

PEMANFATAAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) UNTUK PENENTUAN JENIS BARANG YANG AKAN DI PRODUKSI

Hartono

Dosen Tetap Teknik Informatika STMIK IBBI Medan

ABSTRACT

Analytical Hierarchy Process (AHP) is often used in support of decision-making, decision-making when it faced a number of criteria and a number of alternative. Where the existing criteria in the decision-making certainly has a number of alternative weighting. One of the problem areas that can be solved by the AHP method is the determination of the production of a product. Where the criteria in question is composed of the following criteria: availability of raw materials, production time , production cost, and profit margin. Sometimes problems regarding the items that will be produced is important with regard to the limited capacity of the company's resources such as labor, machinery production , and so on. These criteria will be determined local weights, with alternative consists of each of the existing products. Having determined the weight of each criterion, then the next step is to set the weight of each alternative for each criterion in order to obtain a global weight. This assessment is important to determine which products will be produced.

Keywords: Analytical Hierarchy Process, local weight, global weight

INTISARI

Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) sering digunakan dalam hal membantu pengambilan keputusan, bila pengambilan keputusan itu dihadapkan pada adanya sejumlah kriteria dan sejumlah alternatif. Dimana kriteria yang ada dalam pengambilan keputusan itu tentunya memiliki sejumlah bobot alternatif. Salah satu bidang permasalahan yang dapat diselesaikan dengan metode AHP ini adalah penentuan produksi suatu produk. Di mana kriteria yang dimaksud adalah terdiri dari kriteria: ketersediaan bahan baku, lama produksi, biaya produksi, dan margin keuntungan. Terkadang permasalahan mengenai barang yang akan diproduksi ini penting dilakukan berkaitan dengan terbatasnya kapasitas sumber daya perusahaan seperti tenaga kerja, mesin produksi, dan sebagainya. Kriteria ini nantinya ditentukan bobot lokalnya, dengan alternatif terdiri dari masing-masing produk yang ada. Setelah ditentukan bobot dari tiap kriteria, maka langkah selanjutnya adalah akan ditentukan bobot dari tiap alternatif untuk masing-masing kriteria sehingga diperoleh bobot global. Penilaian ini penting dilakukan untuk menentukan produk mana yang akan diproduksi

Kata kunci: Analytical Hierarchy Process, bobot lokal, bobot global

1. Pendahuluan

Pada saat ini pihak perusahaan perlu memikirkan penentuan yang tepat terhadap barang yang akan diproduksi bila dihadapkan pada sejumlah alternatif di tengah ketatnya persaingan dewasa ini. Penentuan terhadap barang yang akan diproduksi ini penting untuk dilakukan disebabkan oleh terbatasnya kapasitas produksi yang dapat berupa tenaga kerja, mesin

produksi, tempat penyimpanan, dan faktor lainnya.

Salah satu sistem aplikasi berbasis komputer untuk membantu proses pengambilan keputusan, yang disebut dengan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau *Decision Support Systems* (DSS). Pada dasarnya SPK adalah sistem berbasis komputer yang interaktif, yang membantu dalam mengambil keputusan

memanfaatkan data dan model untuk menyelesaikan masalah-masalah yang tak terstruktur (Subakti , 2002).

Dewasa ini *Decision Support System* (DSS) dapat memaparkan alternatif pilihan kepada pengambil keputusan. Apapun dan bagaimanapun prosesnya, satu tahapan lanjut yang paling sulit yang akan dihadapi pengambil keputusan Adalah dalam segi penerapannya. Salah satu metode dalam DSS adalah AHP yang akan biasa digunakan jika menyusun model untuk penyederhanaan masalah (Sudarsono, 2004).

Pengambilan Keputusan adalah proses untuk memilih salah satu alternatif tindakan (aksi) yang digunakan untuk mencapai suatu tujuan tertentu dan merupakan upaya untuk memecahkan persoalan menuju pencapaian suatu tujuan.

Pengambilan suatu keputusan pada hakekatnya adalah suatu proses manajemen (*planning, organizing, actuating and controlling*) dan pengambilan keputusan dilakukan jika ada kejadian tertentu

Defenisi awalnya adalah suatu sistem yang ditujukan untuk mendukung Manajemen pengambilan keputusan. Sistem berbasis model yang terdiri dari lprosedur-prosedur dalam pemrosesan data dan pertimbangannya dalam mengambil keputusan. Agar berhasil mencapai tujuannya maka sistem tersebut harus : (1) sederhana, (2) robust, (3) mudah dikontrol, (4) mudah beradaptasi, (5) lengkap pada hal-hal penting, (6) mudah berkomunikasi (Subakti, Irfan, 2002).

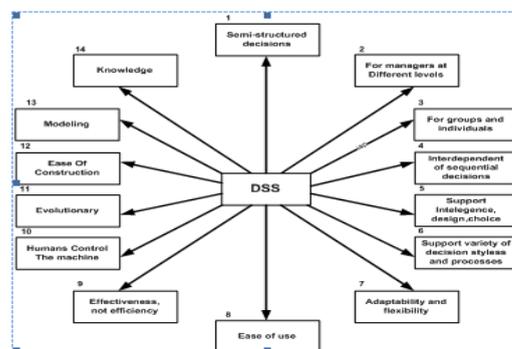
Ada juga definisi yang menyatakan bahwa DSS adalah sistem yang berbasis komputer yang terdiri dari 3 komponen interaktif : (1) sistem bahasa – mekanisme yang menyediakan komunikasi di antara *user* dan berbagai komponen dalam DSS, (2) knowledge system – penyimpanan *knowledge* domain permasalahan yang ditanamkan dalam DSS, baik sebagai data atau pun prosedur, dan (3) sistem pemrosesan permasalahan – link diantara dua komponen, mengandung satu atau lebih kemampuan memanipulasi masalah yang dibutuhkan untuk pengambilan keputusan.

Tahap Pengambilan Keputusan

Dalam memproses pengambilan keputusan tidak bisa ditentukan sekaligus tetapi dilaksanakan melalui beberapa tahapan. Pada dasarnya, pengambilan keputusan dilakukan melalui empat tahap, yaitu :

- a. **Intelligence** : Mempelajari realitas, identifikasi dan mendefinisikan masalah. Kegiatan meliputi mempelajari tujuan, mengumpulkan data, dan mengidentifikasi, mengelompokkan, dan mendefinisikan masalah.
- b. **Design** : Membangun model-model yang mewakili sistem, memvalidasi model, dan menentukan kriteria evaluasi alternatif-alternatif tindakan yang sudah diidentifikasi dengan cara membuat formulasi model, menentukan kriteria pemilihan, mencari alternatif-alternatif, perkiraan dan pengukuran hasil.
- c. **Choice** : Membuat solusi untuk model-model yang digunakan, menguji solusi yang didapat “ diatas kertas “, memilih alternatif dan tindakan yang paling memungkinkan dengan cara membuat solusi untuk model, membuat analisis sensitivitas, memilih alternatif terbaik, merencanakan implementasi dan merancang sistem kendali.
- d. **Implementation** : Menerapkan solusi yang sudah diputuskan untuk dipilih dan melihat sejauh mana solusi tersebut dapat menyelesaikan masalah seperti yang diharapkan atau yang menjadi sasaran semula.

Karakteristik dan Kemampuan DSS



Gambar 1 Karakteristik & Kemampuan DSS

Keterangan Gambar :

1. DSS menyediakan dukungan bagi pengambil keputusan utamanya pada situasi semi terstruktur dan tak terstruktur dengan memadukan pertimbangan manusia dan informasi terkomputerisasi.
2. Dukungan disediakan untuk berbagai level manajerial yang berbeda, mulai dari pimpinan puncak sampai manajer lapangan.
3. Dukungan disediakan bagi individu dan juga bagi group. Berbagai masalah organisasional melibatkan pengambilan keputusan dari orang dalam group.
4. DSS menyediakan dukungan diberbagai keputusan yang berurutan atau saling berkaitan.
5. DSS mendukung berbagai *fase* proses pengambil keputusan : *intelligence, design, choice* dan *implementation*.
6. DSS mendukung berbagai proses pengambilan keputusan dan *style* yang berbeda-beda. Ada kesesuaian diantara DSS dan atribut pengambil keputusan individu (contohnya *vocabulary* dan *style* keputusan).
7. DSS selalu bisa beradaptasi sepanjang masa. Pengambil keputusan harus reaktif, mampu mengatasi perubahan kondisi secepatnya dan beradaptasi untuk membuat DSS selalu bisa menangani perubahan tersebut.
DSS adalah *fleksibel*, sehingga user dapat menambahkan, menghapus, mengkombinasikan, mengubah atau mengatur kembali elemen-elemen dasar (menyediakan respon cepat pada situasi yang tak diharapkan). Kemampuan ini memberikan analisis yang tepat waktu dan cepat setiap saat.
8. DSS mudah untuk digunakan. User harus merasa nyaman dengan sistem ini. User *friendliness*, fleksibilitas, dukungan grafis terbaik, dan antarmuka bahasa yang sesuai dengan bahasa manusia dapat meningkatkan efektifitas DSS. Kemudahan penggunaan ini diimplikasikan pada mode yang interaktif.
9. DSS mencoba untuk meningkatkan efektivitas dari pengambilan keputusan (akurasi, jangka waktu, kualitas) lebih daripada efisiensi yang bisa diperoleh (biaya membuat keputusan, termasuk biaya penggunaan komputer).
10. Pengambil keputusan memiliki kontrol menyeluruh terhadap semua langkah proses pengambilan keputusan dalam menyelesaikan masalah. DSS secara khusus ditujukan untuk mendukung dan tak menggantikan pengambil keputusan.
11. DSS mengarah pada pembelajaran, yaitu mengarah pada kebutuhan baru dan penyempurnaan sistem, yang mengarah pada pembelajaran tambahan, dan begitu selanjutnya dalam proses pengembangan dan peningkatan DSS secara berkelanjutan.
12. User/pengguna harus mampu menyusun sendiri sistem yang sederhana. Sistem yang lebih besar dapat dibangun dalam organisasi user tadi dengan melibatkan sedikit saja bantuan dari spesialis dibidang *Information System (IS)*.

DSS biasanya mendayagunakan berbagai model (standar atau sesuai keinginan user) dalam menganalisis berbagai keputusan. Kemampuan permodelan ini menjadikan percobaan yang dilakukan pada berbagai konfigurasi yang berbeda

Komponen DSS

Secara garis besar DSS dibangun oleh empat komponen besar :

1. Data Management Subsystem (Pengelolaan Database)

Adalah sistem yang akan mengelola semua data dan informasi yang ditampung dan dikelola oleh sistem. *Data Management Subsystem* dibagi menjadi *data management system, data directory* dan *query facility*.

2. Model Management Subsystem (Pengelolaan Model)

Adalah sistem yang mengelola berbagai jenis model yang dibutuhkan dalam melakukan analisis terhadap informasi yang disediakan oleh sistem. Komponen yang terdapat pada *model management subsystem* adalah :

- a) *Model Management System* : mengelola berbagai model yang dapat disediakan oleh sistem. Berbagai jenis model yang lazim terdapat pada sistem dapat dikelompokkan menjadi 4 yaitu :
- b) Bahasa Permodelan
- c) Model Directory
- d) Model Execution

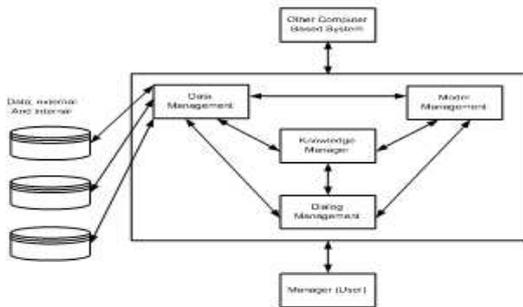
Knowledge-based (management) subsystem

Adalah sistem yang mampu menampung pengetahuan dan memformalkan pengetahuan tersebut sehingga dapat diakses dan dimanfaatkan oleh semua pengguna sistem. Tersedianya subsistem ini dapat mendukung terbentuknya sebuah DSS yang bersifat intelligent (dapat melakukan analisis sendiri) dan mampu menyelesaikan masalah yang tidak terstruktur dan rumit, dan program yang semi terstruktur. **Communication (Pengelolaan Dialog)**User dapat berkomunikasi dan memberikan perintah pada DSS melalui subsistem ini.

Knowledge Management

Subsistem optional ini dapat mendukung subsistem lain atau bertindak sebagai komponen yang berdiri sendiri.

Dibawah ini adalah model konseptual DSS :

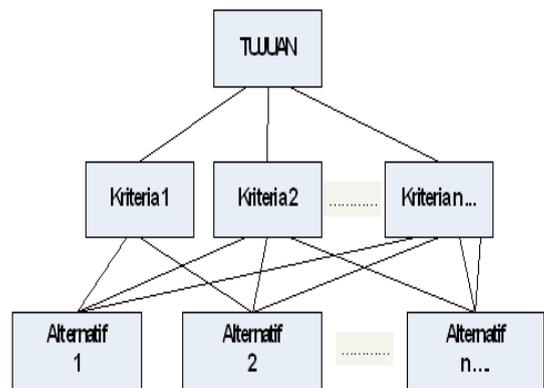


Gambar 2. Komponen DSS

Sistem Pendukung Keputusan Dalam Penilaian Kriteria dan Alternatif

Dalam menyelesaikan masalah yang akan diselesaikan diuraikan menjadi unsur-unsurnya yaitu kriteria dan alternatif. Jika ada n alternatif keputusan dari suatu masalah, maka alternatif-alternatif tersebut dapat ditulis sebagai $P = \{P_1, P_2, P_3 \}$.

Jika ada k kriteria maka dapat dituliskan sebagai $K = \{K_1, K_2, \dots, K_n\}$. Setelah ditentukan tujuan (goal), alternatif dan kriteria, kemudian disusun menjadi struktur hirarki. Struktur hirarki permasalahan dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3 Struktur Hirarki Permasalahan

Upaya penentuan barang yang akan diproduksi ini sangat penting untuk dilakukan karena terkadang produk yang mendatangkan keuntungan yang besar tetapi memakan waktu produksi yang lama serta bahan baku yang sulit diperoleh akan menjadi tidak berarti.

Oleh karena itu, perlu pertimbangan terhadap aspek-aspek lainnya di dalam pengambilan keputusan mengenai barang yang akan diproduksi.

Mengingat luasnya permasalahan yang berkaitan dengan penentuan jenis barang yang akan diproduksi dengan metode AHP ini maka peneliti merasa perlu untuk membatasi ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini, yaitu antara lain:

1. Kriteria yang digunakan adalah ditentukan adalah merupakan kriteria yang sering digunakan di dalam proses produksi yang

terdiri dari Ketersediaan bahan baku, lama produksi, biaya produksi, dan margin keuntungan.

2. Penentuan bobot lokal untuk masing-masing kriteria dilakukan oleh pihak manajemen perusahaan.
3. Alternatif yang digunakan dalam proses perbandingan adalah produk-produk yang akan diproduksi yang memiliki sumber daya yang sama
4. Penentuan bobot dari tiap produk untuk masing-masing kriteria dilakukan oleh pihak manajemen perusahaan.
5. Pengisian matriks perbandingan antar produk untuk tiap kriteria didasarkan pada data produksi yang sudah ada.
6. Bobot global tiap produk ditentukan berdasarkan skor rata-rata dari bobot global produk berdasarkan hasil penilaian.
7. produk dengan hasil bobot global paling tinggi yang akan diprioritaskan untuk mendapatkan prioritas produksi.

2. Model, Analisa, Desain, dan Implementasi

Untuk pertama kali metode AHP diperkenalkan oleh Thomas L. Saaty pada periode tahun 1971-1975 di Wharton School. (Kosasi, 2002). Metode AHP ini pada awalnya digunakan untuk menentukan sekolah yang terbaik bagi anaknya.

Suryadi (1998), menjelaskan peralatan utama metode AHP merupakan sebuah bentuk hierarki yang bersifat fungsional dengan masukan (*input*) utamanya menggunakan persepsi manusia. Melalui sistem hierarki ini suatu masalah yang kompleks dan tidak terstruktur dapat didekomposisikan atau diformulasikan ke dalam kelompok-kelompok atau bagian-bagian yang lebih sempit. Kemudian kelompok-kelompok tersebut diatur menjadi suatu bentuk hierarki.

Selanjutnya Mulyono (1996), menjelaskan bahwa pada dasarnya metode AHP merupakan suatu teori umum tentang suatu konsep pengukuran.

Metode ini digunakan untuk menemukan suatu skala rasio baik dari perbandingan pasangan yang bersifat diskrit maupun kontinu. Perbandingan – perbandingan ini dapat diambil dari ukuran aktual atau dari suatu skala dasar yang mencerminkan kekuatan perasaan dan perefensi relatif.

Metode AHP memiliki perhatian khusus tentang penyimpangan dari konsistensi, pengukuran, dan unsur kebergantungan di dalam dan di antara kelompok elemen strukturnya. Kemudian Permadi (1996), menjelaskan peralatan utama metode AHP merupakan sebuah bentuk hirarki yang bersifat fungsional dengan masukan (*input*) utamanya menggunakan persepsi manusia.

Melalui sistem hirarki ini suatu masalah yang kompleks dan tidak terstruktur dapat didekomposisikan atau diformulasikan ke dalam kelompok – kelompok atau bagian – bagian yang lebih sempit. Kemudian kelompok – kelompok tersebut diatur menjadi suatu bentuk hirarki.

Suatu tujuan yang bersifat umum dapat dijabarkan ke dalam beberapa sub tujuan yang lebih terperinci dan dapat menjelaskan maksud tujuan umum. Penjabaran ini dapat dilakukan terus hingga akhirnya diperoleh tujuan yang bersifat operasional. Pada hirarki terendah inilah dilakukan proses evaluasi atas alternatif – alternatif yang merupakan ukuran dari pencapaian tujuan utama dan pada hirarki terendah ini dapat ditetapkan dalam satuan apa suatu kriteria diukur.

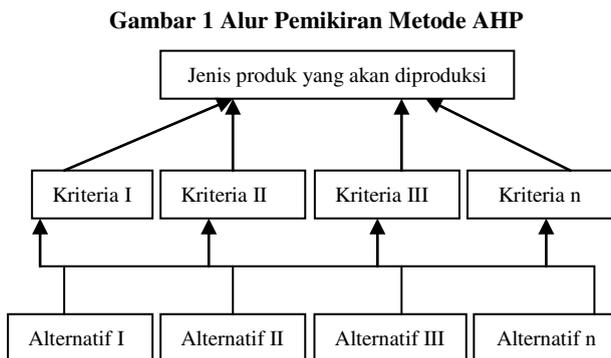
Dalam melakukan penjabaran atau dekomposisi hirarki sebuah tujuan tidak ada suatu pedoman yang pasti mengenai seberapa jauh pembuat keputusan menjelaskan atau mendekomposisikan tujuan menjadi sub – sub tujuan yang lebih rendah atau yang lebih rinci.

Dalam hal ini seorang pembuat keputusan harus menentukan saat penjabaran tujuan ini berhenti yang dapat dilakukan dengan cara memperhatikan keuntungan atau kekurangan yang diperoleh bila tujuan tersebut diperinci lebih lanjut dan lebih rinci. Terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan di dalam melakukan proses penjabaran hirarki tujuan yaitu (Suryadi dan Ramdhani, 1998):

1. Penjabaran tujuan ke dalam sub tujuan yang lebih rinci harus selalu memperhatikan apakah setiap tujuan yang lebih tinggi tercakup dalam sub tujuan tersebut.
2. Meskipun hal tersebut dapat dipenuhi, juga perlu menghindari terjadinya pembagian yang terlampau banyak, baik dalam arah horizontal maupun vertikal.
3. Sebelum menetapkan tujuan harus dapat menjabarkan hirarki tersebut sampai dengan tujuan yang lebih rendah dengan cara melakukan tes kepentingan.

Dalam merancang suatu sistem berbasis metode AHP untuk pengambilan keputusan maka langkah awal yang harus dilakukan adalah menentukan alternatif yang akan dinilai. Kemudian setelah alternatif itu ada, maka langkah selanjutnya adalah menentukan kriteria yang akan digunakan.

Gambar 1 menunjukkan alur pemikiran yang digunakan dalam pengambilan keputusan dengan metode AHP.



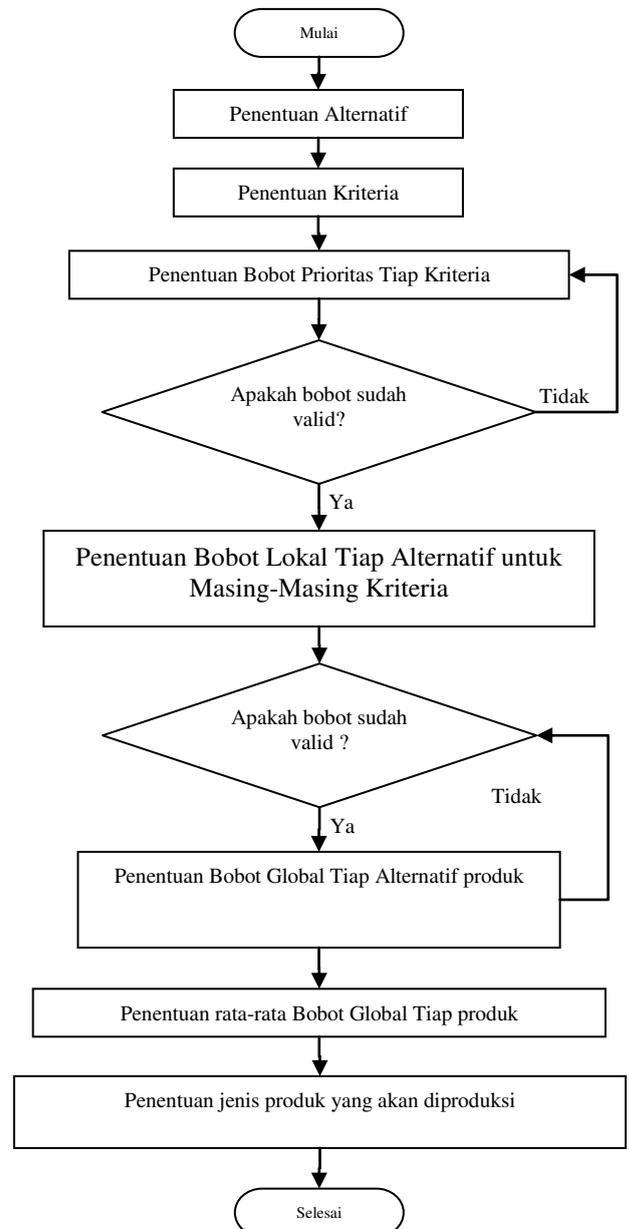
Pada gambar 1 terlihat bahwa metode AHP dimulai dari penentuan alternatif yang dalam hal ini adalah alternatif jenis produksi yang akan diproduksi yang memanfaatkan sumber daya yang sama. Kemudian setelah itu ditentukan kriteria yang akan digunakan.

Analytic Hierarchy Process (AHP) dapat menyelesaikan masalah multikriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. Masalah yang kompleks dapat di artikan bahwa kriteria dari suatu masalah yang begitu banyak (multikriteria), struktur masalah yang belum jelas, ketidakpastian pendapat dari pengambil keputusan, pengambil keputusan lebih dari satu orang, serta ketidakakuratan data yang tersedia.

Menurut Saaty, hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif.

Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

Adapun flowchart langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Flowchart langkah – langkah penelitian

Metode ini adalah sebuah kerangka untuk mengambil keputusan dengan efektif atas persoalan dengan menyederhanakan dan mempercepat proses pengambilan keputusan dengan memecahkan persoalan tersebut kedalam bagian – bagiannya, menata bagian atau variabel ini dalam suatu susunan hirarki, memberi nilai numerik pada pertimbangan subjektif tentang pentingnya tiap variabel dan mensintesis berbagai pertimbangan ini untuk menetapkan variabel yang mana yang memiliki prioritas paling tinggi dan bertindak untuk mempengaruhi hasil pada situasi tersebut. Metode ini juga menggabungkan kekuatan dari perasaan dan logika yang bersangkutan pada berbagai persoalan, lalu mensintesis berbagai pertimbangan yang beragam menjadi hasil yang cocok dengan perkiraan kita secara intuitif sebagaimana yang dipersentasikan pada pertimbangan yang telah dibuat.

Analytic Hierarchy Process (AHP) mempunyai landasan aksiomatik yang terdiri dari :

1. **Reciprocal Comparison**, yang mengandung arti si pengambil keputusan harus bisa membuat perbandingan dan menyatakan preferensinya. Preferensinya itu sendiri harus memenuhi syarat resiprokal yaitu kalau A lebih disukai dari B dengan skala x , maka B lebih disukai dari A dengan skala $\frac{1}{x}$.
 2. **Homogeneity**, yang mengandung arti preferensi seseorang harus dapat dinyatakan dalam skala terbatas atau dengan kata lain elemen- elemennya dapat dibandingkan satu sama lain. Kalau aksioma ini tidak dapat dipenuhi maka elemen- elemen yang dibandingkan tersebut tidak homogenous dan harus dibentuk suatu 'cluster' (kelompok elemen- elemen) yang baru.
 3. **Independence**, yang berarti preferensi dinyatakan dengan mengasumsikan bahwa kriteria tidak dipengaruhi oleh alternatif- alternatif yang ada melainkan oleh objektif secara keseluruhan. Ini menunjukkan bahwa pola ketergantungan atau pengaruh dalam model AHP adalah searah keatas, Artinya perbandingan antara elemen- elemen.
- dalam satu level dipengaruhi atau tergantung oleh elemen- elemen dalam level di atasnya.
4. **Expectations**, artinya untuk tujuan pengambilan keputusan, struktur hirarki diasumsikan lengkap. Apabila asumsi ini tidak dipenuhi maka si pengambil keputusan tidak memakai seluruh kriteria dan atau objektif yang tersedia atau diperlukan sehingga keputusan yang diambil dianggap tidak lengkap.
- Adapun yang menjadi kelebihan dengan menggunakan metode AHP adalah yaitu:
1. Struktur yang berbentuk hierarki sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih sampai pada sub kriteria yang paling dalam.
 2. Memperhatikan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh para pengambil keputusan.
 3. Memperhitungkan daya tahan atau ketahanan keluaran analisis sensitivitas pembuat keputusan.
- Pada dasarnya terdapat beberapa langkah yang perlu diperhatikan menggunakan metode AHP adalah:
1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.
 2. Membuat struktur yang diawali dengan tujuan umum dilanjutkan dengan sub tujuan, kriteria dan kemungkinan alternatif- alternatif pada tingkatan kriteria yang paling bawah.
 3. Membuat matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh elemen terhadap masing- masing tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya. Perbandingan dilakukan berdasarkan *judgement* dari pembuat keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya.
 4. Melakukan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh nilai *judgement*

seluruhnya yaitu sebanyak $n \times \frac{(n-1)}{2}$

]buah dengan **n** adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.

5. Menghitung nilai *eigen* dan menguji konsistensinya jika tidak konsisten maka pengambilan data diulangi.
6. Mengulangi langkah 3, 4 dan 5 untuk seluruh tingkat hirarki.
7. Menghitung vektor *eigen* dari setiap matriks perbandingan berpasangan. Nilai vektor *eigen* merupakan bobot setiap elemen. Langkah ini untuk mensintesis *judgement* dalam pemuatan prioritas elemen-elemen pada tingkat hirarki terendah sampai pencapaian tujuan.
8. Memeriksa konsistensi hirarki. Pengujian bertujuan untuk menguji kekonsistensian perbandingan antara kriteria yang dilakukan untuk seluruh hirarki. Total *consistency index (CI)* dari suatu hirarki diperoleh dengan jalan melakukan pembobotan tiap *CI* dengan prioritas elemen yang berkaitan dengan faktor-faktor yang diperbandingkan kemudian menjumlahkan seluruh hasilnya. Dasar dalam membagi konsistensi dari suatu level matriks hirarki adalah mengetahui *CI* dan vektor *eigen* dari suatu matriks perbandingan berpasangan [2].

Dalam menyelesaikan permasalahan dengan AHP ada beberapa prinsip yang harus dipahami, diantaranya adalah:

1. Membuat Hirarki

Sistem yang kompleks bisa dipahami dengan memecahnya menjadi elemenelemen pendukung, menyusun elemen secara hirarki dan menggabungkannya atau mensintesisnya.
2. Penilaian kriteria dan alternatif

Kriteria dan alternatif dilakukan dengan perbandingan berpasangan. Menurut (Saaty,1988), untuk berbagai persoalan, skala 1 sampai 9 adalah skala terbaik untuk mengekspresikan pendapat. Nilai dan definisi pendapat kualitatif dari skala perbandingan Saaty dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan

Intensitas Keperentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama penting
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari pada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan
Kebalikan	Jika untuk aktivitas i mendapatkan satu angka dibanding dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i

Indeks konsistensi (CI); matriks random dengan skala penilaian 9 (1 sampai 9) beserta kebalikannya sebagai Indeks Random (RI). Berdasarkan perhitungan Saaty dengan menggunakan 500 sampel, jika “judgement” numerik diambil secara acak dari skala 1/9, 1/8, ... , 1, 2, ... , 9, akan diperoleh rata-rata konsisten untuk matriks dengan ukuran yang berbeda, pada tabel 2.

Tabel 2 Nilai Indeks Random (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Langkah-langkah mengaplikasikan model evaluasi AHP dalam penentuan jenis barang yang akan diproduksi adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kandidat produk yang akan dievaluasi

Produk yang dievaluasi adalah merupakan produk dengan pemanfaatan sumber daya yang sama. Dimana dari sekian banyak produk yang akan diproduksi dimisalkan produk tersebut adalah Produk A, B, C, dan D

2. Menentukan Kriteria

Kriteria ini dijadikan patokan untuk pemilihan jenis produk yang akan diproduksi. Terdapat 4 kriteria yang digunakan yaitu Ketersediaan bahan baku, lama produksi, biaya produksi, dan marjin keuntungan.

3. Menentukan struktur *product selection* secara hierarkikal Penggunaan metode AHP dalam penelitian ini terbagi dalam 3 level. Level paling atas merupakan tujuan atau *goal*, yaitu memilih *best product*. Selevel di bawahnya yaitu level kedua merupakan level kriteria yang terdiri dari kriteria ketersediaan bahan baku, lama produksi, biaya produksi, dan marjin keuntungan. Level paling bawah merupakan level alternatif, yang ditempati oleh produk-produk yang akan diproduksi perusahaan

4. Menggunakan AHP (*Analytical Hierarchy Process*) untuk mendapatkan bobot dari masing-masing kriteria dan alternatif

AHP digunakan untuk menentukan bobot relatif dari masing-masing kriteria. Bobot relatif dari kriteria ditentukan dengan menggunakan *pairwise comparisons*. Terdapat skala dalam perhitungan *pairwise comparisons*, yaitu:

- a. Skor 1 : sama penting (*equal importance*)
- b. Skor 3 : sedikit lebih penting (*moderate importance*)
- c. Skor 5: lebih penting (*strong importance*)
- d. Skor 7: sangat lebih penting (*very strong importance*)
- e. Skor 9 : mutlak lebih penting (*extreme importance*)
- f. Skor 2,4,6,8 adalah skor pertengahan nilai atas dan bawah

Jumlah bobot kriteria untuk masing-masing keputusan dihitung menggunakan formulasi sebagai berikut:

- a. Menentukan matrik perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*)
Matrik ini menggambarkan pendapat individu tentang perbandingan tingkat kepentingan antar elemen pada suatu hirarki terhadap setiap elemen pada hirarki di atasnya. Jika jumlah elemen pada hirarki tersebut adalah m, maka akan ada matrik pendapat individu

berukuran $n \times n$ sebanyak m buah untuk setiap partisipan. Dan dibutuhkan sejumlah $n(n-1)/2$ judgment sebagai penilaian dari partisipan.

Jika a_{ij} adalah nilai matrik pendapat individu yang mencerminkan perbandingan kepentingan antara elemen ke-i dengan elemen ke-j pada suatu hirarki terhadap satu elemen pada hirarki di atasnya, maka a_{ij} adalah nilai matrik pendapat individu yang mencerminkan perbandingan kepentingan antara elemen ke-j dengan elemen ke-i pada hirarki yang sama dan bernilai $1/a_{ij}$. Jika $i=j$ maka nilai $a_{ij} = 1$. Jika indeks konsistensi lebih besar dari satu, maka perbandingan berpasangan harus diulang. Batas toleransi nilai inkonsistensi adalah $\leq 10\%$ atau 0.1.

Sedangkan langkah-langkah untuk menghitung indeks konsistensi adalah sebagai berikut:

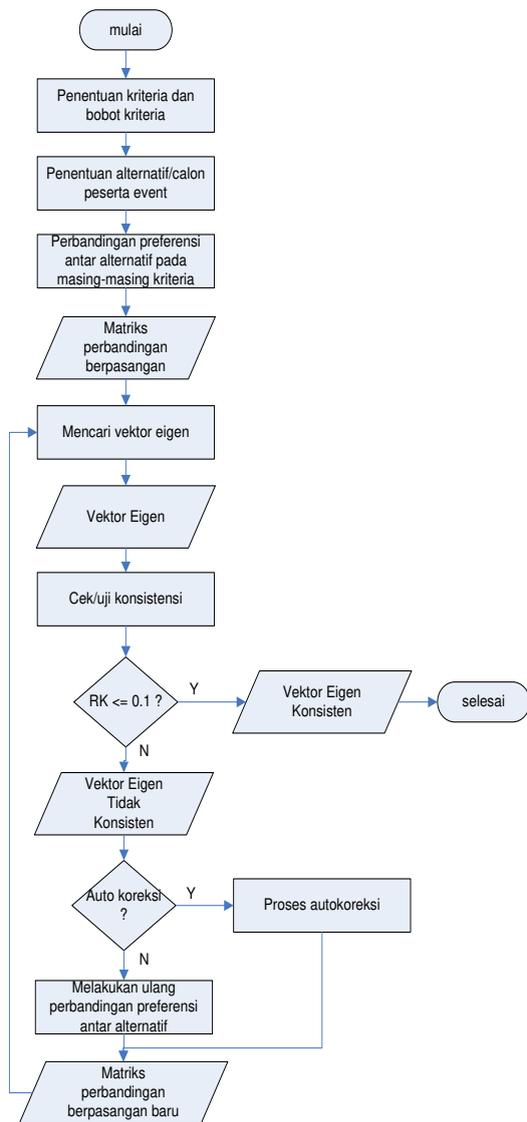
- 1) Mengalikan nilai matriks perbandingan awal dengan bobot.
- 2) Mengalikan jumlah baris dengan bobot.
- 3) Menghitung nilai λ_{Maks}
- 4) Menghitung CI (Consistensi Index), dengan rumus:
$$CI = (\lambda_{Maks} - n) / (n-1)$$
- 5) Menghitung nilai Consistensi Ratio (CR), dengan rumus:
$$CR = CI / RI$$
, dimana nilai RI (Random Index) bergantung pada jumlah ordo matriks n.

- b. Menormalkan setiap kolom elemen berpasangan antar kriteria dengan cara membagi masing-masing elemen matriks dengan jumlah kolom. Selanjutnya dihitung bobot elemennya yang merupakan rata-rata jumlah nilai elemen baris matriks perbandingan yang telah dinormalkan.
- c. Menjumlahkan nilai pada setiap kolom.
- d. Bobot untuk setiap kriteria didapat dengan membagi jumlah nilai setiap kolom dengan n sejumlah kriteria yang dibandingkan.

5. Melakukan evaluasi dari kriteria dan produk yang potensial

Kriteria tersebut akan diperhitungkan untuk menentukan *best product*. Nilai bobot tertinggi dari kriteria-kriteria tersebut diindikasikan sebagai kriteria yang paling dipertimbangkan oleh perusahaan dalam menentukan jenis produk yang akan diproduksi. Produk yang mempunyai nilai prioritas total paling tinggi diindikasikan sebagai *best product*.

Adapun tahapan proses AHP di dalam menentukan jenis barang yang akan diproses dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan Proses AHP di dalam Proses Menentukan Jenis Barang yang Akan Diproduksi

2.1 Penentuan Bobot Kriteria

Penentuan bobot kriteria dilakukan dengan melakukan pengisian matriks perbandingan berpasangan yang dilakukan oleh manajemen perusahaan. Adapun bentuk matriks perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Matriks Perbandingan Berpasangan

Bahan baku	Lama produksi	Biaya produksi	Marjin keuntungan
Bahan baku	1	1/2	1/3
Lama produksi	2	1	1/2
Biaya produksi	1	1	1/2
Marjin keuntungan	3	2	2

Langkah-langkah dalam menentukan bobot kriteria adalah asebagai berikut.

1. Menghitung Eigen Value

Caranya adalah dengan mengalikan tiap cell pada baris yang sama. Dipangkatkan dengan jumlah kriteria.

$$\begin{aligned}
 \text{Bahan baku} &= (1 * 1/2 * 1/2 * 1/3)^{(1/4)} &&= 0.537 \\
 \text{Lama produksi} &= (2 * 1 * 1 * 1/2)^{(1/4)} &&= 1 \\
 \text{Biaya produksi} &= (2 * 1 * 1 * 1/2)^{(1/4)} &&= 1 \\
 \text{Marjin keuntungan} &= (3 * 2 * 2 * 1)^{(1/4)} &&= 1.86 + \\
 &&&4.397
 \end{aligned}$$

2. Menghitung Bobot Prioritas Tiap Kriteria

Untuk menghitung bobot prioritas caranya adalah nilai eigen value untuk tiap kriteria dibagi dengan total eigen value.

$$\begin{aligned}
 \text{Bahan baku} &= 0.537 / 4.397 = 0.122 \\
 \text{Lama produksi} &= 1 / 4.397 = 0.227 \\
 \text{Biaya produksi} &= 1 / 4.397 = 0.227 \\
 \text{Marjin keuntungan} &= 1.86 / 4.397 = 0.423
 \end{aligned}$$

2.2 Penentuan Validitas Bobot

Adapun langkah-langkah penentuan validitas bobot adalah sebagai berikut.

1. Menjumlahkan tiap kolom

Bahan baku = 1 + 2 + 2 + 3 = 8
 Lama produksi = 1/2 + 1 + 1 + 2 = 4.5
 Biaya produksi = 1/2 + 1 + 1 + 2 = 4.5
 Marjin keuntungan = 1/3 + 1/2 + 1/2 + 1 = 2.33

2. Bagi tiap sel dari kolom berdasarkan hasil penjumlahan pada langkah sebelumnya.

Kriteria	Bahan baku	Lama produksi	Biaya produksi	Marjin keuntungan
Bahan baku	1/8 = 0.125	0.5/4.5 = 0.111	0.5/4.5 = 0.111	0.33 / 2.33 = 0.142
Lama produksi	2/8 = 0.25	1/4.5 = 0.222	1/4.5 = 0.222	0.5/2.33 = 0.2146
Biaya produksi	2/8 = 0.25	1/4.5 = 0.222	1/4.5 = 0.222	0.5/2.33 = 0.2146
Marjin keuntungan	3/8 = 0.375	2/4.5 = 0.444	2/4.5 = 0.444	1/2.33 = 0.429

3. Menghitung bobot sintesa

Cara menghitung bobot sintesa adalah dengan cara menjumlahkan per baris hasil dari langkah 2

Bahan baku = 0.125+0.111+0.111+0.142 = 0.489
 Lama Produksi = 0.25+0.222+0.222+0.2146 = 0.9086
 Biaya Produksi = 0.25+0.222+0.222+0.2146 = 0.9086
 Marjin keuntungan = 0.375+0.444+0.444+0.429 = 1.6922.

4. Menghitung Eigen Maksimum

Untuk menghitung eigen maksimum dilakukan dengan cara membagi bobot sintesa dengan bobot prioritas. Hal ini dilakukan untuk tiap kriteria

Bahan baku = 0.489 / 0.122 = 4
 Lama produksi = 0.9086 / 0.227 = 4
 Biaya produksi = 0.9086 / 0.227 = 4
 Marjin keuntungan = 1.692 / 0.423 = 4 +
 16 (= x)

$\lambda_{maks} = (x) / \text{jumlah kriteria} = 16 / 4 = 4$

5. Menguji Konsistensi

CI = $(\lambda_{maks} - \text{jumlah kriteria}) / (\text{jumlah kriteria} - 1)$
 = $(4 - 4) / (4 - 1) = 0$

CR = CI / IR = 0 / 0.9 = 0

Karena nilai konsistensi ≤ 0.1 maka dikatakan valid

Pemanfaatan Metode

2.3 Penentuan Bobot Global Tiap Alternatif

Penentuan Bobot Global Tiap Alternatif dilakukan dengan cara menentukan bobot dari tiap alternatif untuk tiap kriteria.

Dalam hal ini dicontohkan untuk 4 jenis produk yaitu Produk A, Produk B, Produk C, dan Produk D. Bagian ini diisikan oleh Manajemen perusahaan. Sebagai Contoh, pada bagian ini peneliti memberikan data contoh untuk mempermudah penjelasan.

Bobot Global tiap Alternatif untuk kriteria Ketersediaan Bahan Baku

1. Pengisian Matriks Perbandingan Berpasangan

Bahan Baku	Produk A	Produk B	Produk C	Produk D
Produk A	1	4/3	2	3/2
Produk B	3/4	1	3/2	4/3
Produk C	1/2	2/3	1	4/3
Produk D	2/3	3/4	3/4	1

3. Menghitung Eigen Value

Caranya adalah dengan mengalikan tiap sel pada baris yang sama. Dipangkatkan dengan jumlah alternatif.

Produk A = $(1 * 4/3 * 2 * 3/2)^{(1/4)} = 1.41$
 Produk B = $(3/4 * 1 * 3/2 * 4/3)^{(1/4)} = 1.106$
 Produk C = $(1/2 * 2/3 * 1 * 4/3)^{(1/4)} = 0.816$
 Produk D = $(2/3 * 2 * 2 * 1)^{(1/4)} = 1.277 +$
 4.609

4. Menghitung Bobot Global Tiap Alternatif untuk kriteria Ketersediaan Bahan Baku

Untuk menghitung bobot prioritas caranya adalah nilai eigen value untuk tiap alternatif dibagi dengan total eigen value.

Produk A = 1.41 / 4.609 = 0.3059
 Produk B = 1.106 / 4.609 = 0.2399
 Produk C = 0.816 / 4.609 = 0.177
 Produk D = 1.277 / 4.609 = 0.277

Bobot Global tiap Alternatif untuk kriteria Lama Produksi

1. Pengisian Matriks Perbandingan Berpasangan

Lama Produksi	Produk A	Produk B	Produk C	Produk D
Andi	1	1/2	1/3	1
Budi	2	1	2/3	2
Anto	3	3/2	1	3
Agus	1	1/2	1/3	1

2. Menghitung Eigen Value

Caranya adalah dengan mengalikan tiap cell pada baris yang sama. Dipangkatkan dengan jumlah alternatif.

$$\begin{aligned}
 \text{Produk A} &= (1 * 1/2 * 1/3 * 1)^{(1/4)} = 0.6389 \\
 \text{Produk B} &= (2 * 1 * 2/3 * 2)^{(1/4)} = 1.277 \\
 \text{Produk C} &= (3 * 3/2 * 1 * 3)^{(1/4)} = 1.916 \\
 \text{Produk D} &= (1 * 1/2 * 1/3 * 1)^{(1/4)} = 0.6389 + \\
 & \hspace{15em} 4.4708
 \end{aligned}$$

3. Menghitung Bobot Global Tiap Alternatif untuk kriteria Lama Produksi

Untuk menghitung bobot prioritas caranya adalah nilai eigen value untuk tiap alternatif dibagi dengan total eigen value.

$$\begin{aligned}
 \text{Produk A} &= 0.6389 / 4.4708 = 0.1429 \\
 \text{Produk B} &= 1.277 / 4.4708 = 0.285 \\
 \text{Produk C} &= 1.916 / 4.4708 = 0.428 \\
 \text{Produk D} &= 0.6389 / 4.4708 = 0.1429
 \end{aligned}$$

Bobot Global tiap Alternatif untuk kriteria Biaya Produksi

1. Pengisian Matriks Perbandingan Berpasangan

Biaya Produksi	Produk A	Produk B	Produk C	Produk D
Produk A	1	2	2	1/2
Produk B	1/2	1	1	1/4
Produk C	1/2	1	1	1/4
Produk D	2	4	4	1

2. Menghitung Eigen Value

Caranya adalah dengan mengalikan tiap cell pada baris yang sama. Dipangkatkan dengan jumlah alternatif.

$$\begin{aligned}
 \text{Produk A} &= (1 * 2 * 2 * 1/2)^{(1/4)} = 1.189 \\
 \text{Produk B} &= (1/2 * 1 * 1 * 1/4)^{(1/4)} = 0.5946 \\
 \text{Produk C} &= (1/2 * 1 * 1 * 1/4)^{(1/4)} = 0.5946 \\
 \text{Produk D} &= (2 * 4 * 4 * 1)^{(1/4)} = 2.378 + \\
 & \hspace{15em} 4.7562
 \end{aligned}$$

3. Menghitung Bobot Global Tiap Alternatif untuk kriteria Biaya produksi

Untuk menghitung bobot prioritas caranya adalah nilai eigen value untuk tiap alternatif dibagi dengan total eigen value.

$$\begin{aligned}
 \text{Produk A} &= 1.189 / 4.7562 = 0.2499 \\
 \text{Produk B} &= 0.5946 / 4.7562 = 0.125 \\
 \text{Produk C} &= 0.5946 / 4.7562 = 0.125 \\
 \text{Produk D} &= 2.378 / 4.7562 = 0.499
 \end{aligned}$$

Bobot Global tiap Alternatif untuk kriteria Marjin Keuntungan

1. Pengisian Matriks Perbandingan Berpasangan

Marjin Keuntungan	Produk A	Produk B	Produk C	Produk D
Produk A	1	1/2	1/3	2
Produk B	2	1	2/3	4
Produk C	3	3/2	1	6
Produk D	1/2	1/4	1/6	1

2. Menghitung Eigen Value

Caranya adalah dengan mengalikan tiap cell pada baris yang sama. Dipangkatkan dengan jumlah alternatif.

$$\begin{aligned}
 \text{Produk A} &= (1 * 1/2 * 1/3 * 2)^{(1/4)} = 0.759 \\
 \text{Produk B} &= (2 * 1 * 2/3 * 4)^{(1/4)} = 1.519 \\
 \text{Produk C} &= (3 * 3/2 * 1 * 6)^{(1/4)} = 2.275 \\
 \text{Produk D} &= (1/2 * 1/4 * 1/6 * 1)^{(1/4)} = 0.379 + \\
 & \hspace{15em} 4.932
 \end{aligned}$$

- Menghitung Bobot Global Tiap Alternatif untuk kriteria Marjin Keuntungan
Untuk menghitung bobot prioritas caranya adalah nilai eigen value untuk tiap kriteria dibagi dengan total eigen value.

$$\begin{aligned} \text{Produk A} &= 0.759 / 4.932 = 0.15389 \\ \text{Produk B} &= 1.519 / 4.932 = 0.307 \\ \text{Produk C} &= 2.275 / 4.932 = 0.461 \\ \text{Produk D} &= 0.379 / 4.932 = 0.0768 \end{aligned}$$

Hasil dari proses-proses sebelumnya dapat disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Rekap Hasil Perhitungan Bobot

Alternatif	Bahan Baku	Lama Produksi	Biaya Produksi	Marjin Keuntungan
	0.122	0.227	0.227	0.423
Produk A	0.3059	0.1429	0.2499	0.15389
Produk B	0.2399	0.285	0.125	0.307
Produk C	0.177	0.428	0.125	0.461
Produk D	0.277	0.1429	0.499	0.0768

Sehingga total nilai yang diperoleh masing-masing dosen dihitung dengan persamaan 1.

$$\text{Total Nilai Alternatif} = W_1 \times X_1 + W_2 \times X_2 + W_3 \times X_3 + \dots + W_n \times X_n$$

Dimana
 W = Bobot untuk masing – masing kriteria
 X = Bobot dari Tiap Alternatif untuk masing-masing kriteria.

Sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{Total Bobot Global Produk A} &= (0.122 \times 0.3059) \\ &+ (0.227 \times 0.1429) + (0.227 \times 0.2499) + (0.423 \times 0.15389) \\ &= 0.19158087 \end{aligned}$$

Hal yang sama dilakukan untuk alternatif-alternatif lainnya. Produk dengan prioritas produksi tertinggi adalah produk dengan total bobot global yang tertinggi.

2.4 Perancangan

Perancangan sistem dengan menggunakan metode AHP ini dilakukan dengan menggunakan web dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP. Web ini dilakukan untuk menerima inputan dari Manajemen mengenai perbandingan antar alternatif untuk suatu kriteria.

Pemanfaatan Metode

Adapun tampilan dari perancangan halaman web ini adalah sebagai berikut.

- Halaman *Home*
Adapun tampilan halaman *Home* ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan halaman home.

- Halaman *Home* berisi informasi mengenai Bobot dari tiap kriteria
- Halaman Matriks Perbandingan tiap Alternatif untuk Masing-Masing Kriteria
Adapun tampilan dari Halaman untuk Pengisian Matriks Perbandingan tiap alternatif untuk masing-masing kriteria dapat dilihat pada Gambar 5, 6, 7, dan 8.



Gambar 5. Tampilan halaman pengisian bobot tiap alternatif untuk kategori Ketersediaan Bahan Baku

Gambar 6. Tampilan halaman pengisian bobot tiap alternatif untuk kategori Lama Produksi

Gambar 7. Tampilan halaman pengisian bobot tiap alternatif untuk kategori Biaya Produksi

Gambar 8. Tampilan halaman pengisian bobot tiap alternatif untuk kategori Marjin Keuntungan

- Halaman Bobot Global Hasil Perhitungan
Halaman ini berisi tampilan hasil perhitungan dari Metode AHP yang dapat dilihat pada Gambar 9.

Gambar 9. Hasil perhitungan bobot global.

3. Hasil dan Diskusi

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh peneliti maka diperoleh hasil bahwa penerapan metode AHP untuk penentuan jenis barang yang akan diproduksi ini telah dapat berjalan dengan baik. Dengan asumsi bahwa *user* dalam hal ini pihak manajemen telah mengerti konsep pengisian dari matriks perbandingan berpasangan untuk tiap alternatif dalam hal ini alternatif yang dimaksud adalah jenis barang yang akan diproduksi.

Metode AHP ini merupakan metode yang cukup baik untuk pengambilan keputusan untuk suatu permasalahan yang melibatkan banyak kriteria.

Dalam hal ini untuk penilaian jenis barang yang akan diproduksi yang melibatkan beberapa kriteria seperti ketersediaan bahan baku, lama produksi, biaya produksi, dan marjin keuntungan dirasakan sudah cocok dilakukan dengan menggunakan metode AHP.

Untuk masa yang akan datang pengambilan keputusan untuk penentuan jenis barang yang akan diproduksi ini diharapkan kriteria yang dipergunakan dapat semakin diperbanyak sehingga akurasi dari aplikasi dengan metode AHP ini dapat semakin ditingkatkan.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian adalah sebagai berikut.

1. Penentuan jenis barang yang akan diproduksi merupakan hal yang harus dilakukan ditengah adanya keterbatasan sumber daya yang dimiliki oleh perusahaan.
2. Metode AHP sesuai untuk digunakan pada penentuan jenis barang yang akan diproduksi karena melibatkan penggunaan banyak kriteria.
3. Untuk kesempurnaan dari program aplikasi diharapkan agar untuk masa mendatang pihak manajemen dapat mempertimbangkan penambahan kriteria yang akan digunakan untuk penentuan jenis barang yang akan diproduksi.

4.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian adalah sebagai berikut.

1. Perlu dipastikan bahwa *user* telah paham dengan konsep pengisian matriks perbandingan berpasangan.
2. Untuk masa mendatang diharapkan agar program aplikasi dapat lebih ditingkatkan kemampuannya khususnya melalui penambahan kriteria yang digunakan sebagai dasar perbandingan.

Daftar Rujukan

- [1] Dyah PA, Nur Rochmah dan Armandila Maulana P, 2009, "Sistem pendukung Keputusan Perencanaan Strategis Kinerja Instansi Pemerintah Menggunakan AHP", Jurnal Informatika
- [2] Kosasi, Sandy, 2002, "Sistem Penunjang Keputusan (Decision Support System)", Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Pemanfaatan Metode

Tinggi Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional, Pontianak

- [3] Kusri, 2007, "Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan", Penerbit Andi, Yogyakarta
- [4] Nasibu, Iskandar Z, 2009, "Penerapan Metode AHP dalam Sistem Pendukung Keputusan Penempatan Karyawan Menggunakan Aplikasi Expert Choice", Jurnal Pelangi Ilmu Volume 2 No. 5
- [5] Suryadi dan Ramdhani, 1998, "Sistem Pendukung Keputusan", Penerbit PT Remaja Rosdakarya Bandung, Bandung
- [6] Subakti Irfan. (2002) "Sistem Pendukung Keputusan (Decision Support System)", Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Sepuluh November, Surabaya.