

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 *Supplier* atau Pemasok

Menurut David (2011), Pemasok atau yang biasa disebut sebagai *supplier* adalah pihak-pihak yang berkepentingan, lebih relevan terhadap keberhasilan manufaktur/produsen dibandingkan bisnis lainnya, semua perusahaan mengandalkan tingkat produk dan jasa dari bisnis lain untuk mendukung kemampuan mereka untuk melayani pelanggan mereka. *Supplier* secara intensif mendukung proses *manufacturing*; bentuk kualitas mereka dari kualitas produk akhir yang menjual bisnis ke pelanggan mereka, harga *supplier* akan berpengaruh terhadap biaya *manufacturing* produk. Dan *supplier* harus mampu mengantisipasi para pesaing berusaha meniru, menduplikasi atau mengalahkan saingan di berbagai variabel diferensiasi yang menghasilkan keuntungan yang kompetitif.¹

Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa pemasok memang merupakan elemen yang penting bagi perusahaan dan memiliki pengaruh yang sangat penting bagi kelangsungan hidup perusahaan. Dalam memenuhi kebutuhan pabrik terkadang perusahaan memiliki lebih dari satu pemasok dan hal tersebut akan menimbulkan konflik sehingga perusahaan harus selektif dalam memilih pemasok dan bisa menjalin kerjasama dengan para pemasok.

2.1.1 Pemilihan *Supplier*

Menurut Stevenson (2002) pemilihan *supplier* biasanya mempertimbangkan biasanya kualitas dari produk, *service* / pelayanan dan ketepatan waktu pengiriman adalah hal yang penting, meskipun ada beberapa faktor lain yang harus dipertimbangkan. Faktor utama yang dipertimbangkan oleh suatu perusahaan ketika memilih *supplier* adalah :

1. Harga

Faktor ini biasanya merupakan faktor utama, apakah terdapat penawaran diskon, meskipun hal itu kadang kala tidak menjadi hal yang paling penting.

2. Kualitas

Suatu perusahaan mungkin akan membelanjakan lebih besar biayanya untuk mendapatkan kualitas barang yang baik.

¹ David, Fred R. 2011. *Manajemen Strategis Konsep*. Salemba Empat. Jakarta.

3. Pelayanan

Pelayanan yang khusus kadang kala dapat menjadi hal yang penting dalam pemilihan *supplier*. Penggantian atas barang yang rusak, petunjuk cara penggunaan, perbaikan peralatan dan pelayanan yang sejenis, dapat menjadi kunci dalam pemilihan satu *supplier* daripada yang lain.

4. Lokasi

Lokasi *supplier* dapat mempunyai pengaruh pada waktu pengiriman, biaya transportasi, dan waktu respon saat ada order/pesanan yang mendadak atau pelayanan yang bersifat darurat. Pembelian pada daerah setempat/lokal dapat menumbuhkan *goodwill* (pengaruh baik) dalam suatu hubungan serta dapat membantu perekonomian daerah sekitar.

5. Kebijakan persediaan *supplier*

Jika *supplier* dapat memelihara kebijakan persediaannya dan menjaga *spare part* yang dimilikinya, hal ini dapat membantu dalam kasus kebutuhan bahan baku yang mendadak.

6. Fleksibilitas

Niat yang baik dan kemampuan *supplier* dalam merespon perubahan permintaan dan memenuhi perubahan desain pesanan dapat menjadi faktor yang penting dalam pemilihan *supplier*.²

Menurut Pujawan dan Erawan (2010), memilih *supplier* merupakan kegiatan strategis terutama apabila *supplier* tersebut memasok item yang kritis atau akan digunakan dalam jangka panjang sebagai *supplier* penting. Kriteria pemilihan adalah salah satu hal penting dalam pemilihan *supplier*. Kriteria tersebut hendaknya mencerminkan item yang dibeli. Tiap kriteria memiliki tingkat kepentingan yang berbeda. Teknik-teknik *multicriteria decision making* seperti AHP bisa digunakan untuk memilih atau memberi peringkat calon-calon *supplier* dengan memperhatikan berbagai kriteria yang memiliki bobot yang berbeda-beda.³

Menurut Heizer dan Render (2010), ada 3 proses pemilihan *supplier* yaitu:

1. Evaluasi *supplier*

Evaluasi *supplier* mencakup proses menemukan *supplier* yang potensial dan menentukan kemungkinan bahwa *supplier* tersebut

² Stevenson, J William. 2002. *Operation Management*. NewYork: McGrawHill. Hal. 701.

³ Pujawan IN, Erawan M. 2010. *Supply Chain Management, Edisi-2*. Surabaya: Guna Widya Press.

supplier yang baik. Tahap ini memerlukan pengembangan kriteria evaluasi.

2. Pengembangan *supplier*

Pengembangan *supplier* dapat mencakup segalanya mulai dari pelatihan, bantuan teknis dan produksi hingga prosedur perpindahan informasi.

3. Negosiasi

Negosiasi sering dipusatkan pada kualitas, pengiriman, pembayaran, dan biaya. Ada 3 jenis strategi negosiasi klasik yaitu:

- a. Model harga berdasarkan biaya, model ini mengharuskan *supplier* untuk membuka catatan-catatan keuangannya kepada pembeli. Harga kontrak didasarkan pada waktu dan bahan baku atau berdasarkan biaya tetap dengan sebuah klausul tertentu untuk mengakomodasikan perubahan tenaga kerja dan biaya bahan baku dari *supplier*.
- b. Model harga berdasarkan pasar, pada model ini harga didasarkan pada harga lelang atau indeks.
- c. Penawaran yang kompetitif merupakan kebijakan yang umumnya digunakan banyak perusahaan untuk sebagian besar pembelian yang dilakukan. Kebijakan penawaran umumnya mengharuskan petugas pembelian memiliki beberapa *supplier* yang potensial untuk produk tertentu dan mendapatkan penawaran dari setiap *supplier*.⁴

Menurut Pujawan dan Erawan (2010), ada 6 proses pemilihan *supplier* pada AHP yaitu:

1. Tentukan kriteria-kriteria pemilihan.
2. Tentukan bobot masing-masing kriteria.
3. Identifikasi alternatif yang akan dievaluasi.
4. Evaluasi masing-masing alternatif dengan kriteria.
5. Hitung nilai bobot masing-masing *supplier*.
6. Urutkan *supplier* berdasarkan nilai bobot.⁵

⁴ Heizer, Jay & Barry Render. 2010. *Manajemen Operasi. Edisi Ketujuh Buku 1*. Jakarta: Salemba Empat.

⁵ *Ibid.*

2.1.2 Kriteria Pemilihan *Supplier*

Menurut Gary W Dickson dalam Pujawan dan Mahendrawathi (2010) mengemukakan dua puluh satu kriteria untuk pemilihan dan evaluasi *supplier*. Dengan banyak kriteria-kriteria yang ada dalam pemilihan *supplier*, namun keputusan dalam penentuan kriteria yang akan digunakan dalam suatu perusahaan ditentukan oleh perusahaan itu sendiri. Perusahaan akan memilih beberapa kriteria yang ada, pemilihan kriteria biasanya tergantung dari *item-item* bahan baku yang dipasok ke perusahaan.⁶

Menurut Pujawan (2005) pemilihan pemasok merupakan kegiatan strategis, terutama apabila pemasok tersebut akan memasok *item* yang akan digunakan dalam jangka panjang sebagai pemasok penting. Kriteria pemilihan adalah salah satu hal penting dalam pemilihan pemasok. Kriteria yang digunakan tentunya harus mencerminkan strategi rantai pasok maupun karakteristik dari item yang akan dipasok. Secara umum, banyak perusahaan yang menggunakan kriteria-kriteria dasar seperti kualitas barang yang ditawarkan, harga dan ketepatan waktu pengiriman. Namun, seringkali pemilihan pemasok membutuhkan berbagai kriteria lain yang dianggap penting oleh perusahaan.

Kinerja *supplier* perlu dimonitor secara berkelanjutan. Penilaian atau *monitoring* kinerja ini penting dilakukan sebagai bahan evaluasi yang nantinya bisa digunakan untuk meningkatkan kinerja atau sebagai bahan pertimbangan perlu tidaknya mencari *supplier* alternatif. Penilaian kinerja *supplier* harus dibedakan dalam mengevaluasi calon *supplier*. Umumnya evaluasi kinerja *supplier* dilakukan setelah pemilihan *supplier* dilakukan dan kegiatan ini dilakukan secara berkala.⁷

2.1.3 Teknik Mengurutkan/Memilih *Supplier*

Setelah kriteria ditetapkan dan beberapa kandidat pemasok diperoleh, maka perusahaan harus melakukan pemilihan. Perusahaan mungkin akan memilih satu atau beberapa dari alternatif yang ada. Dalam pemilihan ini perusahaan mungkin harus melakukan perbandingan untuk menentukan mana pemasok yang akan dipilih atau mana yang akan dijadikan pemasok utama dan mana yang akan dijadikan pemasok cadangan. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam meranking alternatif berdasarkan

⁶ Pujawan, I Nyoman dan Mahendrawathi. 2010. *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya. Hal. 155.

⁷ Pujawan, I.Y. 2005. *Supply Chain Management*. Surabaya : Guna Widya.

beberapa kriteria yang ada adalah metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

Bagian ini tidak dapat menjelaskan teori AHP, namun aplikasinya untuk memilih atau merangking pemasok. Pembaca bisa mendapatkan teori AHP pada buku-buku tentang pengambilan keputusan (*decision making*). Pada pemilihan pemasok, prosesnya bisa diringkas sebagai berikut:

1. Tentukan kriteria-kriteria pemilihan
2. Tentukan bobot masing-masing kriteria
3. Identifikasi alternatif (pemasok) yang akan dievaluasi
4. Evaluasi masing-masing alternatif dengan kriteria diatas
5. Hitung nilai berbobot masing-masing pemasok
6. Urutkan pemasok berdasarkan nilai terbobot tersebut⁸

2.2 Multi Criteria Decision Making (MCDM)

Multi Criteria Decision Making (MCDM) adalah suatu metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan beberapa kriteria tertentu. MCDM memiliki dua kategori yaitu:

2.2.1 Multiple Objective Decision Making (MODM)

Suatu metode dengan mengambil banyak kriteria sebagai dasar dari pengambilan keputusan yang didalamnya mencakup masalah perancangan (*design*), dimana teknik-teknik matematik untuk optimasi digunakan dan untuk jumlah alternatif yang sangat besar (sampai dengan tak terhingga).

2.2.2 Multiple Attribute Decision Making (MADM)

Suatu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah dalam ruang diskrit. Oleh karena itu, pada MADM biasanya digunakan untuk melakukan penilaian atau seleksi terhadap beberapa alternatif dalam jumlah yang terbatas. Beberapa teknik dari MADM seperti:

1. *Simple Additive Weighting Method* (SAW Method)
2. *Weighted Product Method* (WP Method)
3. *Analytic Hierarchy Process Method* (AHP Method)
4. *Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio*

⁸ Pujawan, I Nyoman & Mahendrawathi. 2017. *Supply Chain Management .Edisi 3*. Yogyakarta: Andi, hal 190.

5. *Analysis (MOORA Method)* (2006)
6. *A New Additive Ratio Assessment (ARAS)* (2008)
7. *Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC Method)*
8. *COmplex PROportional ASsessment (COPRAS Method)*
9. *Simple Multi Attribute Rating Technique Method (SMART Method)*
10. *Profile Matching Method (PM Method)*
11. ELECTRE
12. PROMETHEE Method
13. *Utilities Theory Additives Method (UTA Method)*
14. *Multi Attribute Utility Theory (MAUT)*
15. TAGUCHI⁹

2.3 Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)

2.3.1 Pengertian Analytica Hierarchy Process (AHP)

Analytic Hierarchy Process (AHP) adalah memilih suatu alternatif. Peralatan utamanya adalah hierarki fungsional dengan *input* utamanya adalah persepsi manusia. Dengan hierarki, suatu masalah kompleks dan tidak terstruktur dipecahkan kedalam kelompok-kelompoknya. Kemudian kelompok-kelompok tersebut diatur menjadi suatu bentuk hirarki.¹⁰

AHP sering digunakan sebagai metode pemecahan masalah dibanding dengan metode yang lain karena alasan-alasan sebagai berikut :

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

Pada penentuan kriteria terpenting dalam pemilihan *supplier*, proses dengan menggunakan metode AHP sebagai berikut:

⁹ Hondro. 2017. Metode-Metode Sistem Pendukung Keputusan (Multiple Attribute Decision Making – MADM), <https://rivalryhondro.wordpress.com/2016/05/16/metode-spk/>, diakses pada 10-07-2019.

¹⁰ Hafsa., Kodong, Frans Richard., dan Julian Alain. 2011. *Pengambilan Keputusan Untuk Pemilihan Supplier Bahan Baku Dengan Pendekatan Analytic Hierarchy Process di PR Pahala Sidoarjo*, Seminar Nasional Informatika, UPN Veteran, Jogjakarta.

1. Menentukan kriteria pemilihan
2. Penentuan bobot masing-masing kriteria dengan cara wawancara langsung kepada pemilik perusahaan
3. Perhitungan bobot masing-masing kriteria dengan mempergunakan *pairwise comparisons*
 - a. Pembuatan *Comparison Matrix*
 - b. Melakukan uji *Normalized Matrix*
 - c. Menghitung *multifactor evaluation process*
 - d. Melakukan perhitungan *Weight sum vector*
4. Tentukan urutan kriteria hasil perhitungan *pairwise comparison* berdasarkan nilai terbesar.¹¹

2.3.2 Langkah-langkah dalam Metode *Analytical Hierarchy Process*

Berikut adalah langkah-langkah perhitungan *Analytical Hierarchy Process* (AHP):

1. Menentukan jenis-jenis kriteria yang digunakan
2. Menyusun kriteria-kriteria tersebut dalam matrik berpasangan :

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}, i, j = 1, 2, \dots, n$$

Dimana n menyatakan jumlah kriteria yang dibandingkan, w_i bobot untuk kriteria ke-i dan a_{ij} adalah perbandingan bobot kriteria ke i dan j.
3. Menormalkan setiap kolom dengan cara membagi setiap nilai pada kolom ke i dan baris ke j dengan nilai total dari setiap kolom.

$$a_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum a_{ij}}$$
4. Menentukan bobot prioritas setiap kriteria ke i, dengan membagi jumlah setiap nilai a dengan jumlah kriteria yang dibandingkan (n)

$$W_i = \frac{\sum a}{n}$$
5. Menentukan WSF (*Weight Single Factor*) dengan rumus :

$$a_{ij} = \sum_{i=1}^n a_{ij} \times w_i$$
6. Menentukan nilai CF (*Consistency Factor*) dengan rumus :

$$CF = \frac{WFS}{\text{Bobot}}$$

¹¹ Heizer Jay and Barry Render. 2006. *Operation Management*. New Jersey: Pearson Education. Hal. 4.

7. Menghitung nilai lamda maks atau CF rata-rata dengan rumus :

$$\Lambda_{\text{maks}} = \frac{\sum CF}{n}$$
8. Menghitung *Consistency Index* (CI) Perhitungan Indeks Konsistensi menggunakan persamaan: $CI = \frac{\lambda_{\text{maks}} - n}{n-1}$
9. Mengukur seluruh konsistensi penilaian dengan menggunakan konsistensi rasio (CR) dengan rumus: $CR = \frac{CI}{RI}$
10. Suatu tingkat konsistensi tertentu diperlukan dalam penentuan prioritas untuk mendapatkan nilai yang terbaik. Nilai $CR \leq 0,10$ adalah nilai konsistensi jika tidak maka perlu dilakukan revisi. Tabel 2.1 menunjukkan nilai *Random Index* (RI)
11. Penentuan nilai bobot prioritas diperoleh dari penjumlahan nilai bobot perbandingan antar kriteria dikalikan dengan nilai bobot perbandingan *alternatif* dengan kriteria.
12. Bobot prioritas = $\sum(\text{Bobot Perbandingan Antar Kriteria} \times \text{Bobot Perbandingan Alternatif dengan Kriteria})^{12}$

¹² Ngatawi dan I. Setyaningsih. 2011. “Analisis Pemilihan Pemasok Menggunakan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP)”, *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 10.

Tabel 2. 1
 Nilai *Random Index* (RI)

Banyaknya Elemen (n)	R
1	0,00
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,57
15	1,59

Sumber : Buku Dasar-dasar Manajemen Logistik, 2017

2.3.3 Kelebihan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

AHP banyak digunakan untuk pengambilan keputusan dalam menyelesaikan masalah-masalah dalam hal perencanaan, penentuan alternatif, penyusunan prioritas, pemilihan kebijakan, alokasi sumber daya, penentuan kebutuhan, peramalan hasil, perencanaan hasil, perencanaan sistem, pengukuran performansi, optimasi dan pemecahan konflik.

Kelebihan dari metode AHP dalam pengambilan keputusan adalah:

1. Dapat menyelesaikan permasalahan yang kompleks, dan strukturnya tidak beraturan, bahkan permasalahannya yang tidak terstruktur sama sekali.
2. Kurang lengkapnya data tertulis atau data kuantitatif mengenai permasalahan tidak mempengaruhi kelancaran proses pengambilan keputusan karena penilaian merupakan sintesis pemikiran berbagai sudut pandang responden.
3. Sesuai dengan kemampuan dasar manusia dalam menilai suatu hal sehingga memudahkan penilaian dan pengukuran elemen.

4. Metode dilengkapi dengan pengujian konsistensi sehingga dapat memberikan jaminan keputusan yang diambil.¹³

Metode AHP suatu metode yang dapat memudahkan suatu organisasi untuk mengambil keputusan dari sebuah masalah. Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) mempunyai beberapa kelebihan, yaitu:

1. Metode AHP dapat menyederhanakan masalah kompleks ke dalam bentuk yang terstruktur, dan hierarki.
2. Mudah dimengerti dan digunakan.
3. Mengharuskan adanya tingkatan atribut, alternatif dan sebagainya. Hal ini akan mempermudah penyelesaian masalah dan merekomendasi solusi.
4. Menyajikan pengertian tentang konsistensi kuantitas suatu keputusan.
5. Tidak membutuhkan instuisi, pengalaman yang besar, dan pengetahuan teoritis yang secanggih sistem.
6. AHP hanya metode matematis tanpa ada pengujian secara statistik.
7. AHP dapat menangani saling ketergantungan elemen-elemen dalam suatu sistem dalam memecahkan masalah yang kompleks.
8. AHP mencerminkan kecenderungan alami pikiran untuk memilih elemen suatu sistem dalam berbagai tingkat berlainan dan mengelompokkan unsur sistem yang serupa dalam setiap tingkat.
9. AHP memberi skala untuk mengukur hal-hal dan wujud satu model untuk menetapkan prioritas.
10. AHP melacak konsistensi logis dari pertimbangan-pertimbangan yang digunakan dalam menentukan prioritas.
11. AHP menuntut ke suatu taksiran menyeluruh tentang kelebihan suatu alternatif.
12. AHP mempertimbangkan prioritas-prioritas relatif dari berbagai faktor sistem dan memungkinkan orang memilih alternatif terbaik berdasarkan tujuan-tujuan mereka.
13. AHP tidak memaksakan konsensus tetapi mensintesis suatu hasil yang representatif dari berbagai penilaian yang berbeda-beda.

¹³ Saaty, Thomas L. 2001. *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process*. PT Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.

2.3.4 Kelemahan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Disamping kelebihan-kelebihan di atas terdapat pula beberapa kesulitan dalam menerapkan metode AHP ini. Apabila kesulitan-kesulitan tersebut tidak dapat diatasi, maka dapat menjadi kelemahan dari metode AHP dalam pengambilan keputusan :

1. AHP tidak dapat diterapkan pada suatu perbedaan sudut pandang yang sangat tajam/ekstrim di kalangan responden.
2. Responden yang dilibatkan harus memiliki pengetahuan dan pengalaman yang cukup tentang permasalahan serta metode AHP.¹⁴

2.4 Prinsip Pokok Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Menurut Saaty pengambilan keputusan dalam metodologi AHP didasarkan atas tiga prinsip dasar yaitu:

1. Penyusunan Hierarki

Penyusunan hierarki permasalahan merupakan langkah untuk mendefinisikan masalah yang rumit dan kompleks, sehingga menjadi jelas dan rinci. Keputusan yang akan diambil ditetapkan sebagai tujuan, yang dijabarkan menjadi elemen-elemen yang lebih rinci hingga mencapai suatu tahapan yang paling operasional/terukur. Hierarki tersebut memudahkan pengambil keputusan untuk memvisualisasikan permasalahan dan faktor-faktor terkendali dari permasalahan tersebut. Hierarki keputusan disusun berdasarkan pandangan dari pihak-pihak yang memiliki keahlian dan pengetahuan di bidang yang bersangkutan.

2. Penentuan Prioritas

Prioritas dari elemen-elemen pada hierarki dapat dipandang sebagai bobot/kontribusi elemen tersebut terhadap tujuan yang ingin dicapai dalam pengambilan keputusan. Metode AHP berdasarkan pada kemampuan dasar manusia untuk memanfaatkan informasi dan pengalamannya untuk memperkirakan pentingnya satu hal dibandingkan dengan hal lain secara relatif melalui proses membandingkan hal-hal berpasangan. Proses inilah yang disebut dengan metode perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) untuk menganalisis prioritas elemen-elemen dalam hierarki. Prioritas ditentukan berdasarkan pandangan dan penilaian para ahli dan pihak-pihak

¹⁴ *Ibid.*

yang berkepentingan terhadap pengambilan keputusan, baik dengan diskusi atau kuesioner.

3. Konsistensi Logika

Prinsip pokok yang menentukan kesesuaian antara definisi konseptual dengan operasional data dan proses pengambilan keputusan adalah konsistensi jawaban dari para responden. Konsistensi tersebut tercermin dari penilaian elemen dari perbandingan berpasangan. Dalam menggunakan ketiga prinsip tersebut, AHP menyatukan dua aspek pengambilan keputusan, yaitu:

1. Secara kualitatif AHP mendefinisikan permasalahan dan penilaian untuk mendapatkan solusi permasalahan.
2. Secara kuantitatif AHP melakukan perbandingan secara numerik dan penilaian untuk mendapatkan solusi permasalahan.¹⁵

2.5 Pengertian Produksi

Produksi adalah bidang yang terus berkembang selaras dengan perkembangan teknologi, dimana produksi memiliki suatu jalinan hubungan timbal-balik (2 arah) yang sangat erat dengan teknologi. Produksi dan teknologi saling membutuhkan. Kebutuhan produksi untuk beroperasi dengan biaya yang lebih rendah, meningkatkan kualitas dan produktivitas, dan menciptakan produk baru telah menjadi kekuatan yang mendorong teknologi untuk melakukan berbagai terobosan dan penemuan baru. Produksi dalam sebuah organisasi pabrik merupakan inti yang paling dalam, spesifik serta berbeda dengan bidang fungsional lain seperti keuangan, personalia, dan lain-lain.

Sistem produksi merupakan sistem integral yang mempunyai komponen struktural dan fungsional. Dalam sistem produksi modern terjadi suatu proses transformasi nilai tambah yang mengubah *input* menjadi output yang dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar. Proses transformasi nilai tambah dari *input* menjadi *output* dalam sistem produksi modern selalu melibatkan komponen struktural dan fungsional. Sistem produksi memiliki beberapa karakteristik berikut :

¹⁵ Saaty, T.L. 2008. *Decision Making With The Analytic Hierarchy Process*, Interfaces, Vol.1, No. 1 pp. 83-98.

1. Mempunyai komponen atau elemen yang saling berkaitan satu sama lain dan membentuk satu kesatuan yang utuh. Hal ini berkaitan dengan komponen struktural yang membangun sistem produksi itu.
2. Mempunyai tujuan yang mendasari keberadaannya, yaitu menghasilkan produk (barang atau jasa) berkualitas yang dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar.
3. Mempunyai aktivitas berupa proses transformasi nilai tambah *input* menjadi output secara efektif dan efisien.
4. Mempunyai mekanisme yang mengendalikan pengoperasiannya, berupa optimalisasi pengalokasian sumber-sumber daya.¹⁶

2.6 Gas Bertekanan

Gas bertekanan adalah gas yang disimpan dibawah tekanan, baik gas yang ditekan maupun gas cair / gas yang dilarutkan dalam pelarut. Gas bertekanan biasanya terbagi dalam beberapa jenis berdasarkan sifatnya, antara lain berupa gas cair, gas murni dan gas terlarut. Gas cair adalah gas yang dipampatkan dalam tekanan tertentu dan dalam suhu ruangan menjadi cair, pada saat *valve* tabung dibuka maka gas menjadi *vapor* dan berubah menjadi gas. Contohnya adalah propane dan karbon dioksida. Gas murni adalah gas yang dipampatkan dan tetap berbentuk gas, sebagai misal adalah oksigen, nitrogen dan argon. Gas terlarut adalah jenis gas yang dilarutkan dalam suatu pelarut karena sangat reaktif sehingga diperlukan cairan. Salah satu dari jenis gas ini adalah gas asetilin, saat berada di dalam tabung bertekanan akan diberikan aseton sebagai bahan penyetabil dan terlarut didalamnya.¹⁷

2.6.1 Tabung Gas

Bejana Tekanan atau Tabung Gas adalah bejana selain Pesawat Uap yang di dalamnya terdapat tekanan dan dipakai untuk menampung gas, udara, campuran gas, atau campuran udara baik dikempa menjadi cair dalam keadaan larut maupun beku. Bejana Tekanan mempunyai tekanan lebih dan 1 kg/cm (satu kilogram per sentimeter persegi) dan volume lebih dari 2,25 (dua koma dua puluh lima) liter. Tabung gas merupakan

¹⁶ Gasperz, Vincent. 2004. *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta : Gramedia Pusataka Utama.

¹⁷ Gas Bertekanan dan Berbahaya, <http://indohse.web.id>. Diakses pada 8 Maret 2019.

kelompok dari bejana tekan karena tabung gas memiliki tekanan yang berisi gas.

Bejana Tekanan dikelompokkan menjadi 4 (empat) macam, sebagai berikut :

1. Botol-botol baja yang memiliki volume air maksimum 60 liter.
2. Bejana transport yang mempunyai volume air lebih dari 60 liter.
3. Bejana penyimpanan gas atau campuran dalam tekanan pada dat dikempa menjadi cair terlarut atau beku.
4. Pesawat pendingin yang digunakan sebagai pendingin suatu zat dengan memproses gas pendingin yang ada dalam pesawat, sedemikian rupa sehingga temperatur gas pendingin tersebut lebih rendah dari pada temperatur sekitarnya dan dapat menyerap temperatur zat atau temperatur ruangan yang lebih tinggi menjadi lebih rendah sesuai dengan kebutuhan yang dikehendaki.¹⁸

2.6.2 Tipe Tabung Gas

Ada banyak jenis silinder yang digunakan untuk transportasi dan penyimpanan gas atau cairan terkompresi. Ada silinder yang dirancang sesuai dengan peraturan nasional yang diakui dan standar internasional. Ada beberapa tabung yang diproduksi sesuai dengan izin khusus (Amerika Serikat) dan sertifikat kesetaraan (Kanada).

Desain tabung biasanya didefinisikan sebagai Tipe 1, Tipe 2, Tipe 3, Tipe 4, Tabung *Acetylene*, dan *Hydrogen Service* hidrida logam. Silinder dapat dibuat dari berbagai macam material.

Di Amerika Utara, tabung biasanya dibagi menjadi dua kategori spesifik, tekanan rendah dan tekanan tinggi. Umumnya, tabung bertekanan rendah memiliki tekanan hingga 500 psi, dan tabung yang bertekanan tinggi memiliki tekanan lebih dari 500 psi.¹⁹ Berikut adalah macam-macam tipe gas.

¹⁸ Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor : Per. 01/MEN/1982 Tentang Bejana Tekan, pasal 1.

¹⁹ Way, George Carter. 2013. *Hand Book Of Compressed Gases*. Edisi ke-5. Virginia : Compressed Gas Association. Hal. 83.

1. Tipe 1

Silinder tipe 1 adalah silinder konstruksi logam yang di las dengan material aluminium, baja, baja tahan karat, nikel, dan lain-lain. Contoh tabung tipe 1 dapat dilihat pada lampiran 13, hal 89.

2. Tipe 2

Silinder tipe 2 adalah silinder tipe 1 dengan penguat komposit tambahan pada bagian silinder (yaitu, lingkaran melingkar di atas). Penguatan umumnya terbuat dari kaca, aramid, atau serat karbon.

Contoh tabung tipe 1 dapat dilihat pada lampiran 14, hal 90.

3. Tipe 3

Silinder tipe 3 memiliki liner logam mulus yang sepenuhnya dibungkus oleh penguat komposit yang membenkan antara 75 % dan 95 % kekuatan ke bejana Liner memberikan keseimbangan kekuatan dan bertindak sebagai membran kaku untuk membuat produk dan memberikan ketahanan benturan. Contoh tabung tipe 1 dapat dilihat pada lampiran 15, hal 91.

4. Tipe 4

Silinder tipe 4 terbuat dari bahan non-logam. Beberapa memiliki lapisan plastik yang sepenuhnya dibungkus oleh serat karbon atau serat campuran. Liner ini tidak memberikan kekuatan struktural ke silinder dan hanya bertindak sebagai penghalang permeasi. Lainnya dapat dibangun tanpa *liner*.²⁰ Contoh tabung tipe 1 dapat dilihat pada lampiran 16, hal 92.

2.6.3 Warna pada Tabung Gas

Warna pada tabung gas di klasifikasikan berdasarkan potensi bahaya, gas spesifik, gas *inert* (netral) pemakaian industri dan medis, gas campuran yang digunakan untuk medis, dan gas industri. Klasifikasi warna berdasarkan potensi bahaya dapat dilihat pada Gambar 2.1, menurut Standar keluaran tekanan kerja.

²⁰ *Ibid.* Hal. 87

Gambar 2. 1
Klasifikasi Warna Berdasarkan Potensi bahaya

JENIS GAS	WARNA PADA BAHU BEJANA	
Inert (Mencekik)		Bright green RAL 6018
Oxidising (Pengoksidasi)		Light blue RAL 5012
Flammable (Mudah Terbakar)		Red RAL 3000
Toxic and/or Corrossive (Beracun dan/atau korosif)		Yellow RAL 1018

Sumber : Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 37 tahun 2016

Jika berdasarkan potensi bahayanya, warna tabung terbagi 4 ada *inert* (gas netral) yang bersifat mencekik, *Oxidizing* (pengoksidasi), *Flammable* (mudah terbakar) dan *Toxic* (beracun). Klasifikasi gas spesifik dapat dilihat pada Gambar 2.2

Gambar 2. 2
Klasifikasi Gas Spesifik

JENIS GAS		WARNA PADA BAHU BEJANA	
Acetylene	C_2H_2		Maroon colour 541 in BS 381C (3) or RAL 3007, Black Red. (Body & shoulder)
Oxygen	O_2		O2 White RAL 9010
Nitrous Oxide	N_2O		Blue RAL 5010

Sumber : Peraturan Menteri Ketenagakerjan Nomor 37 tahun 2016

Gambar mengenai klasifikasi gas *inert* dapat dilihat pada gambar 2.3

Gambar 2. 3
Klasifikasi Gas *Inert*

JENIS GAS		WARNA PADA BAHU BEJANA	
Argon	Ar		Dark green RAL 6001
Nitrogen	N_2		Black RAL 9005
Carbon dioxide	CO_2		Grey RAL 7037
Helium	He		Brown RAL 8008

Sumber : Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 37 tahun 2016

Gas *inert* merupakan gas yang netral dan tidak membahayakan jika tercampur dengan gas *flammable* maupun *non flammable*. Yang termasuk gas *inert* yaitu gas Argon, nitrogen, *Carbon Dioxide* dan Helium.²¹

2.6.4 Tanda Pengenal Pada Tabung Gas

Setiap Bejana Tekanan diberikan tanda pengenal meliputi :

1. Nama pemilik
2. Nama dan nomor urut pabrik pembuat
3. Nama gas atau bahan yang diisikan beserta simbol kimia
4. Berat kosong tanpa keran dan tutup
5. Tekanan pengisian (PO) yang diijinkan kg/cm
6. Berat maksimum dari isinya untuk bejana berisi gas yang dikempa menjadi cair
7. Volume air untuk bejana berisi gas yang dikempa
8. Nama bahan pengisi porous mass khusus untuk bejana penyimpanan gas yang berisi larutan asetilin
9. Bulan dan tahun pengujian hidrostatis pertama dan berikutnya²²

Peraturan Menteri 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Kerja Ketenagakerjaan Nomor 37 tahun Bejana Tekanan dan Tangki Timbun Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 37 tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Bejana Tekanan dan Tangki Timbun, Pasal 9.

2.6.5 Klasifikasi Bahaya Gas

Gas diklasifikasikan berdasarkan bahaya kimia dan fisiknya personel yang bekerja di arca gas harus memiliki pengetahuan yang cukup gas agar terciptanya kondisi kerja yang aman. Gas dapat menimbulkan potensi bahaya karena :

1. Tekanan rendah
2. Sangat dingin
3. Mudah terbakar
4. Menyebabkan sesak dada
5. Oksidasi
6. Beracun

²¹ Peraturam Menteri Ketenagakerjaan Nomor 37 tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bejana Tekanan dan Tangki Timbun.

²² Peraturam Menteri Ketenagakerjaan Nomor 37 tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bejana Tekanan dan Tangki Timbun, pasal 9.

7. Korosif
8. Piroforik

Beberapa gas dapat menghadirkan beberapa bahaya di atas. Misalnya, tabung gas hidrogen yang memiliki kandungan mudah terbakar Oksigen cair merupakan oksidator di suhu yang rendah.²³

2.6.5 Penggunaan Gas

1. Oksigen (O₂)

Penggunaan gas oksigen di sektor medis, *workshop* baja, *water treatment* dan *power plant* yaitu :

- a. Industri baja untuk permurnian besi dan baja.
- b. Industri elektronik untuk pembuatan semi konduktor .
- c. Industri kimia untuk oksidasi olefin, produksi asam nitrat, *sintesis ethylene* dan *propylene oxide*.
- d. Pemurnian udara pada reaktor nuklir.
- e. Digunakan pada industri makanan.
- f. Digunakan untuk pengelasan dan pemotongan bersama LPG atau *Acetylene*.²⁴

2. Argon (Ar)

Penggunaan gas Argon di sektor konstruksi (EPC), LAB, *workshop* baja, industri lampu dan *workshop* yaitu :

- a. Aplikasi *welding*, *carrier gas* dan *inert gas*.
- b. Digunakan dalam industri besi baja untuk pencegahan oksidasi pada pelemburan metal.
- c. Digunakan dalam industri lampu untuk pegisian bola lampu, tabung neon dan tabung *mercury*.
- d. Digunakan dalam laboratorium sebagai *currier gas* pada gas *chromatography*.
- e. Digunakan sebagai gas instrumen pada x-ray, alat pemonitor reaksi (dalam hal ini Argon dicampur dengan *Methane*).²⁵

²³ *Opcit.* Hal. 29.

²⁴ Samator Group. 2012. *Sales Handbook*. Surabaya. Hal. 3.

²⁵ *Ibid*, hal. 2.

3. Nitrogen (N₂)

Penggunaan gas Nitrogen di sektor petrokimia, *food & beverages*, *oil & gas* dan *Oleo Chemical* yaitu:

- a. Digunakan pada bidang metalurgi untuk *heat treatment* tembaga dan logamnya.
- b. Digunakan dalam industri kimia dan petrokimia sebagai pelindung katalis dan reaktor.
- c. Digunakan dalam industri gas sebagai pelindung *thunder methane*, pengatur tingkat panas dari gas alam.
- d. Digunakan dalam industri makanan dan farmasi sebagai media dalam penyimpanan makanan, buah buahan dan obat-obatan.
- e. Digunakan dalam industri listrik sebagai gas pengisi bola lampu (dicampur dengan Argon).
- f. Digunakan pada bidang konstruksi dan instalasi sebagai gas *puring*, pengering pipa, regenerasi katalis dan *purging* generator listrik.
- g. Digunakan pada industri elektronik dengan kegunaan luas.
- h. Digunakan untuk mengisi tekanan pada ban kendaraan.²⁶

4. Karbon dioksida (CO₂)

Penggunaan karbon dioksida di sektor industri makanan, industri *welding* dan *aquarium* yaitu :

- a. Digunakan untuk pengawet makanan (dengan spesifikasi *food grade*).
- b. Digunakan untuk pendingin makanan dalam transportasi (dalam bentuk *dry ice*).
- c. Digunakan untuk pengelasan di industri *welding*.
- d. Digunakan untuk media tanaman dalam akuarium.²⁷

5. Ammonia (NH₃)

Penggunaan ammonia disektor industri pendingin, industri karet dan industri kimia yaitu :

- a. Refrigerant pada alat pendingin.
- b. Industri kima untuk membuat asam nitrat, *plastic fiber* dan Urea.

²⁶ *Ibid*, hal. 5.

²⁷ *Ibid*, hal. 3.

- c. Industri petrokimia sebagai penetral asam dalam minyak mentah katalis.
- d. Industri karet untuk mencegah pengumpulan latex.
- e. Industri kertas dan elektro.²⁸

6. *Acetylene* (C₂H₂)

Penggunaan gas *Acetylene* di sektor konstruksi, industri kimia dan LAB yaitu :

- a. Digunakan dalam industri pengelasan dan pemotongan.
- b. Digunakan dalam industri kimia untuk produksi *Ethylene*, *Styrene* *Acrylic Acids*, *Carbon Black* dan *Acetaldehyde*.²⁹

²⁸ *Ibid.*

²⁹ *Ibid*, hal. 5.