

BAB II

KAJIAN LITERATUR

Pada bab ini, berisikan mengenai kajian literature penelitian yang terbagi atas dua bagian. Bagian tersebut yaitu kajian induktif dan kajian deduktif. Dimana pada kajian induktif didapatkan dari studi pustaka terhadap jurnal maupun penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini. Sedangkan kajian deduktif diperoleh dengan melakukan studi pustaka terhadap buku maupun jurnal sehingga dapat mendukung penelitian ini sebagai landasan teorinya. Kajian literature dibuat untuk mendapatkan “*state of art*” atau pembaharuan penelitian.

2.1 Kajian Induktif

Pada penelitian ini memuat beberapa kajian pustaka yang akan dijadikan sebagai literature terhadap penelitian sebelumnya yang menyangkut mengenai metode ataupun objek penelitian yang dibahas.

Penelitian yang dilakukan oleh (Khadafi, 2015) perencanaan dan perancangan purwarupa alat pamarut sagu portable untuk Industri Kecil di Desa Pulau Kayu penelitian ini menggunakan alat bertenaga motor bakar 4 tak 4,8 HP, dengan silinder parut sebesar 16,8 cm, panjangnya 35 cm dan memiliki putaran 3600rpm dengan diadakannya mesin ini maka dapat mendorong pengembangan untuk petani dan juga penelitian ini sangat cocok untuk digunakan oleh industri kecil dikarenakan bahan-bahan pembuatan yang dibutuhkan masih sangat mudah dan terjangkau untuk ditemui.

Pada penelitian yang berjudul prototipe alat pengestrak pati sagu tipe *mixer rotary blade* bertenaga motor bakar yang dilakukan oleh (Istalaksana & Andreas, 2010),

menghasilkan prototype alat pengestraksi dengan kinerja yang baik. Mekanisme kerja pada alat ini yang megkombinasikan antara pemerasan dan juga pengadukan. Alat ini menghasilkan kinerja seperti kapasitas kerja yang efektif sebesar 160 kg empelur/jam, rendaman pati sebesar 13,6-25,5%, dan tingkat kehilangan hasil 0,1-0,9%.

Selanjutnya, pada penelitian yang dilakukan oleh (Mislainir & Putra, 2015) yang berjudul rancang bangun alat pencacah dan pamarut sagu dengan sumber penggerak motor listrik diman pad apenelitian ini menghasilkan alat yang dwi fungsi yaitu pencacah dan jug apamarut sagu yang dapat bekerja secara optional silinder bisa diganti sesuai dengan kebutuhan). Dan untuk hasil pengujian dari alat ini ialah hasil rata-rata frekuensi putar alat pencacah dan pamarut masing-masing 1,81 RPM dan 0,35 RPM, kemudian rata-rata kebisingan alat 81 dB-109 dB, lalu kapasitar kerja masing-masih alat ialah sebesar 29,25 kg/jam untuk alat pencacah dan 20,95 kg/jam untuk alat pamarut, dan rata-rata rendaman dari proses pencacah dan pemasut masing-masing sebesar 0,58% dan 0,58%.

Pada penelitian selanjutnya yang berjudul analisis kelayakan finansial pengolahan tepung sagu menjadi produk kue bagea yang dilakukan oleh Asthutiirundu & Lay (2013) mendapatkan kesimpulan bahwa usaha industri rumah tangga ini layak dan menguntungkan untuk dilanjutkan. Namun, usaha ini sangat sensitive terhadap penurunan dan kenaikan biaya pengeluaran yang terjadi dan lamanya pengembalian modal usaha pada industri rumah tanga kue bagea.

Selanjutnya ialah penelitian yang dilakukan oleh (Aman et.al., 2013) yang berjudul prototipe alat pengering tipe rotari bersumber panas biomassa untuk Industri pengolahan pati sagu di Papua, pada penelitian ini telah menghasilkan prototype dan juga telah melakukan uji prototipe dengan hasil uji ada kadar air awal pati yang sama sekitar 44% bb, menunjukkan bahwa kemiringan silinder pengering sebesar 1 derajat yang menghasilkan kadar air akhir sebesar 18,32% dengan lama pengeringan 2,25 jam.

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Thoriq & Sampurno, 2016) yang berjudul analisis ekonomi aplikasi mesin pamarut sagu di Kabupaten Teluk Bintuni Papua

Barat mendapatkan hasil penelitian dengan besar titik impas produksi sebesar 7367 kg/bulan, BC rasio sebesar 1,22, NPV sebesar Rp 363884510, IRR sebesar 38,97% dan mendapatkan *payback period* selama dua bulan, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan mesin pamarut ini layak untuk digunakan.

Selanjutnya, pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Suseno et al., 2013) yang berjudul aplikasi integrasi *kaizen engineering* dan metode TRIZ pada layanan villa Nunia, Bali. Pada penelitian tersebut mendapatkan kesimpulan ialah terdapat 6 atribut konsumen yang membutuhkan perbaikan menurut kansei word. Lalu untuk mengatasi masalah tersebut maka dilakukan pengaplikasian metode TRIZ guna mengetahui solusi-solusi guna memenuhi kebutuhan konsumen. Maka didapatkan hasil ialah kontribusi teoritis yang telah didapatkan yaitu pihak dari manajemen villa dapat memenuhi kebutuhan terkait emosional para tamu, sementara itu kontribusi praktis yang didapatkan ialah pihak dari manajemen villa dapat meningkatkan kualitas terhadap layanan yang diberikan kepada para tamu, sehingga dengan kontribusi tersebut maka Villa Nunia dapat memenangkan persaingan antara hotel, villa, dan *resort* yang ada di Bali.

Kemudian pada penelitian selanjutnya yang berjudul perancangan produk tas ransel anak menggunakan metode *Theory of Inventive Problem Solving* (TRIZ) guna memecahkan masalah mengenai desain tas ransel untuk anak sekolah dengan ide mengembangkan tas ransel ergonomis yang terjual di pasaran agar terlihat lebih menarik. Pada metode TRIZ untuk menidentifikasi kebutuhan konsumen maka dilakukan penyebaran kuisioner. Lalu, tahap perancangan desain tas ransel dilakuakn menggunakan *innovation situation questionnaire*, *situation model*, dan *inventive principles* yang berguna untuk memecahkan masalah kontradiksi desain dan tingkat ergonomic tas ransel dengan cara yang inovatif (Ramos et al., 2015).

Selanjutnya pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Ngatawi & Setyaningsih (2011) yang berjudul analisis pemilihan supplier menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Penelitian ini dilakukan guna untuk menganalisis dan

juga mempelajari masalah yang berkaitan dengan pemilihan supplier. Untuk pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara, observasi dan studi literature. Dan dari hasil pengumpulan data didapatkan beberapa alternatif *supplier* yaitu A, B, C, D, E, dan F. pengolahan data tersebut menggunakan metode MCDM (*Multi Criteria Decision Making*) dengan hasil *supplier* A dipilih sebagai *supplier* terbaik.

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 *Business Process Reengineering* (BPR)

Business Process Reengineering merupakan suatu konsep yang sangat populer saat ini dalam organisasi dikarenakan *Business Process Reengineering* dapat meningkatkan seluruh cara mereka menjalankan bisnis dengan perhatian utama ialah pada proses yang berjalan di dalam organisasi. Menurut (Hammer dan Champy, 1993) dalam (Kibaara, 2000) *Business Process Reengineering* ialah suatu pemikiran secara fundamental dan mendesain ulang secara radikal sebuah proses bisnis organisasi yang dapat membawa dan juga menuntuk organisasi untuk mencapai perbaikan secara dramatik dalam *performance* bisnis. Pada saat ini *Business Process Reengineering* sedang berada dalam tahap “naik daun”, dimana sedang banyak konsultan yang memperkenalkan metode ini dalam bidang jasa yang mereka tawarkan kepada para kliennya. Para pakar mengklaim bahwa *Business Process Reengineering* ini merupakan obat yang mujarab dan juga dinanti-nanti oleh dunia bisnis.

Pendekatan manajemen ini mulai muncul pada awal tahun 1990-an, yang disebabkan oleh: Pertama, berbagai program perbaikan antara lain *Total Quality Management*, *Sumiltaneous Engineering*, *Concurrent Engineering*, *Just in Time* telah mengalami kegagalan dalam meningkatkan perbaikan yang diharapkan. Kedua, perubahan terhadap lingkungan secara cepat yang berarti betapa suksesnya inisiatif, tetap saja masala lalu akan membutuhkan perbaikan yang lebih lanjut. Ketiga, semakin

meningkatnya tekanan terhadap persaingan, resesi ekonomi dunia dan pencarian cara untuk mewujudkan manfaat teknologi informasi (Peppard & Rowldan, 1997).

2.2.2 Desain Produk

Proses desain pada umumnya memperhitungkan aspek fungsi, estetik, dan berbagai macam aspek lainnya, yang biasanya data didapatkan dari riset, pemikiran, *brainstorming*, dan juga desain yang telah ada sebelumnya. Kemudian, istilah perancangan proses muncul karena proses (secara umum) juga dianggap pula sebagai produk dari desain. Menurut Alwi (2007) dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia arti kata desain memiliki istilah rancangan bentuk, kerangka, pola, motif, dan corak. Sedangkan dari bahasa latin "*designare*" yang bermakna menyusun bagian detail, warna, bentuk, dan sebagainya untuk menghasilkan sebuah produk, dan sebuah rencana, skema ataupun proyek. Sedangkan definisi produk ialah segala sesuatu yang ditawarkan kepada suatu pasar yang termasuk ke dalamnya adalah baik berwujud barang, jasa, events, tempat, organisasi, ide ataupun kombinasi antara keenamnya. Terdapat beberapa faktor penting yang wajib untuk diperhatikan perusahaan dalam menyusun strategi pengembangan produk (Sutojo & Aldridge, 2005), diantaranya:

1. Strategi dalam pemilihan segmentasi pasar
2. Pengertian tentang hakekat mengenai produk di mata pembeli
3. Strategi produk pada tingkat kombinasi produk secara individual, pada tingkat seri produk dan pada tingkat kombinasi produk secara keseluruhan.
4. Titik berat strategi pemasaran pada tiap tahap siklus kehidupan produk.

Menurut (Ulrich dan Epingger, 2004) desain produk merupakan skema dimana elemen-elemen fungsional dan produk disusun menjadi beberapa kumpulan komponen yang ebrbentuk fisik. Pendesainan ditetapkan selama fase pengembangan pada konsep dan perancangan tingkatan system. Terdapat beberapa hal yang diperlukan dalam melakukan

desain ketika mengembangkan produk sebagai lima tujuan penting menurut Dreyfuss (1967), yaitu:

1. Kegunaan: hasil produksi manusia harus selalu aman, mudah digunakan dan intuitif. Setiap ciri dibentuk sedemikian rupa untuk mempermudah pemakaian mengetahui fungsinya.
2. Penampilan: bentuk, garis, proporsi dan warna digunakan dalam menyatukan produk menjadi suatu produk yang menyenangkan.
3. Kemudahan Pemeliharaan: produk harus di desain guna memberitahukan bagaimana mereka dapat dirawat dan juga diperbaiki.
4. Biaya-biaya rendah: bentuk dan juga ciri memegang peranan yang besar dalam biaya peralatan dan produksi.
5. Komunikasi: desain produk harus dapat mewakili filosofi desain perusahaan dan misi perusahaan melalui visualisasi terhadap kualitas produk.

2.2.3 Prototype

Menurut Rosmala et.al., (2012) mengatakan bahwa *prototype* merupakan suatu metode yang menampilkan ataupun menyajikan gambaran secara lengkap mengenai sistemnya, lalu pemesan dapat melihat keseluruhan dari sisi tampilan maupun teknik prosedur yang akan dibangun. Sebelum *prototype* diwujudkan, maka perlu adanya hal-hal yang harus diperhatikan yang berkaitan dengan desain yang akan dibuat. Kajian terhadap desain yang akan dibuat mengenai kelayakan dan kesesuaian aspek-aspek perancangan. Setelah desain selesai dibuat maka diperlukannya suatu analisis terhadap desain tersebut. Analisis yang dapat dilakukan yaitu:

1. Melakukan analisis terhadap desain
2. Melakukan analisis pasar/perdagangan
3. Melakukan analisis beban kerja
4. Melakukan analisis terkait keamanan, keandalan manusia atau analisis bahaya.

Hasil dari analisis tersebut sangat penting untuk melakukan perbaikan terhadap kelemahan desain dan juga melakukan perbaikan sistem ataupun produk yang akan dirancang. Selanjutnya ialah pemilihan material merupakan hal yang sangat mampu untuk memenuhi karakteristik desain yang diinginkan dengan mempertimbangkan kelemahan-kelemahan yang dimiliki manusia sebagai pengguna aspek keamanan dan juga kenyamanan wajib untuk sangat diperhatikan dalam pemilihan material.

2.2.4 TRIZ (*Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch*)

TRIZ merupakan singkatan bahasa rusia yaitu *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch*. Metode ini ditemukan dan kemudian dikembangkan oleh Genrich Saulovich Altshuller dari Uni Soviet, dalam bahasa inggris arti dari *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch* ialah *Theory of Inventive Problem Solving*. Menurut (Barry et.al., 2006) TRIZ sendiri merupakan suatu metode yang digunakan untuk pemecahan masalah yang berdasarkan logika dan juga data, bukan menggunakan intuisi yang dapat mempercepat penyelesaian masalah secara kreatif. Metode TRIZ memberikan cara inovasi yang sistematis, pemecahan masalah dengan cara yang kreatif serta dapat meyakinkan bahwa kemungkinan solusi yang baru dapat ditemukan dan akan terus menghasilkan inovasi-inovasi dan solusi dari suatu masalah.

Altshuller menyusun ide dan juga meneliti permasalahan teknik dan menyatakan bahwa penemuan dapat dikelompokkan menjadi lima level tingkatan (Gadd, 2011) yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini:

32% Apparent Solution
45% Minor Improvement
18% Major Improvement
4% New Concepts
Less Than 1% Discovery

Gambar 2.1 **Level Penemuan**

(Sumber: Gadd, 2011)

1. Level 1: *Apparent Solution*

Apparent Solution adalah solusi yang nyata pada sebuah permasalahan pada perbaikan yang sederhana. Dan pada level ini tidak terdapat sebuah penemuan baru.

2. Level 2: *Minor Improvement*

Minor Improvement adalah level penemuan dengan adanya sedikit perubahan dan perbaikan terkait permasalahan kontradiksi teknis sistem yang sudah ada.

3. Level 3: *Major Improvement*

Major Improvement adalah level penemuan didalam paradigma rancangan yang memerlukan penyelesaian kontradiksi fisik.

4. Level 4: *New Concept*

New Concept adalah level penemuan diluar paradigma rancangan yang memerlukan teknologi baru dari bidang pengetahuan yang berbeda.

5. Level 5: *Discovery*

Discovery adalah level penemuan yang menemukan fenomena baru.

TRIZ menawarkan kemudahan dalam memahami masalah yang terjadi dan memantu untuk memecahkan permasalahan. TRIZ ditujukan untk mempermudah dalam melakukan penemuan pada level 2 dan 3 dimana terdapat permsalahan kontradiksi yang terjadi dan TRIZ berusaha untuk menghilangkan kontradiksi yang tidak di inginkan.

Atshuller membagi kontradiksi menjadi dua yaitu kontadiksi teknn (*technical contradiction*) dan kontradiksi fisik (*physical contradiction*).

1. Kontradiksi Teknik (*Technical Contradiction*)

Kontradiksi teknik adalah apabila di suatu sisi menaikkan sebuah fitur, maka disisi lain akan ada fitur yang menurun. Contoh dari kontradiksi teknik adalah apabila kita ingin menaikkan kecepatan (*speed*) pada sepeda motor, maka disisi lain energi yang dibutuhkan akan meningkat (sepeda motor menjadi boros).

2. Kontradiksi Fisik (*Physical Contadiction*)

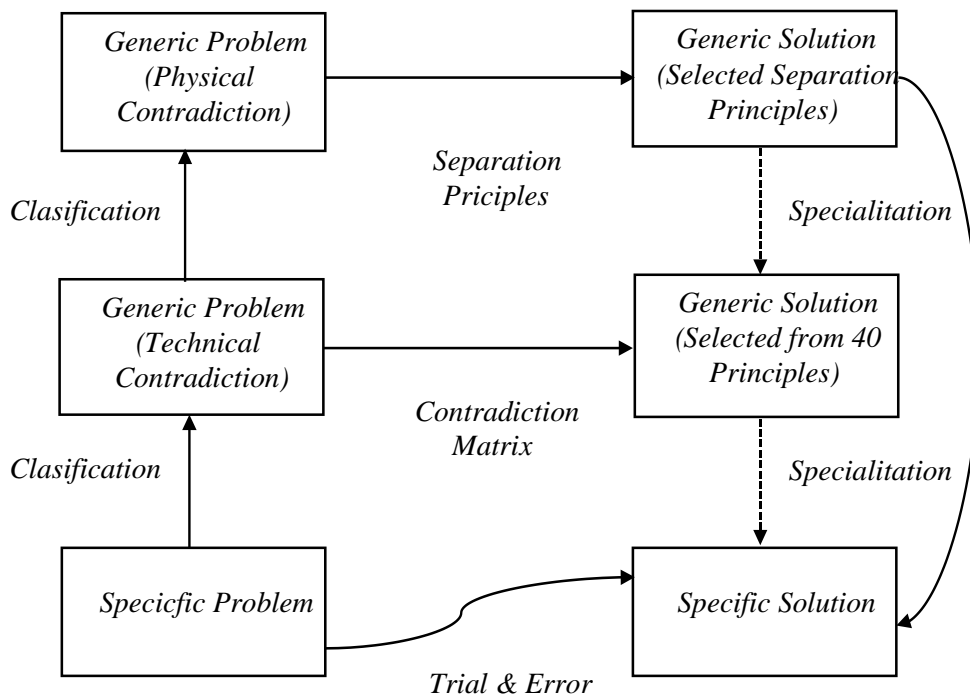
Kontradiksi fisik adalah apabila disuatu sisi menginginkan sebuah fitur meningkat, tetapi disisi lain fitur tersebut harus menurun. Contoh kontadiksi fisik ialah penggunaan sinar laser pada proses penghancuran sel kanker. Sinar laser tersebut harus kuat untuk menghancurkan sel kanker tersebut akan tetapi sinar laser tersebut tidak boleh merusak jaringan sehat yang ada disekitarnya.

2.2.4.1 Prosedur Penggunaan TRIZ

Prosedur dalam penggunaan TRIZ ialah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kontadiksi yang terjadi, kenali fitur-fitur yang akan dinaikkan (*improving feature*) dan fitur yang tidak diharapkan (*worsening feature*).
2. Melakukan pengkategorian fitur yang akan dinaikkan dan fitur yang tidak diharapkan sesuai dengan matriks kontradiksi TRIZ.
3. Menggunakan tabel kontradiksi TRIZ untuk mendapatkan usulan kemudian disesuaikan dengan 40 prinsip TRIZ.
4. *Brainstorming*

Semua prosedur diatas dapat digambarkan dalam bentuk gambar seperti dibawah ini:



Gambar 2.2 *The TRIZ Problem Solving Method*

(Stratton et.al., 2000)

2.2.4.2 40 Invention Principles

Metode TRIZ ini menggunakan prinsip inventasi yang berisikan 40 prinsip yang bertujuan dalam memberikan solusi-solusi dalam mengatasi kontadiksi yang terjadi antar karakteristik. Berikut ini merupakan table 40 *Invention Principles*:

Tabel 2.1 *40 Invention Principles*

No	40 Invention Principles	No	40 Invention Principles
1	Segmentation	21	Skipping/Rushing Through

No	40 Inventation Principles	No	40 Inventation Principles
2	<i>Taking Out</i>	22	<i>“Blessing in disguise” or “Turn Lemons into Lemonade</i>
3	<i>Local Quality</i>	23	<i>Feedback</i>
4	<i>Asymmetry</i>	24	<i>Intermediary</i>
5	<i>Merging Or Combining</i>	25	<i>Self Service</i>
6	<i>Universality</i>	26	<i>Copying</i>
7	<i>“Nested Doll”</i>	27	<i>Cheap short-living objects</i>
8	<i>Anti Weight</i>	28	<i>Mechanics substitution</i>
9	<i>Preliminary Anti Action</i>	29	<i>Pneumatic and Hidraulics (Intangability)</i>
10	<i>Preliminary Action</i>	30	<i>Flexible shells and thin films</i>
11	<i>Beforehand Cushioning</i>	31	<i>Porous materials</i>
12	<i>Equipotentiality</i>	32	<i>Colour changes</i>
13	<i>The other way round</i>	33	<i>Homogenity</i>
14	<i>Spheroidality</i>	34	<i>Discarding and recovering</i>
15	<i>Dinamics</i>	35	<i>Parameter changes</i>
16	<i>Partial or excessive action</i>	36	<i>Phase transition</i>
17	<i>Another dimensions</i>	37	<i>Thermal expansion (Strategic expansions)</i>
18	<i>Mechanical vibration</i>	38	<i>Strong oxidants (Boosted interaction)</i>
19	<i>Periodic Action</i>	39	<i>Inert Athmosphere</i>
20	<i>Continuity of useful action</i>	40	<i>Composite material</i>

Dalam 40 prinsip tersebut terjadi persimpangan-persimpangan seperti yang dijelaskan oleh Zhang et.,al. (2003) yaitu :

1. *Segmentation* (Segmentasi)
 - a. Membagi suatu objek atau sistem menjadi bagian-bagian tersendiri.
 - b. Membuat suatu objek atau sistem mudah untuk membongkar.

- c. Meningkatkan derajat fragmentasi atau segmentasi.
2. *Taking Out* (Ekstraksi)
Memisahkan bagian yang mengganggu dari suatu objek/sistem, hanya diperlukan bagian dari suatu objek/sistem.
 3. *Local Quality* (Optimasi Lokal)
 - a. Mengubah struktur objek atau sistem dari seragam ke non seragam, perubahan lingkungan eksternal atau pengaruh eksternal dari seragam ke non seragam.
 - b. Buatlah masing-masing bagian dari suatu objek atau fungsi sistem dalam kondisi yang paling cocok untuk operasi.
 - c. Buatlah masing-masing bagian dari suatu objek atau sistem yang berbeda dan memenuhi fungsi yang berguna.
 4. *Asymetry* (Ketidaksimetrisan)
 - a. Perubahan bentuk suatu objek atau sistem dari simetris dengan asimetris.
 - b. Jika suatu benda atau sistem yang asimetris, tingkatkan derajat asimetris tersebut.
 5. *Merging or Combining* (Penggabungan)
 - a. Menggabungkan objek atau sistem yang identik/sama dan menggabungkan bagian yang identik untuk melakukan operasi paralel.
 - b. Membuat operasi bersebelahan atau sejajar dalam waktu yang bersamaan.
 6. *Universality* (Multiguna / Multifungsi)
 - a. Membuat sebagian objek atau sistem dengan melakukan fungsi ganda untuk menghilangkan kebutuhan pada bagian yang lainnya.
 - b. Menggunakan fitur standar.
 7. *Nested Doll* (Persarangan)
 - a. Menempatkan satu objek atau sistem pada gilirannya.
 - b. Membuat satu bagian melewati bagian yang lain.
 8. *Anti Weight* (Penyeimbangan)
 - a. Untuk menyeimbangkan berat/beban dari suatu objek atau sistem dengan objek atau sistem yang lain.

- b. Untuk menyeimbangkan berat/beban dari suatu objek atau sistem agar dapat berinteraksi dengan lingkungan sekitar (misalnya menggunakan aerodinamis, hidrodinamik, daya apung dan kekuatan lainnya).

9. *Preliminary Anti Action* (Pencegahan)

- a. Pada saat akan melakukan suatu tindakan diperhitungkan efek baik dan efek buruknya.
- b. Membuat *prototype* sebuah objek atau sistem agar dapat menghindari kejadian yang tidak diinginkan kemudian hari.

10. *Preliminary Action* (Persiapan)

- a. Melakukan tindakan persiapan untuk sebuah objek atau sistem baik lengkap maupun sebagian dari sistem atau objek tersebut.
- b. Mengatur objek atau sistem sehingga dapat lepas dari zona nyaman tanpa memakan waktu yang cukup lama.

11. *Beforehand Cushioning* (Pengamanan)

Menyiapkan tindakan pengamanan dalam melakukan uji coba dari objek atau sistem.

12. *Equipotentiality* (Penyelarasan)

Pembatasan perubahan kedudukan dari objek atau sistem (misalnya melakukan uji coba dengan menaikkan atau menurunkan objek untuk menghilangkan bagian-bagian yang kurang penting)

13. *The Other Way Round* (Pembalikan)

- a. Membalikan tindakan yang digunakan untuk memecahkan masalah.
- b. Membuat objek bergerak sebagian atau lingkungan sekitar yang tetap dan membiarkan beberapa bagian tersebut tetap bergerak.
- c. Gerakan objek dengan proses terbalik.

14. *Spheroidality* (Pelengkungan)

- a. Menggunakan bagian bujursangkar atau permukaan yang melengkung untuk menggerakkan suatu objek dari yang sebelumnya berbentuk kubus atau simetris ke bentuk yang lebih melengkung seperti bola.
- b. Menggunakan contoh objek yang tidak beraturan (rol, bola, spiral, kubus)

- c. Menggerakkan dari yang tadinya lurus menjadi melingkar menggunakan kekuatan sentrifugal.

15. *Dynamics* (Pendinamisan / Adaptasi)

- a. Mendesain sifat-sifat sebuah objek, lingkungan sekitar atau prosesnya untuk mencari kondisi yang lebih optimal.
- b. Membagi suatu objek atau sistem menjadi bagian-bagian yang mampu melakukan kerjasama terhadap satu sama lain.
- c. Jika suatu objek atau proses kaku atau tidak fleksibel maka objek atau proses tersebut dibuat untuk bergerak agar dapat beradaptasi dengan lingkungan sekitar.

16. *Partial or Excessive Action* (Pelebihan / Pengurangan)

Apabila nilai sempurna sulit untuk dicapai dengan menggunakan metode yang ada maka dilakukan pelebihan atau pengurangan dengan menggunakan metode yang sama, kemungkinan mendapat nilai sempurna akan lebih mudah.

17. *Another Dimensions* (Penambahan Dimensi)

- a. Memindahkan objek atau sistem dalam bentuk dua dimensi atau tiga dimensi.
- b. Menggunakan *multy-story* dalam menyusun objek atau sistem bukan menggunakan *single-story*.
- c. Re-orientasi dari objek atau sistem. Menggunakan bagian lain dari sebuah objek atau sistem.

18. *Mechanical Vibration* (Penggetaran)

- a. Penyebab suatu objek atau sistem untuk berosilasi atau bergetar.
- b. Meningkatkan frekuensi bahkan sampai ke ultrasonik.
- c. Gunakan *vibrator piezoelektrik* yang bukan mekanik.
- d. Gunakan kombinasi ultrasonik dan osilasi medan elektromagnetik.

19. *Periodic Action* (Periodisasi)

- a. Melakukan jeda (periodik).
- b. Apabila sudah ada jeda, maka mengatur besar/kecil dari masa jeda tersebut.
- c. Gunakan jeda tersebut untuk melakukan tindakan yang berbeda.

20. *Continuity of Useful Action* (Pemberlanjutan Manfaat)

- a. Membiarkan sebuah objek atau sistem bekerja terus menerus dengan menggunakan beban penuh agar mengetahui kelebihan dan kekurangannya.
- b. Jangan melakukan tindakan pencegahan dalam pelaksanaannya.

21. *Skipping / Rushing Through* (Percepatan Perlakuan)

Melakukan tahap-tahap tertentu (misalnya tes kerusakan, tes berbahaya atau tidak) dengan percepatan.

22. *Blessing in Disguise / Turn Lemons into Lemonade* (Pemanfaatan Kerugian)

- a. Gunakan faktor bahaya khususnya efek bahaya terhadap lingkungan sekitar untuk mencapai efek yang positif.
- b. Menghilangkan tindakan utama yang berbahaya dengan mengalihkan tindakan tersebut untuk yang lainnya dalam memecahkan masalah.
- c. Menghilangkan faktor bahaya sedemikian rupa sehingga tidak berbahaya lagi.²³

23. *Feedback* (Timbal Balik)

- a. Melakukan koreksi (perujukan kembali, pengecekan silang) untuk melakukan perbaikan proses atau mengambil sebuah tindakan.
- b. Jika sudah menggunakan *feedback* maka melakukan perubahan besar atau kecil.

24. *Intermediary* (Perantara)

- a. Gunakan operator atau proses sebagai perantara.
- b. Menggabungkan satu objek sementara dengan yang lain (yang dapat dengan mudah dihilangkan).

25. *Self Service* (Pelayanan Sendiri)

- a. Buatlah sebuah objek atau sistem melakukan pelayanan sendiri dengan melakukan fungsi tambahan yaitu membantu.
- b. Gunakan sumber daya lain.

26. *Copying* (Penyalinan)

- a. Menggunakan objek atau sistem yang sudah tersedia supaya lebih sederhana dan murah.
- b. Gantikan objek atau sistem dengan proses salinan optik.

- c. Jika salinan optik sudah digunakan, gunakan inframerah atau ultraviolet eksemplar.
- d. Salin konsep layanan kreatif di industri yang berbeda.

27. *Cheap Short-Living Objects* (Murah / Sekali Pakai)

Menggantikan objek atau sistem dengan yang lebih murah dengan mengorbankan kualitas tertentu.

28. *Mechanic Substitution* (Penggantian Sistem / Teknik)

- a. Mengganti hal yang mekanis dengan perasaan (penglihatan, pendengaran, perasa atau penciuman) yang lebih berarti.
- b. Gunakan listrik, magnet atau medan elektromagnetik untuk menjalankan objek atau sistem tersebut.
- c. Perubahan sistem yang tadinya statis menjadi bergerak atau yang tadinya tidak terstruktur menjadi lebih terstruktur.
- d. Gunakan bersama dengan bidang-bidang yang lain.

29. *Pneumatic and Hydraulics / Intangibility* (Sistem Pneumatik dan Hidrolik)

Menggunakan bagian yang lain yang tidak ada didalam objek atau sistem.

30. *Flexible Shells and Thin Films* (Pemakaian Membran / Lapisan)

- a. Menggunakan *flexible shells and thin films* untuk struktur 3D.
- b. Menggunakan *flexible shells and thin films* untuk mengisolasi objek atau sistem dari lingkungan sekitar.

31. *Porous Materials* (Pemakaian Material Berpori / Rongga)

- a. Buat objek atau sistem menggunakan material berpori atau berongga sebagai pelapis.
- b. Jika suatu objek atau sistem sudah keropos maka gunakan pori-pori tersebut untuk menggantikan fungsi bagian yang keropos tersebut.

32. *Colour Changes* (Pengubahan Warna)

- a. Mengubah warna suatu objek atau sistem disesuaikan dengan lingkungan sekitar.
- b. Mengubah transparansi suatu objek atau sistem.

33. *Homogeneity* (Homogenitas)

Membuat objek atau sistem dapat berinteraksi atau disatukan dengan lingkungan sekitarnya dengan menggunakan bahan yang sama.

34. *Discarding and Recovering* (Menghilangkan dan Memperbaiki)

- a. Membuat atau menghilangkan bagian-bagian dari objek atau sistem atau memodifikasi secara langsung selama operasi.
- b. Mengembalikan bagian-bagian yang dihilangkan selama operasi berjalan.

35. *Parameter Changes* (Transformasi)

- a. Mengubah parameter sebuah objek atau sistem (misalnya untuk gas, cair atau padat).
- b. Mengubah konsentrasi atau konsistensi.
- c. Mengubah tingkat fleksibilitas.
- d. Mengubah atmosfer untuk pengaturan yang lebih optimal.

36. *Phase Transition* (Masa Transisi)

Menggunakan fenomena yang terjadi selama masa transisi (misalnya perubahan volume, proses menghilang atau penyerapan panas).

37. *Thermal Expansion / Strategic Expansion* (Perluasan Pemasaran)

- a. Gunakan ekspansi termal (kontraksi) dari bahan.
- b. Jika ekspansi termal sudah digunakan, maka gunakan beberapa bahan yang berbeda dengan koefisiensi termal.

38. *Strong Oxidant / Boosted Interaction* (Interaksi dengan Masyarakat)

- a. Mengganti keadaan yang biasa dengan keadaan yang lebih bermasyarakat.
- b. Meningkatkan partisipasi konsumen dalam pelayanan.
- c. Keadaan sekitar yang bertahan dari ancaman lingkungan lain.
- d. Menggunakan keadaan yang lebih baik.

39. *Inert Atmosphere* (Lingkungan Netral)

- a. Menggantikan lingkungan yang normal dengan lingkungan yang netral.
- b. Menambahkan bagian yang netral kedalam objek atau sistem.

40. *Composite Material* (Komposisi Gabungan Bahan Baku)

Perubahan terhadap beberapa bahan baku yang digunakan.

2.2.4.3 TRIZ 39 Parameter

Sangatlah penting untuk mengetahui bagaimana cara pemilihan prinsip yang tepat digunakan untuk masalah tertentu. Di dalam matriks kontradiksi ini kita dapat mengeliminasi prinsip-prinsip yang tidak cocok dan tidak berkaitan dengan masalah yang dihadapi. Dibawah ini merupakan 39 fitur-fitur standard yang telah ditetapkan oleh Altshuller pada buku yang berjudul *Creativity as an Exact Science* yang telah diterjemahkan oleh (Domb et.,al 1988).

Tabel 2.2 TRIZ 39 Parameter

No	Judul	Penjelasan
1	<i>Moving Object</i>	Objek yang dapat dengan mudah dirumah dan digerakkan posisinya didalam suatu ruangan baik itu dnegan menggunakan bantuan atau tidak sama sekali. Objek juga didesain dengan mudah untuk digerakkan/dipindahkan.
2	<i>Stationary Object</i>	Objek yang tidak mudha untuk dipindahkan atau diubah posisinya dengan bantuan maupun tidak sama sekali. Hal ini dapat tergantung pada kondisi objek yang sedang digunakan.

No	Judul	Penjelasan
1	<i>Weight of moving object</i>	Berat dari objek di ruangan dengan gravitasi normal. Tenaga yang digunakan untuk <i>mensupport</i> atau menekan objek tersebut.
2	<i>Weight of Stationary object</i>	Berat dari objek di ruangan dengan gravitasi normal. Tenaga yang digunakan untuk <i>mensupport</i> atau menekan objek tersebut atau pada saat objek tersebut diam.
3	<i>Length of moving object</i>	Salah satu dimensi ukuran, tidak yang terpanjang tentunya tetapi mempertimbang panjang.
4	<i>Length of stationary object</i>	Sama dengan <i>length of moving object</i> .
5	<i>Area of moving object</i>	Karakterisk geometris yang dijelaskan oleh bagian-bagian dari objek tersebut. Bagian permukaan yang digunakan oleh objek. Atau ukuran permukaan yang digunakan objek baik bagian dalam maupun luar dari objek.
6	<i>Area of stationary object</i>	Sama dengan <i>area of moving object</i> .
7	<i>Volume of moving object</i>	Ukuran volume yang digunakan dari objek. Panjang x tinggi x lebar untuk objek yang berbentuk kubus, tinggi x luas lingkaran untuk tabung, dll.
8	<i>Volume of stationary object</i>	Sama dengan <i>volume of moving object</i> .
9	<i>Speed</i>	Kecepatan dari objek, rating dari proses atau gerakan dalam suatu waktu.

No	Judul	Penjelasan
10	<i>Force</i>	Ukuran gaya yang digunakan didalam interaksi sistem. Di dalam fisika Newtonian, gaya = massa x percepatan. Di TRIZ, gaya adalah beberapa interaksi yang digunakan untuk mengganti kondisi dari objek.
11	<i>Stress of pressure</i>	Gaya tiap area unit dan juga tegangan.
12	<i>Shape</i>	Bentuk luar dari objek atau tampilan dari sebuah sistem.
13	<i>Stability of the object's composition</i>	Keseluruhan atau keseluruhan dari sistem, hubungan yang terjadi diantara elemen-elemen inti dari sistem. Ketahanan, pembusukan secara kimia dan membongkar semua kekurangan secara stabil. Meningkatkan entropi adalah mengurangi stabilitas objek.
14	<i>Strength</i>	Tingkatan sebuah objek untuk menahan perubahan gaya. Daya tahan untuk tidak hancur.
15	<i>Duration of action by a moving object</i>	Waktu yang digunakan objek untuk dapat bekerja sesuai fungsi. Waktu produktif objek. Waktu rata-rata antara kerusakan yang terjadi adalah ukuran dari waktu bekerja objek. Dan juga durabilitas objek.
16	<i>Duration of action by a stationary object</i>	Sama dengan <i>duration of action by moving object</i> .

No	Judul	Penjelasan
17	<i>Temperature</i>	Kondisi termal dari objek atau sistem. Melonggarkan termasuk didalamnya parameter termal lainnya seperti kapasitas suhu yang menyebabkan tingkat perubahan temperature.
18	<i>Illumination intensity</i> <i>*(jargon)</i>	Perubahan terus menerus secara cepat setiap unit area juga karakter penerangan lainnya dari sistem seperti tingkat keterangan, kualitas cahaya, dll.
19	<i>Use of energy by moving object</i>	Ukuran kapasitas objek untuk melakukan fungsinya. Di mekanika klasik, energi adalah bentuk dari gaya, waktu dan jarak. Hal ini termasuk pemakaian energi yang disediakan oleh <i>super-system</i> (seperti energi listrik atau energi panas). Energi membutuhkan perlakuan khusus.
20	<i>Use of energy by stationary object</i>	Sama dengan <i>use of energy by moving object</i> .
21	<i>Power *(jargon)</i>	Waktu yang digunakan objek pada saat melaksanakan fungsinya. Jumlah dalam menggunakan energi.
22	<i>Loss of energy</i>	Menggunakan energi yang tidak memberikan kontribusi untuk menyelesaikan pekerjaan. Lihat point 19. Untuk mengurangi energi yang terbuang sia-sia membutuhkan teknik yang berbeda dari improvisasi penggunaan energi oleh karena itu mengapa bagian ini dipisahkan.

No	Judul	Penjelasan
23	<i>Loss of substance</i>	Setengah jadi atau jadi, permanen atau temporer, menghilangkan beberapa bahan baku/data dari sistem, bahan, <i>part</i> atau subsistem.
24	<i>Loss of Information</i>	Setengah jadi atau jadi, permanen atau temporer, menghilangkan data atau akses data didalam sistem secara berulang-ulang termasuk data tentang indra manusia seperti bau, tekstur dll.
25	<i>Loss of Timed</i>	Waktu adalah durasi dari sebuah aktivitas. Memperbaiki waktu yang hilang berarti mengurangi waktu yang digunakan untuk beraktivitas.
26	<i>Quantity of substance /the matter</i>	Angka atau jumlah dari bahan yang digunakan, bahan baku, <i>part</i> atau subsistem yang mungkin diganti secara utuh atau perbagian secara permanen atau temporer.
27	<i>Reliability</i>	Kemampuan sistem dalam menjalankan fungsi yang diharapkan yang telah diprediksikan sesuai dengan kondisi yang ada.
28	<i>Measurement accuracy</i>	Kemiripan dari nilai yang dihitung dengan nilai didunia nyata dari properti sistem. Mengurangi kesalahan yang terjadi saat melakukan pengukuran agar lebih akurat.
29	<i>Manufacturing precision</i>	Meluaskan karakteristik aktual yang ada dari sebuah sistem atau perhitungan pada objek secara spesifik atau karakteristik permintaan yang ada.

No	Judul	Penjelasan
30	<i>External harm affects the object</i>	Kelemahan dari sistem untuk menghindari efek <i>externally generated</i> (berbahaya).
31	<i>Object-generated harmful factors</i>	Efek yang berbahaya adalah salah satu yang mengurangi efisiensi atau kualitas fungsi dari objek atau sistem. Efek tersebut distandarkan oleh objek atau sistem sebagai bagian dari operasionalnya.
32	<i>Ease of manufacture</i>	Derajat dari fasilitas, nyaman atau tidak membutuhkan banyak tenaga dalam proses manufaktur atau fabrikasi dari objek atau sistem.
33	<i>Ease of operation</i>	Proses tidak mudah jika membutuhkan pekerja yang banyak, langkah pekerjaan yang banyak, membutuhkan alat khusus dll. <i>Hard Processes</i> hasilnya rendah dan <i>Easy Processes</i> hasilnya tinggi; semuanya mudah untuk melakukan yang benar.
34	<i>Ease of repair</i>	Karakteristik kualitas seperti kemudahan, kenyamanan, simple dan waktu yang digunakan untuk memperbaiki kesalahan, kerusakan atau kecacatan didalam system.
35	<i>Adaptability or versality</i>	Perluasan bagi sistem atau objek untuk menerima secara positif perubahan dari luar. Juga sistem yang dapat digunakan dalam beberapa cara pada beberapa lingkungan yang tidak baik.

No	Judul	Penjelasan
36	<i>Device complexity</i>	Jumlah dan perbedaan dari elemen-elemen dan elemen timbal balik diantara sistem. Pengguna bisa jadi menjadi bagian dari sistem yang meningkatkan tingkat kompleksitas. Kesulitan dalam menguasai sebuah sistem adalah ukuran dari kompleksitas tersebut.
37	<i>Difficulty of detecting and measuring</i>	Mengukur atau mengamati sistem yang kompleks, mahal membutuhkan waktu yang banyak dan pekerja untuk men- <i>setup</i> dan menggunakannya atau yang mempunyai hubungan kompleks antara komponen atau komponen yang mempengaruhi yang lain “ <i>difficulty of detecting and measuring</i> ”. Meningkatkan biaya dalam pengukuran ketidakpuasan juga tanda meningkatnya tingkat kesulitan dalam pengukuran.
38	<i>Extent of automation</i>	Perluasan bagi fungsi suatu sistem atau objek tanpa campur tangan manusia. Level terendah dalam automasi adalah menggunakan alat operasi manual. Untuk level lanjutan program yang dibuat manusia sebagai alat, mengamati operasi tersebut dan menyela atau memrogram ulang jika dibutuhkan. Untuk level tertinggi, mesin mengerti kebutuhan operator, memrogram sendiri dan mengamati operasinya sendiri.
39	<i>Productivity *</i>	Jumlah fungsi atau performa operasional oleh sistem tiap satuan waktu. Waktu untuk unit berfungsi atau beroperasi. <i>Output</i> tiap satuan waktu atau biaya tiap <i>output</i> yang dihasilkan.

2.2.4.4 Matriks Kontradiksi TRIZ

Desain kontradiksi antara dua parameter kerja dapat diselesaikan dengan menggunakan satu atau lebih 40 dasar inovasi yang ada. Untuk mewakili kondisi kontradiksi teknis ini TRIZ telah memilih 39 parameter sistem dan menyediakan matriks permasalahan berukuran 39 x 39. Langkah-langkah yang harus diikuti untuk dapat bekerja dalam matriks kontradiksi tersebut adalah:

- a. Memilih fitur standar yang paling mendekati fitur yang akan dikembangkan dari fitur standar dan yang paling mendekati fitur yang tidak dibutuhkan lagi.
- b. Temukan baris pada matriks kontradiksi yang merupakan fitur standar yang akan dikembangkan.
- c. Temukan kolom pada matriks kontradiksi yang merupakan fitur standar yang tidak dibutuhkan lagi.
- d. Pada sel perpotongan antara kolom dan baris terdapat nomor-nomor yang direkomendasikan.
- e. Lihat prinsip-prinsip tersebut pada daftar 40 prinsip TRIZ dan gunakan untuk menghasilkan ide-ide dalam menyelesaikan permasalahan.

2.2.5 AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

AHP (*Analytic Hierarchy Process*) adalah suatu model pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty yang dimana pada metode ini menguraikan masalah multifactor maupun multikriteria menjadi suatu hierarki. AHP berfungsi untuk dapat menyelesaikan permasalahan yang bersifat kompleks dimana data dan juga informasi statistic dari permasalahan tersebut sangat sedikit. Permasalahan yang dikatakan kompleks dapat diartikan bahwa kriteria dari suatu permasalahan yang sudah begitu banyak (multikriteria), belum jelasnya struktur permasalahan, tidak adanya kepastian pendapat

dari pengambil keputusan, pengambil keputusan lebih dari satu orang, dan tidak adanya keakuratan data yang tersedia. Tujuan utama dari AHP ialah untuk membuat ranking terhadap alternative keputusan dan memilih salah satu alternative terbaik bagi kasus multi kriteria yang dimana menggabungkan faktor kualitatif dan juga kuantitatif (Maryam & Pratama, 2016). Menurut Saaty (1993), hierarki dapat diartikan sebagai suatu representasi yang terdapat pada suatu permasalahan yang kompleks yang berada dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang akan diikuti oleh level *factor*, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya kebawah hingga level terakhir yaitu alternatif. Suatu masalah yang terbilang kompleks dapat diuraikan dengan hierarki, diuraikan kedalam kelompok-kelompoknya yang kemudian dapat diatur menjadi suatu bentuk hierarki sehingga permasalahan akan terlihat lebih terarah atau terstruktur dan juga sistematis.

Metode AHP sering digunakan sebagai solusi pemecahan masalah dibandingkan metode lainnya, dengan alasan-alasan sebagai berikut:

1. Struktur yang berhierarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang akan dipilih, sampai dengan subkriteria yang paling dalam.
2. Memperhitungkan validitas hingga batas toleransi inkonsisten berbagai kriteria dan alternative yang akan dipilih oleh si pengambil keputusan.
3. Memperhitungkan daya tahan output analisis sensitivitas pengambilan keputusan.

Pada metode AHP didasarkan atas 3 prinsip dasar yang dianut, yaitu:

1. Deskomposisi

Pada prinsip pertama ini maka setiap masalah dibagi menjadi bagian-bagian hingga berbentuk hierarki. Tujuannya agar dapat didefinisikan masalah dari yang paling umum hingga ke khusus. Level paling atas dari hierarki berisi tujuan yang terdiri dari satu elemen saja. Level kedua berisikan beberapa elemen, yang dimana elemen tersebut dapat dibandingkan dan elemen tersebut memiliki tingkat kepentingan yang hamper sama sehingga tidak terlihat perbedaan yang sangat mencolok dari elemen tersebut. Namun, jika perbedaan terlalu besar maka diharuskan membuat level baru yang berisikan:

Level Pertama : Tujuan Keputusan (Goal)

Level Kedua : Kriteria-kriteria

Level Ketiga : Alternatif-alternatif

2. Perbandingan Penilaian/Pertimbangan (*Comperative Judgments*)

Pada prinsip ini akan dilakukannya perbandingan berpasangan untuk semua elemen yang ada guna menghasilkan suatu skala kepentingan relative dari elemen. Penilaian ini akan berpengaruh untuk inti dari AHP dikarenakan akan menghasilkan urutan prioritas dari elemen-elemen yang ada. Pada prinsip ini dibutuhkan suatu kuisisioner dalam bentuk matriks *pairwise comparisons* yaitu perbandingan berpasangan yang berisikan tingkat kepentingan beberapa alternative untuk setiap kriteria. Pada matrix tersebut kebuat diberikan skala berupa angka. Angka 1 menunjukkan tingkat yang paling rendah (*equal importance*) sampai dengan angka 9 yang menunjukkan tingkat paling tinggi (*Extreme importance*).

3. Sintesa Prioritas

Sintesa prioritas ini didapatkan dari perkalian prioritas local dengan prioritas kriteria bersangkutan di level atasnya dan kemudian menambahkan ke setiap elemen dalam level yang dipengaruhi kriteria. Hasil yang didapatkan ialah berupa gabungan yang biasa disebut dnegan prioritas global yang akan digunakan untuk memboboti prioritas *local* dari elemen level terendah sesuai dengan kriterianya.

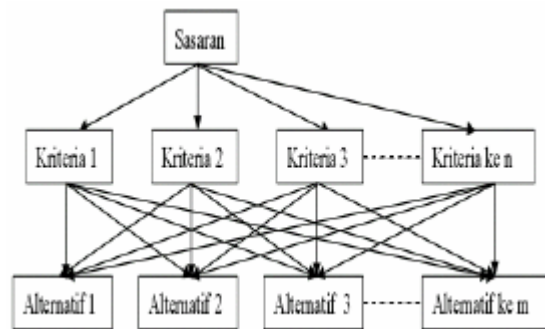
2.2.5.1 Tahapan AHP (*Analitycal Hierarchy Process*)

Dalam metode AHP dimana terdapat beberapa langkah-langkah sebagai berikut:

1. Definisi Masalah

Langkah pertama dalam AHP ialah mendefinisikan masalah dan juga menentukan tujuan yang akan dicapai dari permasalahan tersebut.

2. Menyusun Hierarki dari Permasalahan yang Dihadapi



Gambar 2.3 Struktur Hierarki AHP

Persoalan yang akan diselesaikan selanjutnya diuraikan sehingga menjadi unsur-unsur, yaitu kriteria dan alternatif, kemudian disusun menjadi sebuah bentuk struktur hierarki seperti Gambar 1 diatas.

3. Penilaian Kriteria dan Alternatif

Kriteria dan alternative dapat dilihat melalui perbandingan berpasangan. Dalam berbagai persoalan yang dihadapi, skala nilai 1-9 merupakan skala yang terbaik dalam mengekspresikan pendapat. Nilai dan definisi pendapat kualitatif dari skala perbandingan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan

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

Perbandingan ini dilakukan atas kebijakan pembuat keputusan dengan menilai tingkat kepentingan pada satu elemen terhadap elemen lainnya.

Tabel 2.4 Contoh Matriks Perbandingan Berpasangan

	Kriteria A	Kriteria B	Kriteria C
Kriteria A	1		

	Kriteria A	Kriteria B	Kriteria C
Kriteria B		1	
Kriteria C			1

Dalam menentukan nilai kepentingan relative antar elemen menggunakan skala bilangan 1 hingga 9. Penilaian ini dibuat oleh seorang pembuat keputusan yang ahli dalam bidang yang sedang dianalisa dan memiliki kepentingan terhadapnya.

4. Penentuan Prioritas

Dalam menentukan kriteria dan alternative, perlu adanya perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*). Nilai-nilai yang terdapat dalam perbandingan relative seterusnya diolah guna menentukan tingkat kepentingan alternative dari seluruh alternative.

Pertimbangan dalam perbandingan berpasangan sintesis guna memperoleh keseluruhan prioritas melalui tahapan berikut ini:

- a. Matriks hasil perbandingan berpasangan di kuadratkan.
- b. Hitung jumlah nilai dari setiap baris, kemudian melakukan normalisasi matriks.

5. Konsistensi Logis

Pada tahap ini, dilakukannya pengujian konsisten terhadap perbandingan anatra elemen yang didapatkan dari tiap tingkat hierarki.

Matriks bobot yang diperoleh dari hasil perbandingan secara berpasangan tersebut harus mempunyai hubungan kardinal dan ordinal. Hubungan tersebut dapat ditunjukkan sebagai berikut (Suryadi & Ramdhani, 1998):

Hubungan kardinal : $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$

Hubungan ordinal : $A_i > A_j, A_j > A_k$ maka $A_i > A_k$

Pada model AHP, perbandingan berpasangan dapat diterima jika nilai rasion konsistennya ialah $\leq 0,1$ ($CR \leq 0,1$). Nilai CR ini merupakan ukuran yang ditetapkan bagi konsistensi. Menurut Sudaryono (2010) cara dalam menghitung konsistensi index ialah dengan rumus:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / n$$

Keterangan :

n = banyaknya elemen , setelah itu menghitung rasio konsisten (CR) dengan rumus sebagai berikut :

$$CR = CI / IR$$

Keterangan :

CI = Konsistensi index

IR = Indek Random

Tabel 2.5 Daftar Indeks Random Konsisten

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RC	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

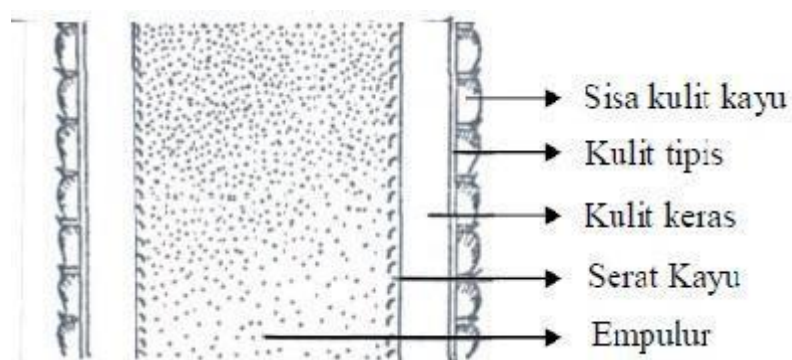
(Sudaryono , 2010)

Apabila nilai $CR \leq$ maka hasil perhitungan dapat dinyatakan konsisten atau benar. Namun, jika $CR > 0.1$ maka penilaian data judgement harus diperbaiki dikarenakan data tersebut tidak konsisten.

2.2.6 Tanaman Sagu (*Metroxylon sp.*)

Sagu merupakan salah satu tanaman penghasil karbohidrat yang tinggi yang dapat mendukung program ketahanan pangan Indonesia (Tirta et.al., 2013). Sagu sangat baik apabila tumbuh di daerah rawa dan juga air tawar, daerah sepanjang sungai, dan juga hutan-hutan yang memiliki sumber air (Botanri et.al., 2011). Bagian yang paling terpenting dari sagu ialah terletak pada batangnya yang menjadi tempat

penyimpanan cadangan makanan (karbohidrat). Batang sagu berbentuk silinder dan berdiameter 35 – 60 cm (McClatchey *et al.*, 2009). Batang sagu terdiri dari lapisan kulit bagian luar batang yang keras dan bagian dalam yang mengandung pati dan serat. Tebal kulit luar yang keras sekitar 3–5cm. secara makroskopis, struktur batang sagu dari arah luar terdiri dari sisa-sisa pelepah daun, lapisan kulit luar tipis yang berwarna kemerah-merahan, lapisan kulit dalam yang keras padat dan berwarna coklat, lapisan serat dan empulur (Haryanto dan Pangloli, 1992). Batang sagu mempunyai pusat yang lunak berwarna *pale pink* yang merupakan tempat terakumulasinya sebagian besar pati. Pusat yang lunak (empulur) ini dilindungi oleh suatu lapisan kurang lebih 2 cm berupa serat-serat kulit kayu (Cecil *et al.*, 1982). Tanaman sagu tumbuh di daerah-daerah rawa yang berair tawar atau daerah yang bergambut dan daerah sepanjang aliran sungai, sekitar sumber air atau di hutan-hutan rawa yang mengandung garam yang tidak terlalu tinggi (Haryanto dan Pangloli, 1992). Persyaratan ekologis untuk pertumbuhan tanaman sagu adalah pada ketinggian 0-700 meter diatas permukaan laut, jumlah curah hujan antara 2000-4000 mm per tahun yang tersebar merata sepanjang tahun (Restiwati, 1996).



Gambar 2.4 Penampang Memanjang Batang Sagu

Pohon sagu (*metoxylon sp.*) merupakan tanaman yang berkembangbiak melalui tunas akar sehingga tumbuh berkelompok atau dengan bijinya. Di Maluku dan Papua, pohon sagu tumbuh secara alami tanpa adanya budidaya.

Batang tanaman sagu adalah bagian terpenting karena merupakan tempat penyimpanan pati atau karbohidrat yang lingkup pemanfaatannya dalam industri sangat luas. Pati hasil pengolahan dari batang sagu ini dimanfaatkan dalam industri pangan, pakan, dan sorbitol. Batang tanaman sagu berbentuk silinder dengan diameter sekitar 50 cm, bahkan dapat mencapai 80-90 cm. Ukuran batang tanaman sagu berbeda-beda tergantung dari jenis, umur, dan lingkungan habitat pertumbuhannya. Pada umur 3-11 tahun tinggi batang bebas daun sekitar 3-16 m, bahkan dapat mencapai 20 m. Menurut Haryanto dan Pangloli (1992), tanaman sagu dapat di panen untuk diambil patinya pada umur 11 tahun keatas. Ukuran batang sagu serta pati yang terkandung didalamnya tergantung pada jenis sagu, umur, dan habitat pertumbuhannya. Makin tua umur tanaman sagu, kandungan pati di dalam empulur makin besar. Kandungan pati yang terdapat pada empulur batang ketika sagu berumur 3 – 5 tahun, jumlahnya belum terlalu banyak. Namun ketika sagu berumur sekitar 11 tahun keatas empulur sagu mengandung pati sekitar 15 – 20%. Pada umumnya ciri-ciri pohon sagu siap panen dilihat dari perubahan yang terjadi pada daun, duri, pucuk, dan batang. Tanaman sagu siap panen menjelang primordial bunga atau kuncup bunga sudah muncul tetapi belum mekar. Pada saat tersebut daun-daun terakhir yang keluar mempunyai jarak yang berbeda dengan daun sebelumnya dan daun terakhir juga agak berbeda, yaitu lebih tegak dan ukurannya kecil. Perubahan lain adalah pucuk menjadi agak menggelembung, duri semakin berkurang, serta pelepah daun menjadi lebih licin dibandingkan dengan pohon yang masih muda (Haryanto dan Pangloli, 1992). Daun merupakan bagian tanaman sagu yang peranannya sangat penting karena merupakan tempat pembentukan pati melalui proses fotosintesis. Apabila pertumbuhan dan perkembangan daun berlangsung dengan baik, maka secara keseluruhan pertumbuhan dan perkembangan organ lain seperti batang, kulit, dan empulur, akan berlangsung dengan baik pula serta

pembentukan pati dari daun yang kemudian di simpan dalam batang tanaman sagu akan berlangsung secara optimal (Haryanto dan Pangloli, 1992).

2.2.7 Pati Sagu

Pati merupakan cadangan makanan yang terletak didalam biji-bijian atau umbi-umbian. Pati ataupun karbohidrat secara umum merupakan bahan organik yang dapat diproduksi dari udara dan air dari tanah pada suatu proses fotosintesis dengan menggunakan energi radiasi sinar matahari. Untuk melakukan pengekstrak pati dari jaringan empulur maka dinding sel harus dipecahkan terlebih dahulu. Hal ini dapat dilakukan melalui proses pamarutan sehingga gramula pati akan terbebaskan dan dapat dipisahkan dengan cara pemberian air yang banyak sebelum ke bak pengendapan. Secara mikroskopik, gramula pati sagu terkonsentrasi pada empelur batang sagu. Pada empelur batang sagu mengandung 20,2-29% pati, 50-60% air, dan 13,8-21,3% bahan lain atau ampas. Jika dihitung pada saat berat kering batang sagu mengandung 54-60% pagi dan 40-46% ampas. Untuk melakukan ekstrak pati dari jaringan empulur maka dinding harus dipecahkan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan dilakukannya pamarutan sehingga gramula pati akan terbebaskan dan dapat dipisahkan dengan cara pemberian air secara berlebihan sebelum pengendapan. Dalam pengolahan untuk mendapatkan pati sagu biasanya akan dipisahkan menjadi 3 bagian. Bagian pertama merupakan pati yang akan diendapkan, kedua adalah dinding sel, dan ketiga adalah jaringan-jaringan pembuluh yang akan menjadi bahan kering (Flach, 1997).

2.2.8 Definisi Teknologi

Teknologi merupakan suatu manifestasi dari imajinasi yang dikembangkan oleh manusia terhadap sebuah dunia atau kehidupan yang lebih baik. Dimana melalui teknologi manusia merasa dapat membangun masa depan dan juga kehidupan mereka dikedepannya. Dipihak lainnya mungkin diperlukan semacam “budaya teknologi” dimana terdapat nilai-nilai budaya yang dikembangkan dan teknologi dapat menjadi beban sosial dikarenakan manusia akan selalu merasa panik, harus serba cepat, dan instan (Pilliang, 2013). Disisi lain pentingnya peranan teknologi dalam pembangunan suatu bangsa telah diakui secara luas, pengaplikasian teknologi sebagai variable strategi untuk mengakselerasikan pertumbuhan ekonomian mempercepat proses perubahan social.

Dalam konsep *technology based development*, terdapat tiga hal yang dilibatkan dalam suatu aktivitas transformasi, yaitu:

1. **Input**, yang terdiri dari sumber daya alam atau natureware seperti adanya sumber daya geofisik, hayati, mineral, dan arang anatra *semiware* (bahan kimia).
2. **Output**, pada hal ini terdiri dari barang-barang konsumsi atau *konsumware* seperti makanan, obat-obatan, alat rumah tangga, pakaian, atau peralatan yang biasa disebut *technoware* (mesin, perlengkapan, atau kendaraan bermotor).
3. **Teknologi**, yang berfungsi sebagai pentaformasi input menjadi output berdasarkan emper komponen yang dimilikinya (*technoware, humanware, infoware, dan orgaware*).