secara bebas. Sedangkan pada pendekatan obyektif, nilai bobot dihitung secara matematis sehingga mengabaikan subyektifitas dari pengambil keputusan (Kusumadewi, 2007).

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mnyelesaikan masalah FMADM antara lain (Kusumadewi, 2006):

a. *Simple Additive Weighting Method* (SAW)
b. *Weighted Product* (WP)
c. ELECTRE
d. *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS)
e. *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

Algoritma FMADM adalah sebagai berikut (Kusumadewi , 2007):

- Memberikan nilai setiap alternatif (Ai) pada setiap kriteria (Cj) yang sudah ditentukan, dimana nilai tersebut di peroleh berdasarkan nilai crisp; i=1,2,…m dan j=1,2,…n.

- Memberikan nilai bobot (W) yang juga didapatkan berdasarkan nilai crisp.
- Melakukan normalisasi matriks dengan cara menghitung nilai rating kinerja ternormalisasi (rij) dari alternatif Ai pada atribut Cj berdasarkan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan/benefit=MAKSIMUM atau atribut biaya/cost=MINIMUM). Apabila berupa artibut keuntungan maka nilai crisp (Xij) dari setiap kolom atribut dibagi dengan nilai crisp MAX (MAX Xij) dari tiap kolom, sedangkan untuk atribut biaya, nilai crisp MIN (MIN Xij) dari tiap kolom atribut dibagi dengan nilai crisp (Xij) setiap kolom.
- Melakukan proses perankingan dengan cara mengalikan matriks ternormalisasi (R) dengan nilai bobot (W).
- Menentukan nilai preferensi untuk setiap alternatif (Vi) dengan cara menjumlahkan hasil kali antara matriks ternormalisasi (R) dengan nilai bobot (W). Nilai Vi yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif Ai lebih terpilih.

Metode *Simple Additive Weighting* (SAW)

Metode SAW sering juga dikenal istilah metode penjumlahan terbobot. Konsep dasar metode SAW adalah mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada setiap alternatif pada semua atribut. Metode SAW membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan (X) ke suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua rating alternatif yang ada.

$$r_{ij} = \begin{cases} \dfrac{x_{ij}}{\underset{i}{Max}\, x_{ij}} & jika \text{ j adalah atribut keuntungan} \\ \dfrac{\underset{i}{Min}\, x_{ij}}{x_{ij}} & \text{jika j adalah atribut biaya (cost)} \end{cases}$$

dimana rij adalah rating kinerja ternormalisasi dari alternatif Ai pada atribut Cj; i=1,2,...,m dan j=1,2,...,n.

Nilai preferensi untuk setiap alternatif (Vi)diberikan sebagai:

$$V_i = \sum_{j=1}^{n} w_j r_{ij}$$

Nilai Vi yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif Ai lebih terpilih.

Sebagai contoh penerapan metode FMADM dan SAW yaitu riset Wibowo, Henry, dkk (2009) tentang sistem pendukung keputusan untuk menentukan penerima beasiswa Bank BRI. Disetiap lembaga pendidikan khususnya universitas banyak sekali beasiswa yang ditawarkan kepada mahasiswa yang berprestasi dan yang kurang mampu. Ada beasiswa yang dari lembaga milik nasional maupun swasta. Bank BRI adalah salah satu contoh lembaga nasioanl yang mengelar program beasiwa setiap tahun bagi mahasiswa yang kurang mampu dan mahasiswa berprestasi.

Untuk mendapatkan beasiswa tersebut maka harus sesuai dengan aturan-aturan yang telah ditetapkan. Kriteria yang ditetapkan dalam studi kasus ini adalah nilai indeks prestasi akademik, penghasilan orang tua, jumlah saudara kandung, jumlah tanggungan orang tua, semester,usia dan lain-lain. Oleh sebab itu tidak semua yang mendaftarkan diri sebagai calon penerima beasiswa tersebut akan diterima, hanya yang memenuhi kriteria-kriteria saja yang akan memperoleh beasiswa tersebut. Oleh karena jumlah peserta yang mengajukan beasiswa banyak serta indikator kriteria yang banyak juga, maka perlu dibangun sebuah sistem pendukung keputusan yang akan membantu penentuan siapa yang berhak untuk mendapatkan beasiswa tersebut. Model yang digunakan dalam sistem pendukung keputusan ini adalah Fuzzy Multiple Attribute Decision Making (FMADM). Metode SAW ini dipilih karena metode ini menentukan nilai bobot untuk setiap atribut, kemudian dilanjutkan dengan proses perankingan yang akan menyeleksi alternatif terbaik dari sejumlah alternatif, dalam hal ini alternatif yang dimaksud adalah yang berhak menerima beasiswa berdasarkan kriteria-kriteria yang ditentukan.

Dengan metode perangkingan tersebut, diharapkan penilaian akan lebih tepat karena didasarkan pada nilai kriteria dan bobot yang sudah ditentukan sehingga akan mendapatkan hasil yang lebih akurat terhadap siapa yang akan menerima beasiswa tersebut.

Dalam penelitian ini menggunakan FMADM metode SAW. Adapun langkah-langkahnya adalah (Kusumadewi, 2006):

- Menentukan kriteria-kriteria yang akan dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan, yaitu Ci.
- Menentukan rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria.
- Membuat matriks keputusan berdasarkan criteria (Ci), kemudian melakukan normalisasi matriks berdasarkan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan ataupun atribut biaya) sehingga diperoleh matriks ternormalisasi R.
- Hasil akhir diperoleh dari proses perankingan yaitu penjumlahan dari perkalian matriks ternormalisasi R dengan vektor bobot sehingga diperoleh nilai terbesar yang dipilih sebagai alternatif terbaik (Ai) sebagai solusi.

Kriteria Yang Dibutuhkan:

<u>Bobot</u>

Dalam metode penelitian ini ada bobot dan kriteria yang dibutuhkan untuk menentukan siapa yang akan terseleksi sebagai penerima beasiswa.
Adapun kriterianya adalah:

C1=Jumlah penghasilan Orangtua

C2=Usia

C3=Semester

C4=Jumlah tanggungan Orangtua

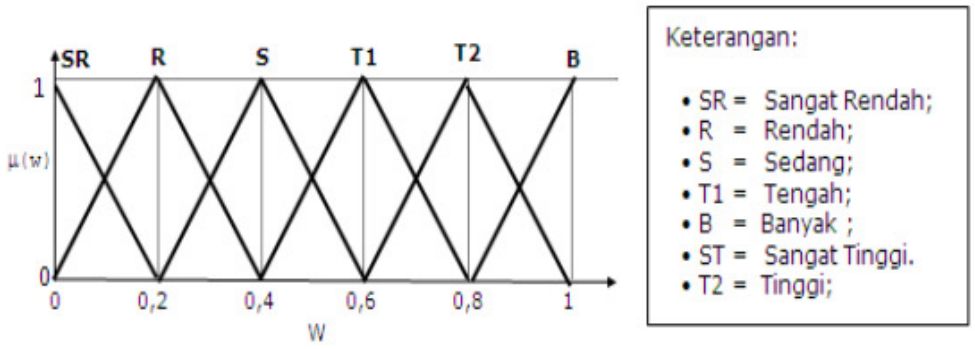
C5=jumlah saudara kandung,

C6= nilai IPK

Dari masing-masing bobot tersebut, maka dibuat suatu variabel-variabelnya. Dimana dari suatu variabel tersebut akan dirubah kedalam bilangan fuzzynya. Di bawah ini adalah bilangan fuzzy dari bobot.

1. Sangat Rendah (SR) = 0
2. Rendah (R) = 0.2
3. Sedang (S) = 0.4
4. Tengah (T1) = 0.6
5. Tinggi (ST) = 0.8
6. Banyak (B) = 1

Untuk mendapat variabel tersebut harus dibuat dalam sebuah grafik supaya lebih jelas pada gambar.



Gambar 12. Grafik Bobot

Kriteria Penghasilan Orang Tua

Variabel penghasilan orang tua dikonversikan dengan bilangan *fuzzy* dibawah ini.

Tabel 39. Penghasilan Orang Tua

Penghasilan Orang Tua (X)	*Nilai*
X <= Rp.1000.000	0.25
X = Rp.1000.000 – 5000.000	0.5
X = Rp.5000.000 – 10.000.000	0.75
X >=Rp.10.000.000	1

Kriteria Usia

Variabel usia dikonversikan dengan bilangan *fuzzy* dibawah ini.

Tabel 40. Usia

Usia	*Nilai*
Usia = 19 Tahun	0.25
Usia = 20 Tahun	0.5
Usia = 21 Tahun	0.75
Usia = 22 Tahun	1

Kriteria Semester

Variabel semester dikonversikan dengan bilangan *fuzzy* dibawah ini.

Tabel 41. Semester

Semester	*Nilai*
Semester = 3	0
Semester = 4	0.2
Semester = 5	0.4
Semester = 6	0.6
Semester = 7	0.8
Semester = 8	1

Kriteria Jumlah Tanggungan Orang Tua

Variabel Jumlah Tanggungan Orang Tua dikonversikan dengan bilangan *fuzzy* dibawah ini.

Tabel 42. Jumlah Tanggungan Orang Tua

Jumlah Tanggungan Orang Tua	*Nilai*
1 anak	0
2 anak	0.25
3 anak	0.5
4 anak	0.75
5 anak	1

Kriteria Jumlah Saudara Kandung

Variabel Jumlah saudara kandung dikonversikan dengan bilangan *fuzzy* dibawah ini.

Tabel 43. Jumlah Saudara Kandung

Jumlah Saudara Kandung	*Nilai*
1 Orang	0
2 Orang	0.25
3 Orang	0.5
4 Orang	0.75
5 Orang	1

Kriteria Nilai IPK

Variabel nilai IPK dikonversikan dengan bilangan *fuzzy* dibawah ini.

Tabel 44. Nilai IPK

Nilai IPK	*Nilai*
IPK < = 2.75	0
IPK = 2.75 – 3.00	0.25
IPK = 3.00 – 3.25	0.5
IPK = 3.25 – 3.50	0.75
IPK >= 3.50	1

Dapat dibentuk matriks keputusan X dengan mengambil 3 sampel data mahasiswa sebagai berikut:

$$X = \begin{bmatrix} 0.75 & 1 & 1 & 0.25 & 0.25 & 0.5 \\ 0.75 & 0.5 & 0.6 & 1 & 1 & 0.75 \\ 0.75 & 0.5 & 0.6 & 0.5 & 0.5 & 0.25 \end{bmatrix}$$

Dan vektor bobot:

$$W = [0.6 \;\; 0.4 \;\; 1 \;\; 1 \;\; 0.2 \;\; 0.8]$$

Matriks ternormalisasi R diperoleh dari persamaan rumus metode SAW:

0.33	0.25	0.2	0.25	0.25	0.50
0.33	0.50	0.33	1.00	1.00	0.75
0.33	0.50	033	0.50	0.50	0.25

Perkalian Matriks W * R sebagai berikut :

0.20	0.10	0.20	0.25	0.05	0.40
0.20	0.20	0.3	1.00	0.20	0.60
0.20	0.20	0.33	0.50	0.10	0.20

Langkah berikutnya adalah penjumlahan dari setiap alternatif. Supaya lebih jelas dimisalkan untuk baris pertama dari matriks diatas adalah A1, baris ke 2 = A2 dan baris ke 3 = A3. Setelah dilakukan proses penjumlahan didapatkan nilai A1 = 1.20, A2 =2.53, A3 = 1.53.

Langkah terakhir adalah proses perangkingan. Hasil perankingan diperoleh: V1 1.20; V2 = 2.53; dan V3 = 1.53. Nilai terbesar ada pada V2 sehingga alternatif A2 (Mahasiswa ke 2) adalah alternatif yang terpilih sebagai alternatif terbaik.

Contoh lain penerapan metode FMADM dan SAW, yaitu riset Oktaputra & Noersasongko (2014) tentang sistem pendukung keputusan kelayakan pemberian kredit sepeda motor menggunakan metode SAW. PT HD Finance, Tbk merupakan perusahaan leasing yang memberikan jasa kredit motor bagi pemohon kredit dan mengambil keuntungan dari pembayaran bunga kredit. Akan tetapi, pada bulan Oktober 2013 tercatat sebesar 1,36% dari 2120 konsumen kredit mengalami kredit macet dimana kredit macet tersebut dapat menghambat arus lalu lintas uang dan menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Pada umumnya, perusahaan leasing merekrut tenaga kerja di bagian Credit Analyst untuk melakukan analisis terhadap kemampuan membayar pemohon kredit dan survey lapangan untuk mengurangi kredit macet.

Seorang Credit Analyst dituntut untuk bekerja cepat dan teliti dalam menganalisa banyaknya data pemohon kredit yang masuk sehingga tidak menutup kemungkinan terjadi human error, seperti kesalahan perhitungan, salah membaca data, dll. Oleh karena itu, dalam upaya membantu Credit Analyst dalam kegiatan pengambilan keputusan konsumen layak kredit, diperlukan model sistem berbasis komputer yang dapat memberikan kemudahan dalam melakukan analisa data, perhitungan penilaian kriteria pemohon kredit, serta membantu pengolahan data menjadi informasi untuk mengambil keputusan dari masalah semi terstruktur tersebut. Sebuah sistem pendukung keputusan (SPK) merupakan pilihan tepat untuk membantu penyeleksian pemohon kredit. Sistem dirancang dengan menggunakan

metode *Simple Additive Weighting* (SAW) yang merupakan salah satu metode *Fuzzy Multiple Attribute Decission Making* (FMADM). Metode SAW dipilih karena perhitungan pembobotan kriteria yang tidak terlalu rumit, sehingga mudah dipelajari bagi penulis dan pembaca. Sistem yang dibangun diharapkan dapat membantu kerja PT HD Finance, Tbk khususnya pada bagian Credit Analyst dalam melakukan penyeleksian pemohon kredit, dapat mempercepat proses penyeleksian pemohon kredit dan dapat mengurangi kesalahan dalam menentukan konsumen layak kredit.

Kriteria penentuan pemberian kredit yang digunakan oleh bank, yaitu *Character* (kepribadian), *Capital* (uang muka), *Capacity* (kemampuan), *Collateral* (jaminan), dan *Condition* (kondisi). Dengan menambah *Collateral* dan *Capital* diharapkan dapat memperkuat keputusan yang diambil.

Pemberian Bobot Per Kriteria

Langkah awal metode *Simple Additive Weighting* (SAW) adalah pemberian nilai bobot di setiap kriteria pemohon kredit. Kelima tersebut dapat dibuat tabel sebagai berikut:

Tabel 45. Pemberian Bobot Kriteria

	Nama Kriteria	Nilai Bobot
C1	*Character* (kepribadian)	25
C2	*Capital* (uang muka)	10
C3	*Capacity* (kemampuan)	45
C4	*Collateral* (jaminan)	10
C5	*Condition* (kondisi)	10

Pemberian Nilai *Crips* pada Tiap Kriteria

Dari kriteria di atas, dibuat suatu tingkatan kriteria berdasarkan alternatif (pemohon kredit) yang telah ditentukan ke dalam nilai *crips*. Rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria seperti tabel berikut:

- Nilai untuk *crips* kriteria *character*

Tabel 46. Nilai *Crips* Kriteria *Character*

Kriteria	Kriteria Pemohon	Nilai Crips
Character (Kepribadian)	Sangat Kurang	20
	Kurang	30
	Cukup	40
	Baik	80
	Sangat Baik	100

- Nilai untuk *crips* kriteria *capital*

Tabel 47. Nilai *Crips* Kriteria *Capital*

Kriteria	Kriteria Pemohon	Nilai Crips
Capital (Uang Muka)	DP <15% dari harga	20
	DP 16-20% dari harga	40
	DP 21-25% dari harga	60
	DP 26-30% dari harga	80
	DP >30% dari harga	100

- Nilai untuk *crips* kriteria *capacity*

Tabel 48. Nilai *Crips* Kriteria *Capacity*

Kriteria	Kriteria Pemohon	Nilai Crips
Capacity (Kemampuan)	Sangat Kurang	30
	Kurang	50
	Cukup	60
	Baik	80
	Sangat Baik	100

- Nilai untuk *crips* kriteria *collateral*

Tabel 49. Nilai *Crips* Kriteria *Collateral*

Kriteria	Kriteria Pemohon	Nilai Crips
Collateral (Jaminan)	BPKB motor	50
	BPKB mobil	75
	Sertifikat Tanah	100

- Nilai untuk *crips* kriteria *condition*

Tabel 50. Nilai *Crips* Kriteria *Condition*

Kriteria	Kriteria Pemohon	Nilai Crips
Condition (Kondisi)	Sangat Kurang	20
	Kurang	40
	Cukup	60
	Baik	80
	Sangat Baik	100

Penjabaran Alternatif Pada Setiap Kriteria

Berdasarkan kriteria dan rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria yang telah ditentukan, selanjutnya penjabaran alternatif setiap kriteria yang telah dikonversikan dengan nilai *crips*. Berikut perhitungan berdasarkan contoh kasus. Diambil sample pemohon kredit dengan nama "Budi", dengan data sebagai berikut:

Tabel 51. Tabel Sampel Kriteria Pemohon

Kriteria	Alternatif		
	Kriteria Macet	Budi	Kriteria Lancar
C1	Baik	Baik	Sangat Baik
C2	<DP 15%	DP 16-20%	DP >30%
C3	Cukup	Cukup	Sangat Baik
C4	BPKB motor	BPKB motor	Sertifikat Tanah
C5	Cukup	Sangat Baik	Sangat Baik

Keterangan :

C1 = *Character*

C2 = *Capital*

C3 = *Capacity*

C4 = *Collateral*

C5 = *Condition*

Diambil 2 kriteria, yaitu kriteria kredit macet dan kriteria kredit lancar. Dua titik tersebut digunakan untuk perbandingan skor "Budi". Berdasarkan data di atas, dibentuk matriks keputusan dengan label [X] yang dikonversikan dengan nilai *crips*, seperti tabel berikut:

Tabel 52. Tabel Rating Kecocokan Alternatif Pada Setiap Kriteria

Alternatif	Kriteria				
	C1	C2	C3	C4	C5
Macet	80	20	60	50	60
Budi	80	40	60	50	100
Lancar	100	100	100	100	100

Bobot kriteria sama dengan di atas, yaitu: C1=25%; C2=10%; C3=45%; C4=10%; dan C5=10%, maka penyelesaiannya adalah sebagai berikut:
Vektor bobot [W]={25,10,40,45,20} membuat matriks keputusan X, dibuat dari tabel kecocokan.

$$X=\begin{bmatrix} 80 & 20 & 60 & 50 & 60 \\ 80 & 40 & 60 & 50 & 100 \\ 100 & 100 & 100 & 100 & 100 \end{bmatrix}$$

Melakukan normalisasi matriks dengan cara menghitung nilai rating kinerja ternormalisasi (rij) dari altenatif Ai pada atribut Cj berdasarkan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan/*benefit* = Maksimum atau atribut biaya/*cost* = Minimum). Apabila berupa atribut keuntungan maka nilai *crips* (Xij) dari setiap kolom atribut dibag dengan nilai *crips* Max (Xij) dari tiap kolom, sedangkan untuk atrbut biaya nilai *crips* Min (Xij) dari tiap kolom.

$$R_{ij} = \frac{C_{ij}}{Max\ C_{ij}}$$

Perhitungannya sebagai berikut:

$$R11=\frac{80}{\max(20,80,100)}=\frac{80}{100}=0,8$$

$$R12=\frac{20}{\max(20,80,100)}=\frac{20}{100}=0,2$$

$$R13=\frac{60}{\max(30,60,100)}=\frac{60}{100}=0,6$$

$$R14=\frac{50}{\max(20,80,100)}=\frac{50}{100}=0,5$$

$$R15=\frac{60}{\max(20,100,100)}=\frac{60}{100}=0,6$$

$$R21=\frac{80}{\max(20,80,100)}=\frac{80}{100}=0,8$$

$$R22=\frac{40}{\max(20,80,100)}=\frac{40}{100}=0,4$$

$$R23=\frac{60}{\max(30,60,100)}=\frac{60}{100}=0,6$$

$$R24=\frac{50}{\max(20,80,100)}=\frac{50}{100}=0,5$$

$$R25=\frac{100}{\max(20,100,100)}=\frac{100}{100}=1$$

$$R31=\frac{100}{\max(20,80,100)}=\frac{100}{100}=1$$

$$R32=\frac{100}{\max(20,80,100)}=\frac{100}{100}=0,2$$

$$R33=\frac{100}{\max(30,60,100)}=\frac{100}{100}=1$$

$$R34=\frac{100}{\max(20,80,100)}=\frac{100}{100}=1$$

$$R35=\frac{100}{\max(20,100,100)}=\frac{100}{100}=1$$

Melakukan proses penilaian dengan cara mengalikan matriks ternormalisasi (R) dengan nilai bobot (W).

$$R=\begin{bmatrix}0,2 & 0,2 & 0,3 & 0,5 & 0,2\\ 0,8 & 0,4 & 0,6 & 0,5 & 1\\ 1 & 0,2 & 1 & 1 & 1\end{bmatrix}$$

Terakhir menentukan nilai preverensi untuk setiap alternatif (Vi) dengan cara menjumlahkan hasil kali antara matriks ternormalisasi (R) dengan nilai bobot (W). Penjumlahan hasil kali matriks ternomalisasi menghasilkan angka sebagai berikut:

V1 = (25)(0,8)+(10)(0,2)+(45)(0,6)+(10)(0,5)+(10)(0,6) = 58
V2 = (25)(0,8)+(10)(0,4)+(45)(0,6)+(10)(0,5)+(10)(1) = 66
V3 = (25)(1)+(10)(1)+(45)(1)+(10)(1)+(10)(1) = 100

Dari perhitungan tersebut diambil kesimpulan bahwa nilai V1 dan V3 adalah nilai statis yang berubah hanya jika bobot kriteria diubah, sedangkan nilai V2 adalah nilai pemohon kredit. Nilai V1 merupakan nilai minimum dimana kredit macet mungkin terjadi dan V3 merupakan nilai maksimum dimana kredit berjalan lancar, sedangkan nilai V2 merupakan nilai "Budi". Oleh karena itu, nilai kelayakan kredit berada diatas angka V1 dan dibawah/sama dengan V3. Dalam kasus ini, nilai kelayakannya adalah 59-100, jadi Budi dinyatakan layak menerima kredit dengan nilai 66.

Riset yang berbeda oleh Fithri & Latifah (2012) tentang sistem pendukung keputusan untuk pemberian bantuan usaha mikro dengan metode SAW. Adapun kriteria-kriteria yang menjadi dasar pengambilan keputusan oleh pihak Bank dalam menentukan calon penerima pembiayaan adalah menggunakan metode 7C meliputi *Character, Capasity, Capital, Collateral, Condition, Cashflow, Culture*. Walaupun pemilihan calon nasabah yang akan menerima pembiayaan usaha mikro tetap ditentukan sepenuhnya oleh pihak Bank, namun Sistem Pendukung Keputusan ini akan menampilkan nilai prioritas global dari yang tertinggi hingga terendah dari calon nasabah tersebut, sehingga akan memudahkan dan membantu pihak Bank dalam mengambil keputusan. Adapun kriteria yang telah ditentukan seperti tabel berikut:

Tabel 53. Bobot Kriteria

Nama Kriteria (Cj)	Nilai Bobot (W)	Keterangan
Character	25	C1
Capasity	20	C2
Capital	15	C3
Collateral	15	C4
Condition	10	C5
Cashflow	10	C6
Culture	5	C7

Dari kriteria tersebut, maka dibuat suatu tingakatan kepentingan kriteria berdasarkan alternatif yang telah ditentukan kedalam nilai *crips*. Rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria seperti tabel berikut:

Tabel 54. Nilai *Crips* Setiap Kriteria

Nilai Crips (A1)	Character	Capasity	Capital	Collateral	Condition	Cashflow	Culture
5	Sangat Buruk	Sangat Tidak Mampu	Sangat Tidak Mampu	10%	Sangat Mundur	10 juta	
25	Buruk	tidak Mampu	tidak Mampu	>=10%	Mundur	20 juta	Blacklist
50	Cukup	Cukup	Cukup	>=20%	Statis	30 juta	Netral
75	Baik	Mampu	Mampu	>=30%	Maju	40 juta	
100	Sangat Baik	Sangat Mampu	Sangat Mampu	>=40%	Sangat Maju	50 juta	Whitelist

Berdasarkan kriteria dan rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria yang telah ditentukan, selanjutnya penjabaran alternatif setiap kriteria yang telah dikonversikan dengan nilai *crips*. Berikut perhitungan manual berdasarkan contoh kasus. Tiga calon penerima pembiayaan memiliki data sebagai berikut:

Tabel 55. Nilai Masing-Masing Pendaftar

Kriteria	Nama Pendaftar		
	Pendaftar 1	Pendaftar 2	pendaftar 3
Karakter	Cukup	Sangat Baik	Buruk
Capasity	Mampu	Cukup	Cukup
Capital	Cukup	Sangat Mampu	Mampu
Collateral	>=20%	>=20%	>=20%
Kondisi	Mundur	Maju	Maju
Cashflow	20 juta	40 juta	40 juta
Culture	Netral	Whitelist	Blacklist

Berdasarkan data pendaftar diatas dapat dibentuk matriks keputusan X yang telah dikonversikan dengan nilai crips, seperti tabel berikut:

Tabel 56. Rating Kecocokan dari Setiap Alternatif pada Setiap Kriteria

Alternatif	Kriteria						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	50	75	50	50	25	25	50
A2	100	50	75	50	75	75	100
A3	25	50	25	50	75	75	25

Pengambil keputusan memberikan nilai alternatif, berdasarkan tingkat kepentingan masing-masing kriteria yang dibutuhkan sebagai berikut :

Vektor bobot : W = [25,20,15,15,10,10,5] Membuat matriks keputusan X, dibuat dari tabel kecocokan.

$$X=\begin{bmatrix} 50 & 75 & 50 & 50 & 25 & 25 & 50 \\ 100 & 50 & 75 & 50 & 75 & 75 & 10 \\ 25 & 50 & 25 & 50 & 75 & 75 & 25 \end{bmatrix}$$

Melakukan normalisasi matriks dengan cara menghitung nilai rating kinerja ternormalisasi (rij) dari alternatif Ai pada atribut Cj berdasarkan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan/*benefit*=MAKSIMUM atau atribut biaya/*cost*=MINIMUM).

Apabila berupa artibut keuntungan maka nilai crisp (Xij) dari setiap kolom atribut dibagi dengan nilai *crips* MAX (MAX Xij) dari tiap kolom, sedangkan untuk atribut biaya, nilai *crips* MIN (MIN Xij) dari tiap kolom atribut dibagi dengan nilai crisp (Xij) setiap kolom.

$$R11 = \frac{50}{\max(50,100,25)} = \frac{50}{100} = 0.5$$

$$R12 = \frac{\min(75,50,50)}{(75)} = \frac{50}{75} = 0.7$$

$$R13 = \frac{50}{\max(50,75,25)} = \frac{50}{75} = 0.7$$

$$R14 = \frac{\min(50,50,50)}{50} = \frac{50}{50} = 1$$

$$R15 = \frac{100}{\max(100,75,25)} = \frac{100}{100} = 1$$

$$R16 = \frac{\min(25,75,75)}{25} = \frac{25}{25} = 1$$

$$R17 = \frac{50}{\max(50,100,25)} = \frac{50}{100} = 0{,}5$$

$$R21 = \frac{100}{\max(50,100,25)} = \frac{100}{100} = 1$$

$$R22 = \frac{\min(75,50,50)}{(50)} = \frac{50}{50} = 1$$

$$R23 = \frac{75}{\max(50,75,25)} = \frac{75}{75} = 1$$

$$R24 = \frac{\min(50,50,50)}{50} = \frac{50}{50} = 1$$

$$R25 = \frac{75}{\max(100,75,25)} = \frac{75}{100} = 0.75$$

$$R26 = \frac{\min(25,75,75)}{75} = \frac{25}{75} = 0.3$$

$$R27 = \frac{50}{\max(50,100,25)} = \frac{100}{100} = 1$$

$$R31 = \frac{25}{\max(50,100,25)} = \frac{25}{100} = 0.25$$

$$R32 = \frac{\min(75,50,50)}{(50)} = \frac{50}{50} = 1$$

$$R33 = \frac{25}{\max(50,75,25)} = \frac{75}{75} = 1$$

$$R34 = \frac{\min(50,50,50)}{50} = \frac{50}{50} = 1$$

$$R35 = \frac{75}{\max(100,75,25)} = \frac{75}{100} = 0.75$$

$$R36 = \frac{\min(25,75,75)}{75} = \frac{25}{75} = 0.3$$

$$R37 = \frac{75}{\max(50,100,25)} = \frac{75}{100} = 0.75$$

Melakukan proses perankingan dengan cara mengalikan matriks ternormalisasi (R) dengan nilai bobot (W).

$$R=\begin{bmatrix} 0.5 & 0.7 & 0.7 & 1 & 1 & 1 & 0.5 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0.75 & 0.3 & 1 \\ 0.25 & 1 & 1 & 1 & 0.75 & 0.3 & 0.75 \end{bmatrix}$$

Menentukan nilai preverensi untuk setiap alternatif (Vi) dengan cara menjumlahkan hasil kali antara matriks ternormalisasi (R) dengan nilai bobot (W). Nilai Vi yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif Ai lebih terpilih.

$$V1 = (25)(0.5) + (20)(0.7) + (15)(0.7) + (15)(1) + (10)(1) + (10)(1) + (5)(0.5) = 64{,}5$$

$$V2 = (25)(1) + (20)(1) + (15)(1) + (15)(1) + (10)(0.75) + (10)(0.3) + (5)(1) = 88$$

$$V3 = (25)(0.25) + (20)(1) + (15)(1) + (15)(1) + (10)(0.75) + (10)(0.3) + (5)(0.75) = 70.5$$

Berdasarkan hasil nilai preverensi sehingga rangking urutannya sebagai berikut :

1. V2 = 88
2. V3 = 70,5
3. V1 = 64,5

Terdapat riset lain yaitu sistem pendukung keputusan pemilihan trainer (staf pengajar) menggunakan metode SAW (Rinaldi, 2013). Primagama English merupakan salah satu tempat bimbingan bahasa Inggris ternama di Indonesia. Pemilihan trainer (staf pengajar) dipilih berdasarkan latar belakang pendidikan serta kualitas kemampuannya. Namun terkadang hal tersebut relatif seimbang sehingga menyebabkan permasalahan baru

yakni sulitnya menentukan trainer yang tepat untuk diposisikan sebagai staf pengajar. Oleh karena itu, diperlukan suatu Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang dapat memberikan rekomendasi untuk mempertimbangkan pemilihan trainer. Salah satu teknik penyelesaian permasalahan pemilihan trainer tersebut adalah dengan proses perankingan menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW). SAW merupakan bagian dari teknik penyelesaian *Fuzzy Multi Atrribute Decission Making* (FMADM) yang menggunakan teknik penjumlahan terbobot untuk memperoleh hasil pertimbangan alternatif terbaik.

Kriteria yang digunakan dalam pemilihan trainer adalah sebagai berikut:

- Pendidikan Terakhir Minimal S1 Bahasa Inggris.
- Nilai IPK minimal 2,75.
- Usia Maksimal 30 Tahun.
- Tidak sedang mengajar di bimbingan belajar lain (kecuali sekolah).
- Ujian Tertulis.
- *Micro Teaching* yang meliputi: penguasaan materi, *performance*, dan *speaking*.

Adapun dalam pemilihan trainer ini terdapat dua tahapan yang harus dilalui.

A. Tahap I:

Dalam tahap ini yang diperhatikan pertama sekali bagi para pelamar trainer adalah pelamar harus terlebih dahulu memenuhi persyaratan utama untuk menjadi trainer Primagama English. Adapun persyaratannya adalah sebagai berikut:

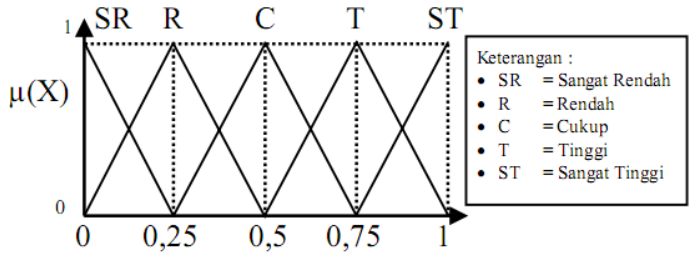
1. Pendidikan Terakhir Minimal S1 Bahasa Inggris
2. Nilai IPK minimal 2,75.
3. Usia Maksimal 30 Tahun.
4. Tidak sedang mengajar di bimbingan belajar lain (kecuali sekolah).

Ditentukan berdasarkan persyaratan utama pemilihan trainer. Selanjutnya bobot preferensi (W) sebagai berikut:

1. W1 = Pendidikan (30%) = $\frac{30}{100} = 0,3$
2. W2 = IPK (25%) = $\frac{25}{100} = 0,25$
3. W3 = Usia (25%) = $\frac{25}{100} = 0,25$
4. W4 = Status Mengajar (20%) = $\frac{20}{100} = 0,2$

Vektor bobot (WI) = [0,3 0,25 0,25 0,2];

Dibuat juga suatu tingkatan kepentingan kriteria berdasarkan rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria yang dikonversikan ke bilangan crips: SR = 0; R = 0,25; C = 0,5; T = 0,75; ST = 1. Agar lebih jelas nilai bobot tersebut dibuat dalam sebuah bilangan grafik *fuzzy* seperti gambar berikut:



Gambar 13. Grafik *Fuzzy*

- Kriteria Pendidikan Terakhir

  Variabel pendidikan terakhir dikonversikan dengan bilangan *fuzzy* dibawah ini:

Tabel 57. Pendidikan Terakhir

Pendidikan Terakhir	*Nilai*
Selainnya	0
Strata 1 Sarjana Sastra (S.S)	0,25
Strata 1 Sarjana Pendidikan (S.Pd)	0,5
Strata 2 Master of Art (M.A)	0,75
Strata 2 Magister Pendidikan (M.Pd)	1

- Kriteria Nilai IPK

  Variabel nilai IPK dikonversikan dengan bilangan *fuzzy* dibawah ini:

Tabel 58. Nilai IPK

Nilai IPK	*Nilai*
IPK < 2,75	0
IPK = 2,75 – 3,00	0,25
IPK = 3,01 – 3,25	0,5
IPK = 3,26 – 3,50	0,75
IPK > 3,50	1

- Kriteria Usia

  Variabel usia dikonversikan dengan bilangan *fuzzy* dibawah ini:

Tabel 59. Usia

Usia	*Nilai*
Usia < 23 Tahun	1
Usia = 23 – 24 Tahun	0,75
Usia = 25 – 27 Tahun	0,5
Usia = 28 – 30 Tahun	0,25
Usia > 30 Tahun	0

- Kriteria Status Mengajar

  Variabel status mengajar dikonversikan dengan bilangan *fuzzy* dibawah ini:

Tabel 60. Status Mengajar

Status Mengajar	*Nilai*
Mengajar Bimbingan Belajar Lain	0
Mengajar di Sekolah	0,5
Tidak Mengajar	1

B. Tahap II :

Apabila tahap I telah dipenuhi, kemudian dilanjutkan dengan tahap selanjutnya yakni tahap pengujian berupa pengujian secara teori dan praktek mengajar. Adapun penjelasannya sebagai berikut:

- Ujian Tertulis : Menguji kemampuan teori dengan cara menyelesaikan soal-soal yang diberikan (bobot nilai 100).
- *Micro Teaching* : Menguji kemampuan dalam hal belajar mengajar yang terbagi atas 3 penilaian yaitu penguasaan materi, menguasai materi pelajaran bahasa Inggris mulai dari tingkat Play Group (PG) sampai Sekolah Menengah Atas (SMA) atau sederajat (bobot nilai 40).

- *Performance* : Mampu menerangkan dan menjelaskan materi pelajaran pada saat sesi tanya jawab (bobot nilai 30)
- *Speaking* : Mampu berbahasa Inggris dengan lancer (bobot nilai 30).

Ditentukan berdasarkan data riil hasil penilaian pengujian calon trainer. Dengan bobot preferensi (W) sebagai berikut:

1. W1 = Ujian Tertulis (50%) = $\frac{50}{100} = 0{,}5$
2. W2 = Penguasaan Materi (20%) = $\frac{20}{100} = 0{,}2$
3. W3 = Performance (15%) = $\frac{15}{100} = 0{,}15$
4. W4 = Speaking (15%) = $\frac{15}{100} = 0{,}15$

Vektor bobot (WII) = [0,5 0,2 0,15 0,15];

Tabel berikut merupakan hasil proses dari pelamar trainer, dimana data-data tersebut dimasukkan berdasarkan kriteria yang sudah ditentukan melalui proses perhitungan.

Tabel 61. Data Pendaftar Trainer

No	Nama	Pendidikan	IPK	Usia	Status Mengajar
1.	Bambang, S.S	0,25	1	0,5	0,5
2.	Anggri, S.Pd	0,5	0,75	0,5	0,5
3.	Malik, S.Pd	0,5	0,75	0,75	0,5
4.	Ahmad, S.S	0,25	0,5	1	1
5.	Sandra, S.Pd	0,5	0,5	0,25	0,5
6.	Dian, S.Pd	0,5	0,75	0,5	1

Berdasarkan pada tabel diatas, dapat dibentuk matriks keputusan X seperti berikut:

$$X = \begin{bmatrix} 0{,}25 & 1 & 0{,}5 & 0{,}5 \\ 0{,}5 & 0{,}75 & 0{,}5 & 0{,}5 \\ 0{,}5 & 0{,}75 & 0{,}75 & 0{,}5 \\ 0{,}25 & 0{,}5 & 1 & 1 \\ 0{,}5 & 0{,}5 & 0{,}25 & 0{,}5 \\ 0{,}5 & 0{,}75 & 0{,}5 & 1 \end{bmatrix}$$

Dengan vektor bobot: W=[0,3 0,25 0,25 0,2];

Matriks ternormalisasi R diperoleh persamaan metode SAW:

$$R = \begin{bmatrix} 0{,}5000 & 1{,}0000 & 0{,}5000 & 0{,}5000 \\ 1{,}0000 & 0{,}7500 & 0{,}5000 & 0{,}5000 \\ 1{,}0000 & 0{,}7500 & 0{,}3333 & 0{,}5000 \\ 0{,}5000 & 0{,}5000 & 0{,}2500 & 1{,}0000 \\ 1{,}0000 & 0{,}5000 & 1{,}0000 & 0{,}5000 \\ 1{,}0000 & 0{,}7500 & 0{,}5000 & 1{,}0000 \end{bmatrix}$$

Perkalian matriks W*R sebagai berikut:

$$V = \begin{bmatrix} 0{,}1500 + 0{,}2500 + 0{,}1250 + 0{,}1000 \\ 0{,}3000 + 0{,}1875 + 0{,}1250 + 0{,}1000 \\ 0{,}3000 + 0{,}1875 + 0{,}0833 + 0{,}1000 \\ 0{,}1500 + 0{,}1250 + 0{,}0625 + 0{,}2000 \\ 0{,}3000 + 0{,}1250 + 0{,}0625 + 0{,}1000 \\ 0{,}3000 + 0{,}1875 + 0{,}1250 + 0{,}2000 \end{bmatrix}$$

$$V = \begin{bmatrix} 0{,}6250 \\ 0{,}7125 \\ 0{,}6708 \\ 0{,}5375 \\ 0{,}7750 \\ 0{,}8125 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan hasil perankingan diatas dapat diketahui presentase nilai dari setiap alternatif.

$$V1 = 0{,}6250 = \frac{6250}{10000} = \frac{62{,}5}{100} = 62{,}5\%$$

$$V2 = 0{,}7125 = \frac{7125}{10000} = \frac{71{,}25}{100} = 71{,}25\%$$

$$V3 = 0{,}6708 = \frac{6708}{10000} = \frac{67{,}08}{100} = 67{,}08\%$$

$$V4 = 0{,}5375 = \frac{5375}{10000} = \frac{53{,}75}{100} = 53{,}75\%$$

$$V5 = 0{,}7750 = \frac{7750}{10000} = \frac{77{,}5}{100} = 77{,}5\%$$

$$V6 = 0{,}8125 = \frac{8125}{10000} = \frac{81{,}25}{100} = 81{,}25\%$$

Nilai terbesar ada pada V6 sehingga alternatif A6 (Dian, S.Pd) adalah alternatif yang terpilih sebagai alternatif terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

Afandi. 2009. Analisis Studi Kelayakan Investasi Pengembangan Usaha Distribusi PT. Aneka Andalan Karya. *http://www.gunadarma.ac.id/library/articles/graduate/economy/2009/Artikel_10205041.pdf*

Al-Hamdany, Thamir A. H. 2003. Analisis dan Perancangan Sistem. Pearson Education Asia Pte. Ltd. dan PT Prenhallindo. Jakarta

Arhami, Muhammad. 2005. Konsep Dasar Sistem Pakar. Andi Offset. Yogyakarta

Cahyosatrio, Dwi Adi, dkk. 2014. Analisis *Capital Budgeting* sebagai Salah Satu Metode untuk Menilai Kelayakan Investasi Aktiva Tetap Mesin dan Kendaraan. Jurnal Administrasi Bisnis (JAB). Vol. 9 No. 1

Fithri, Diana Laily, & Latifah, Noor. 2012. Sistem Pendukung Keputusan Untuk Pemberian Bantuan Usaha Mikro Dengan Metode SAW. Majalah ilmiah Informatika. Vol. 3 No. 2

Honggowibowo, Anton Setiawan. 2009. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Padi Barbasis *Web* Dengan *Forward* dan *Backward Chaining*. Jurnal Teknik Informatika. ISSN: 1693-6930. Vol. 7 No. 3

Husnan, Suad. 1997. Manajemen Keuangan Teori dan Penerapan (Keputusan Jangka Panjang). BPFE. Yogyakarta

Kusrini. 2008. Aplikasi Sistem Pakar. Andi Offset. Yogyakarta

Kusumadewi, Sri., dkk. 2006. Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FUZZY MADM). Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta

Kusumadewi, Sri. 2007. Diktat Kuliah Kecerdasan Buatan. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

McLeon. 2008. Sistem Informasi Manajemen. Salemba Empat. Jakarta

Miswar. 2012. Analisis Komitmen Pimpinan Perusahaan Konstruksi di Kota Lhoksumawe Menggunakan Regresi Linier Berganda. Jurnal Portal. ISSN 2085-7454. Vol. 4 No. 2

Oktaputra, Alif Wahyu, & Noersasongko, Edi. 2014. Sistem Pendukung Keputusan Kelayakan Pemberian Kredit Motor Menggunakan Metode

Simple Additive Weighting Pada Perusahaan *Leasing HD Finance*. Jurnal SPK Pemberian Kredit Motor. Universitas Dian Nuswantoro. Semarang

Putri, Prista Amanda, & Mustafidah, Hindayati. 2011. Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Penyakit Hati Menggunakan Metode *Forward Chaining*. JUITA ISSN: 2086-9398 Vol. I No. 4

Rinaldi, M. Arfan. 2013. Sistem pendukung Keputusan Pemilihan Trainer (Staf Pengajar) Menggunakan Metode SAW. Pelita Informatika Budi Darma. ISSN: 2301-9425. Vol. 5 No. 1

Rizky. 2014. Analisis Manfaat dan Biaya. http://rizkylrs.lecture.ub.ac.id/files/2014/05/Ekotek-Analisis-Manfaat-dan-Biaya.pdf

Sagita, Giscal. Analisa Manfaat Biaya Pembangunan Jalan Arteri Raya Siring-Porong. http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-16634-Presentation-1489171.pdf

Setiyaningsih, Wiji. 2008. Decision Support System Berbasis Analytical Hierarchy Process (AHP) Untuk Pemilihan Perguruan Tinggi Menggunakan Teknologi Web. Penelitian LPPM Universitas Kanjuruhan. Malang

Swastawati, F. 2012. Studi Kelayakan dan Efisiensi Usaha Pengasapan Ikan dengan Asap Cair Limbah Pertanian. *ejournal.undip.ac.id/index.php/dinamika.../1429*

Syafruddin, M., dkk. 2014. Metode Regresi Linier untuk Prediksi Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang. Jurnal Informatika & Teknik Elektro Terapan. Vol. 1 No. 2

Syamsul. 2003. Manajemen Operasi. Grasindo. Bogor

Umar, Husein. 2000. Research Methods in Finance and Banking. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

Wibowo, Henry, dkk. 2009. Sistem pendukung Keputusan Untuk Menentukan Penerima Beasiswa Bank BRI Menggunakan FMADM. SNATI 2009. ISSN: 1907-5022. Yogyakarta

Yustiarini, Dewi. 2009. Benefit Cost Ratio. http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR._PEND.TEKNIK_SIPIL/198008022008012-DEWI_YUSTIARINI/pertemuan_13-TC_326.pdf