



## Pengambilan Keputusan Dalam Pemilihan Mesin *Filler* Syrup Dengan Metode AHP-TOPSIS Pada PT X

Danny Willyandi<sup>1</sup>, Winnie Septiani<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Trisakti  
Jl. Kyai Tapa No 1, Jakarta 11440  
Email: [dannywillyandi@gmail.com](mailto:dannywillyandi@gmail.com), [winnie.septiani@trisakti.ac.id](mailto:winnie.septiani@trisakti.ac.id)

### ABSTRACT

*PT X is a pharmaceutical company and one of its products is cough syrup. The company wants to install a new filler machine to support their business development. There are 4 machine brands will be chosen by the company which are ITM, 3CR, IMA, MCS. This research focuses on filler machine selection for the production line. Research objectives are to determine the priority criteria and the best alternative filler machine. Using AHP-TOPSIS method where AHP method is used for weighting the assessment criteria while TOPSIS method is to sort alternative machines. The company decides there are 5 assessment criteria which are machine price, filling accuracy, filling speed, lead time availability and maintenance team; where the highest weight on maintenance team with 0,34. Based on TOPSIS method, the best alternative machine comes from the IMA brand with preference value of 0,9084. Sensitivity analysis shows machine price and filling speed could affect the selected machine. This research conclusion is AHP-TOPSIS method can be used as a decision-making framework in machine selection and the IMA brand is decided to be installed on the production line.*

**Keywords:** AHP, pharma production, machine selection, TOPSIS

### ABSTRAK

PT X merupakan perusahaan farmasi dengan salah satu produknya adalah obat batuk sirup. Perusahaan ingin memasang mesin *filler* baru untuk mendukung perkembangan bisnisnya. Ada 4 merek mesin yang akan dipilih yaitu ITM, 3CR, IMA, MCS. Penelitian yang dilakukan berfokus pada pemilihan mesin *filler* di lini produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kriteria prioritas dan alternatif mesin *filler* terbaik. Metode yang digunakan adalah AHP-TOPSIS, metode AHP digunakan untuk pembobotan kriteria penilaian sedangkan metode TOPSIS untuk mengurutkan alternatif mesin. Pihak perusahaan menetapkan ada 5 kriteria penilaian yaitu harga mesin, akurasi pengisian, kecepatan pengisian, *lead time availability* dan *maintenance team*; bobot tertinggi ada pada kriteria *maintenance team* yaitu bobot 0,34. Berdasarkan perhitungan metode TOPSIS, diketahui alternatif mesin terbaik berasal dari merek IMA dengan nilai preferensi 0,9084. Dengan analisis sensitivitas, diketahui kriteria harga mesin dan kecepatan pengisian mempengaruhi alternatif mesin yang terpilih. Kesimpulan yang dapat diambil adalah metode AHP-TOPSIS dapat digunakan sebagai kerangka pengambilan keputusan dalam pemilihan mesin produksi dan diputuskan merek mesin IMA yang akan dipasang di lini produksi.

**Kata kunci:** AHP, produksi obat, pemilihan mesin, TOPSIS

### Pendahuluan

Pergantian mesin produksi adalah salah satu aktivitas investasi di manufaktur yang harus dilakukan. Teknologi adalah salah satu sumber daya perusahaan berfungsi untuk

mengoptimalkan proses manufaktur. Perusahaan harus berinvestasi dalam peralatan baru terlepas dari kenyataan bahwa aktivitas ini melibatkan biaya yang tinggi dan memiliki hubungan positif terhadap perkembangan perusahaan. Pemilihan mesin

produksi memerlukan waktu dan melibatkan aktivitas pengambilan keputusan yang kompleks karena ada banyak perspektif, keahlian dan terkadang ada ambiguitas karena tidak lengkapnya informasi yang dimiliki (Cristea & Cristea, 2017). Pengambilan keputusan bermaksud untuk menentukan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif pilihan yang dapat memenuhi tujuan, nilai, keinginan dan sebagainya (Azwir et al, 2020). Pemilihan mesin produksi baru membutuhkan pengalaman dan pengetahuan yang memadai, pengambil keputusan mungkin juga membutuhkan sejumlah data untuk dianalisis dan banyak faktor yang harus dipertimbangkan (Cristea & Cristea, 2017).

Seiring dengan perkembangan usaha, ada kalanya mesin produksi yang digunakan sudah kurang sesuai dengan kebutuhan strategi pemasaran produk dan komabilitas operasional pabrik. Hal ini menyebabkan timbulnya permasalahan kebutuhan mesin produksi baru untuk mengakomodasi aktivitas pemasaran perusahaan. Instalasi mesin produksi baru merupakan suatu keputusan strategis di perusahaan ini karena melibatkan biaya investasi yang besar serta mempertimbangkan banyak kriteria penilaian selain itu adanya banyak alternatif pilihan mesin yang tersedia di pasar.

PT X adalah perusahaan farmasi yang memproduksi obat batuk sirup, salah satu mesin yang dibutuhkan dalam proses produksi adalah mesin *filler*. PT X ingin mengganti mesin *filler* yang ada saat ini karena perubahan dimensi kemasan produk dan adanya strategi pemasaran yang baru karena persaingan bisnis. PT X dihadapkan pada situasi untuk memilih alternatif mesin *filler* yang akan dipasang yaitu merek ITM, 3CR, IMA, MCS sedangkan kriteria penilaian utama menggunakan kriteria penilaian yang ditetapkan perusahaan / pengambil keputusan (Cristea & Cristea, 2017). Kriteria penilaian yang ditetapkan adalah harga mesin, akurasi pengisian, kecepatan pengisian, *lead time availability* dan *maintenance team*.

Instalasi mesin produksi baru merupakan suatu keputusan strategis di PT X karena melibatkan biaya investasi yang besar, melibatkan banyak kriteria penilaian dan alternatif pilihan, selain itu memiliki dampak pada aspek kompetitif perusahaan. Selama ini, metode pengambilan keputusan yang

digunakan hanya berfokus pada aspek teknologi mesin saja tetapi kurang mempertimbangkan aspek kriteria lainnya seperti biaya perawatan dan penilaian kriteria hanya berdasarkan subyektivitas pengambilan keputusan saja yaitu Manajer Produksi, Manajer *Engineering* dan Kepala Pabrik. Berdasarkan situasi yang dihadapi perusahaan, diperlukan suatu metode pengambilan keputusan yang lebih obyektif, sehingga dalam penelitian ini akan digunakan metode AHP-TOPSIS (*Analytical Hierarchy Process – Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) untuk menyelesaikan permasalahan pemilihan mesin produksi.

Suatu pembuatan keputusan harus dimulai dengan penentuan siapa saja yang akan melakukan penentuan keputusan, kriteria penilaian, tujuan yang ingin dicapai serta kebutuhan yang ingin dipenuhi dan terkadang dalam pembuatan keputusan melibatkan banyak kriteria pertimbangan dan alternatif pilihan (Azwir et al, 2020). Pada penelitian yang dibuat, pemilihan mesin merupakan permasalahan pengambilan keputusan multi kriteria, metode AHP-TOPSIS memiliki manfaat untuk memperoleh alternatif terbaik dan minimasi risiko dalam pembuatan keputusan (Runtuk & Maukar, 2020). Pengambilan keputusan dengan multi kriteria dan multi alternatif adalah suatu hal yang sulit untuk dianalisis tanpa suatu metode yang sistematis (Parkhan et al, 2018).

Pada penelitian sebelumnya, AHP-TOPSIS digunakan untuk pengambilan keputusan pada pemilihan asisten laboratorium komputer (Harpad dan Salmon, 2018), pemilihan *Marketplace* untuk kegiatan E-Bisnis (Rianto et al, 2019), pemilihan paket *personal computer* (Niswara et al, 2018), seleksi permohonan kredit (Gani dan Suseno, 2015), penetapan staf sekolah (Hidayati et al, 2016) bahkan digunakan juga pada permasalahan *Foreign Direct Investment* di Turki (Calik et al, 2018) dan permasalahan pemilihan supplier industri baja di Iran (Azimifard et al, 2018) maka Metode AHP-TOPSIS dapat membantu pengambilan keputusan dalam menentukan alternatif ideal berdasarkan bobot kriteria penilaian yang digunakan.

Metode AHP-TOPSIS sudah banyak digunakan untuk menyelesaikan banyak permasalahan pengambilan keputusan dan

masih menjadi salah satu alat penelitian penting bagi peneliti saat ini. Kebaruan dari metode AHP-TOPSIS ada pada aplikasi inovatif dan menarik seperti aplikasi pada penelitian sebelumnya (Hasnain et al, 2020). Penelitian ini mengaplikasikan metode AHP-TOPSIS untuk pemilihan mesin *filler* pada produksi farmasi. Penelitian ini juga melakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui kriteria kritis penilaian yang mempengaruhi keputusan akhir (Parkhan et al, 2018) (Fernando & Handayani, 2018). Metode AHP digunakan untuk menyederhanakan konstruksi permasalahan pengambilan keputusan menjadi sebuah hierarki sederhana yang memudahkan pengambil keputusan untuk melakukan evaluasi alternatif (Parkhan et al, 2018) sedangkan metode TOPSIS digunakan untuk menentukan alternatif mesin terbaik yang memiliki jarak terdekat ke solusi ideal positif dan jarak terjauh ke solusi ideal negatif (Parkhan et al, 2018).

Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan metode *multiple criteria decision making* dengan membuat hierarki dan memberi nilai subyektif atas kriteria penilaian yang digunakan (Samosir, 2019), metode AHP dikembangkan Thomas L. Saaty pada tahun 1970 (Hapsari, 2018) (Parkhan et al, 2018) dan metode AHP memungkinkan pengambil keputusan untuk mengevaluasi variabel kuantitatif dan kualitatif secara bersamaan (Calik et al, 2018) sedangkan Metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) juga merupakan metode *multiple criteria decision making* tetapi berdasarkan nilai alternatif terbaik (Harpad dan Salmon, 2018). Metode TOPSIS dikembangkan oleh Hwang dan Yoon pada tahun 1981 yang kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh Yoon ditahun yang sama, metode TOPSIS dibuat berdasarkan konsep bahwa alternatif terbaik seharusnya memiliki jarak terdekat ke solusi ideal positif dan jarak terjauh ke solusi ideal negatif (Calik et al, 2018). Kombinasi metode ini memiliki kelebihan yaitu metode AHP memberikan bobot kriteria penilaian berdasarkan perbandingan berpasangan dan metode TOPSIS menunjukkan solusi ideal atas alternatif yang ada (Niswara et al, 2018) (Azwir et al, 2020). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kriteria prioritas pemilihan mesin dan menentukan alternatif merek mesin terbaik

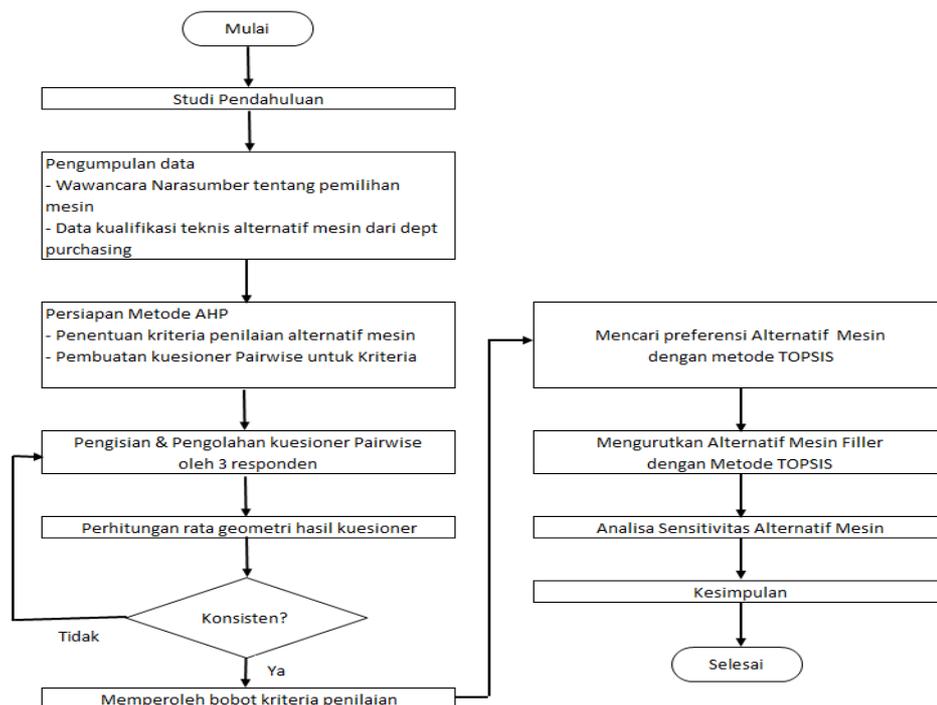
serta diharapkan dapat menjadi kerangka pengambilan keputusan yang lebih obyektif bagi perusahaan.

## Metodologi

Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara dan pengisian kuesioner kepada sumber di perusahaan yang akan melakukan pengambilan keputusan pemilihan mesin. Penentuan *expert* yang terlibat akan mempengaruhi keputusan akhir yang akan diperoleh, secara umum semakin kecil jumlah *expert* yang terlibat mempercepat untuk pencapaian konsensus keputusan di antara *expert* (Suganthi, 2018). Pengambil keputusan haruslah seorang ahli atau setidaknya memahami faktor yang perlu di evaluasi dan manajerial tingkat menengah dan atas memiliki pengaruh sebesar 94% terhadap keputusan akhir (Cristea & Cristea, 2017). *Expert* di PT X yang memiliki kewenangan untuk mengambil keputusan terkait aktivitas di lantai produksi adalah Manajer Produksi, Manajer *Engineering* dan Kepala Pabrik akan memberikan penilaian tentang kecocokan alternatif mesin terhadap kebutuhan di lini produksi berdasarkan kriteria penilaian perusahaan. Data tentang kualifikasi teknis alternatif mesin diperoleh dari data departemen *purchasing*.

Cannon (Cannon, 2019), Henderson (Henderson, 2017) dan Rao (Rao, 2016) mengemukakan beberapa kriteria yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan mesin *filler*, ketepatan pemilihan mesin dipengaruhi oleh pemahaman pengambil keputusan terhadap karakteristik produk dan kebutuhan permintaan produksi (Cannon, 2019). Ada beberapa kriteria yang perlu dipertimbangkan seperti metode pengisian, tingkat otomasi, bentuk wadah isian, komabilitas dengan sistem yang sudah ada, reliabilitas, kemudahan penggunaan, harga mesin, luas tempat yang dibutuhkan, konsistensi dan kualitas pengisian, waktu dan proses instalasi, garansi mesin serta layanan purna jual (Cannon, 2019) (Henderson, 2017) (Rao, 2016).

Pengolahan data mencakup pembobotan kriteria penilaian dengan metode AHP, penyusunan ranking alternatif dengan metode TOPSIS, analisis dan evaluasi alternatif terpilih, dan kesimpulan. *Flowchart* metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Flowchart metodologi penelitian

Langkah-langkah penentuan bobot kriteria penilaian dengan metode AHP sebagai berikut (Niswara et al, 2018)(Hapsari, 2018):

1. Menyederhanakan permasalahan menjadi elemen yang lebih kecil untuk membuat hierarki keputusan.
2. Memberi bobot pada kriteria penilaian dengan membandingkan secara berpasangan. Kriteria nilai untuk metode AHP yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria penilaian AHP

Nilai	Keterangan	Nilai	Keterangan
1	sama penting	6	mendekati sangat penting
2	mendekati sedikit lebih penting	7	sangat penting
3	Sedikit lebih penting	8	mendekati mutlak
4	mendekati lebih penting	9	mutlak sangat penting
5	lebih penting		

Sumber: (Harpad & Salmon, 2018)

3. Mencari rata-rata geometri dari hasil kuesioner (karena melibatkan lebih dari satu responden) dengan menggunakan rumus pada Persamaan 1

$$a_n = \sqrt[n]{a_1 x a_2 x a_3 x \dots x a_i} \quad \text{Pers. 1}$$

Dimana

$a_n$  : Penilaian gabungan

$a_i$  : Penilaian dari expert ke i

n : banyaknya expert

4. Setiap bobot kriteria pada matriks awal dibagi dengan jumlah bobot setiap kolom matriks dan mencari rata-rata baris sebagai bobot kriteria ternormalisasi (*EugenVector*)
5. Matriks konsistensi diperoleh dengan mengalikan bobot kriteria ternormalisasi dengan setiap bobot kriteria matriks awal, kemudian mencari rata-rata baris matriks konsistensi
6. Membagi nilai rata-rata baris matriks konsistensi dengan bobot kriteria normalisasi setelah itu dirata-rata untuk memperoleh  $\lambda$  max

7. Menghitung *Consistency Index* (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \text{Pers.2}$$

Dimana n : banyaknya kriteria

8. Menghitung *Consistency Ratio* (CR)

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \text{Pers. 3}$$

Dimana

CR : *Consistency Ratio*

CI : *Consistency Index*

RI : *Index Random Consistency*

Tabel 2. Tabel *index random consistency*

Orde Matriks	1	2	3	4
RI	0,00	0,00	0,58	0,90
Orde Matriks	5	6	7	8
RI	1,12	1,24	1,32	1,41

9. Jika nilai CR > 0,1 maka kriteria penilaian harus diperbaiki sebaliknya CR < 0,1 maka proses penilaian dianggap konsisten.

Adapun langkah metode TOPSIS adalah (Niswara et al, 2018)

1. Normalisasi nilai alternatif solusi dan membentuk matriks ternormalisasi (r) dengan menggunakan persamaan 4

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad \text{Pers. 4}$$

dengan

$i = 1, 2, \dots, m$  (banyaknya alternatif)

$j = 1, 2, \dots, n$  (banyaknya kriteria)

2. Membuat matriks ternormalisasi terbobot (Y) dengan rumus pada persamaan 5

$$y_{ij} = w_j \cdot r_{ij} \quad \text{Pers. 5}$$

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{i1} & \dots & y_{ij} \end{bmatrix}$$

3. Menghitung matriks solusi ideal positif ( $A^+$ ) dan matriks solusi ideal negatif ( $A^-$ )

$$A^+ = y_1^+, y_2^+, \dots, y_j^+ \quad \text{Pers. 6}$$

$$A^- = y_1^-, y_2^-, \dots, y_j^- \quad \text{Pers. 7}$$

Dimana

$y_j^+$  adalah : - max  $y_{ij}$ , jika j adalah atribut keuntungan  
- min  $y_{ij}$ , jika j adalah atribut biaya

$y_j^-$  adalah : - min  $y_{ij}$ , jika j adalah atribut keuntungan  
- max  $y_{ij}$ , jika j adalah atribut biaya

4. Menghitung jarak nilai alternatif dengan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif

Jarak antara alternatif  $A_i$  dengan solusi positif  $D_i^+$

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^+)^2} \quad \text{Pers. 8}$$

$i = 1, 2, \dots, m$

Jarak antara alternatif  $A_i$  dengan solusi ideal negatif  $D_i^-$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^-)^2} \quad \text{Pers. 9}$$

$i = 1, 2, \dots, m$

5. Menentukan nilai preferensi untuk setiap alternatif. Nilai preferensi merupakan kedekatan suatu alternatif terhadap solusi ideal. Nilai preferensi untuk setiap alternatif ( $V_i$ ) dengan persamaan 10

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}; i = 1, 2, \dots, m \quad \text{Pers. 10}$$

Nilai  $V_i$  yang lebih besar menunjukkan bahwa alternatif  $A_i$  lebih dipilih.

Analisis Sensitivitas digunakan untuk mengetahui perubahan alternatif pilihan karena proses penilaian kriteria adalah berdasarkan perkiraan / prediksi / penilaian subyektif dari pengambil keputusan (Parkhan et al, 2018). Perhitungan metode TOPSIS membutuhkan nilai bobot yang diperoleh dari hasil perhitungan Metode AHP, perubahan bobot penilaian akan mempengaruhi hasil akhir alternatif terpilih (Azimifard et al, 2018). Sensitivitas kriteria dapat diketahui dengan langkah berikut (Fernando & Handayani, 2018):

1. Menentukan bobot setiap kriteria penilaian dan total semua bobot kriteria penilaian adalah 1.
2. Mengubah bobot salah satu kriteria secara bertahap dan tidak mengubah bobot kriteria lainnya.
3. Melakukan normalisasi bobot kriteria penilaian sehingga total bobot kriteria penilaian tetap 1.
4. Melakukan perhitungan dengan menggunakan komposisi bobot yang baru.
5. Membandingkan hasil perhitungan akhir dengan bobot kriteria yang sudah diubah dan bobot kriteria pada kondisi awal.

## Hasil dan Diskusi

### Penentuan Kriteria dan Alternatif

Langkah pertama, wawancara dengan Manajer Produksi, Manajer *Engineering* dan Kepala Pabrik untuk menentukan kriteria utama dalam pemilihan mesin produksi. Hasil wawancara dengan pengambil keputusan serta merujuk pada kriteria pertimbangan yang dikemukakan oleh Cannon (2019), Henderson (2017) dan Rao (2016), pengambil keputusan menetapkan 5 kriteria utama untuk pemilihan mesin yaitu harga mesin, kecepatan pengisian, akurasi pengisian, *lead time availability* dan *maintenance team*.

Tabel 3 merupakan daftar data alternatif mesin beserta kriteria penilaian yang akan diputuskan. Keempat merek mesin tersebut memiliki kecocokan untuk dirangkaikan dengan mesin pengolahan obat dari tahapan proses produksi sebelumnya.

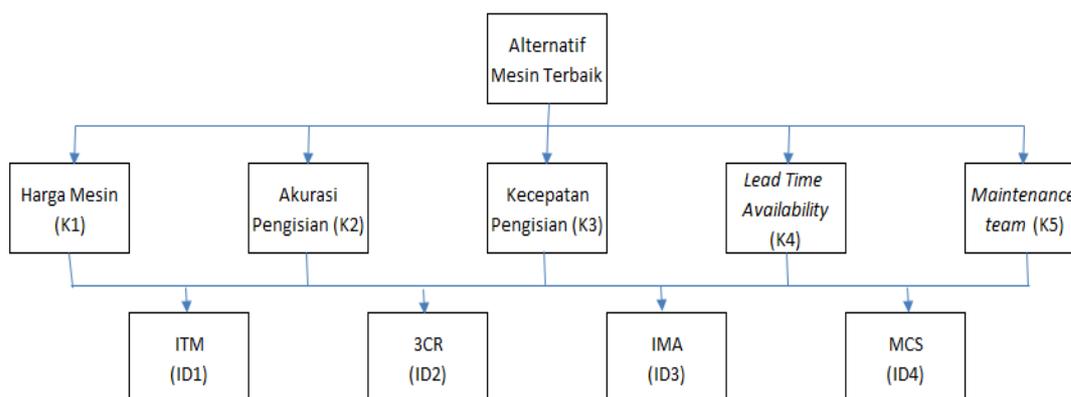
**Tabel 3.** Daftar alternatif mesin

Kriteria	Merek	ITM ID1	3CR ID2	IMA ID3	MCS ID4
K 1 Harga Mesin		Rp 5,5 Milyar	Rp 3,7 Milyar	Rp 4,9 Milyar	Rp 6,3 Milyar
K 2 Akurasi Pengisian		1,5%	3,0%	1,0%	4,0%
K 3 Kecepatan Pengisian (bpm = <i>bottle per minute</i> )		450 bpm	400 bpm	350 bpm	435 bpm
K 4 <i>Lead Time Availability</i>		6 bulan	5 bulan	5 bulan	7 bulan
K 5 <i>Maintenance team</i>		2 orang	4 orang	1 orang	3 orang

Keterangan

$ID_i$  : Alternatif merek mesin

$K_i$  : Kriteria penilaian



**Gambar 2.** Susunan hierarki keputusan

Penelitian dimulai dengan penentuan kriteria penilaian, selanjutnya dibuatlah struktur hierarki keputusan yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Kriteria harga mesin berkaitan dengan ketersediaan anggaran yang dimiliki perusahaan untuk melakukan pengadaan mesin. Harga mesin merupakan kriteria finansial dan merupakan perhatian utama karena berkaitan dengan strategi pembiayaan yang digunakan dan mempengaruhi harga produk. Harga mesin yang rendah akan mengurangi total investasi yang dibutuhkan sehingga dapat mempertahankan selisih margin yang diinginkan.

Kriteria akurasi pengisian dan kecepatan pengisian mewakili pertimbangan kemampuan mesin untuk memenuhi permintaan produksi serta aspek kualitas produksi. Produksi obat selalu dilakukan dalam jumlah besar, pengisian obat pada kemasan yang kurang akurat menyebabkan kerugian pada pihak perusahaan, kelebihan pengisian menyebabkan perusahaan kehilangan potensi pendapatan sedangkan kekurangan pengisian

mempengaruhi persepsi kualitas akhir produk. Produksi obat harus dilakukan secara cepat karena mempengaruhi kecepatan distribusi obat dari pabrik ke tangan konsumen.

Kriteria *Lead Time Availability* mewakili aspek kecepatan pengadaan mesin untuk menunjang faktor kompetitif perusahaan. Proses pengadaan dan instalasi mesin membutuhkan sejumlah waktu dan selama periode waktu tersebut diperlukan persiapan persediaan untuk mengantisipasi permintaan konsumen. Jumlah persediaan yang harus disiapkan dan penjadwalan produksi dengan mesin lama harus dipertimbangkan secara khusus oleh tim produksi karena akan mempengaruhi total biaya logistik perusahaan selama periode tertentu.

Kriteria *Maintenance Team* berkaitan tentang kemudahan perawatan mesin dan kebutuhan biaya perawatan mesin. Jika mesin terpilih memiliki kerumitan tinggi dalam hal perawatan akan meningkatkan biaya overhead produksi dan dapat mempengaruhi margin usaha. Aspek perawatan akan mempengaruhi kinerja mesin dalam produksi untuk periode

jangka panjang karena berkaitan reliabilitas, kapabilitas, efisiensi dan availabilitas mesin dalam menunjang aktivitas proses produksi obat.

**Penentuan Bobot Kriteria dengan Metode AHP**

Berikutnya membuat matriks perbandingan berpasangan kriteria ditunjukkan pada Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6 berdasarkan penilaian yang diberikan oleh Manajer Produksi, Manajer *Engineering* dan Kepala Pabrik.

**Tabel 4.** Matriks perbandingan berpasangan dari Manajer Produksi

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,00	0,25	0,25	0,33	0,33
K2	4,00	1,00	3,00	5,00	2,00
K3	4,00	0,33	1,00	5,00	2,00
K4	3,00	0,20	0,20	1,00	0,33
K5	3,00	0,50	0,50	3,00	1,00

**Tabel 5.** Matriks perbandingan berpasangan dari Manajer *Engineering*

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,00	4,00	4,00	0,25	0,50
K2	0,25	1,00	1,00	0,33	0,33
K3	0,25	1,00	1,00	0,33	0,33
K4	4,00	3,00	3,00	1,00	3,00
K5	2,00	3,00	3,00	0,33	1,00

**Tabel 6.** Matriks perbandingan berpasangan dari Kepala Pabrik

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,00	0,33	0,33	3,00	0,20
K2	4,00	1,00	2,00	2,00	0,20
K3	3,00	0,25	1,00	0,33	0,20
K4	0,33	0,25	3,00	1,00	0,20
K5	0,25	0,25	4,00	4,00	1,00

Karena ada 3 *expert* yang melakukan penilaian kriteria, maka dilakukan penggabungan hasil penilaian dengan menggunakan Persamaan 1 untuk diperoleh Tabel 7.

Langkah berikutnya penentuan bobot setiap kriteria dengan cara membuat matriks kriteria ternormalisasi (Tabel 8 dan Tabel 9).

**Tabel 7.** Matriks perbandingan berpasangan gabungan

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,00	0,69	0,69	0,63	0,32
K2	1,44	1,00	1,82	1,49	0,51
K3	1,44	0,55	1,00	0,82	0,51
K4	1,59	0,67	1,22	1,00	0,58
K5	3,11	1,96	1,96	1,71	1,00

**Tabel 8.** Penjumlahan skor perbandingan berpasangan menurut kolom

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,00	0,69	0,69	0,63	0,32
K2	1,44	1,00	1,82	1,49	0,51
K3	1,44	0,55	1,00	0,82	0,51
K4	1,59	0,67	1,22	1,00	0,58
K5	3,11	1,96	1,96	1,71	1,00
Total	8,58	4,87	6,68	5,66	2,93

**Tabel 9.** Hasil penentuan nilai bobot masing-masing kriteria

	K1	K2	K3	K4	K5	Bobot
K1	0,12	0,14	0,10	0,11	0,11	0,12
K2	0,17	0,21	0,27	0,26	0,17	0,22
K3	0,17	0,11	0,15	0,15	0,17	0,15
K4	0,19	0,14	0,18	0,18	0,20	0,18
K5	0,36	0,40	0,29	0,30	0,34	0,34
Total						1,00

Setelah mendapat bobot relatif kriteria, dilakukan pengujian konsistensi untuk mengetahui apakah penilaian kriteria yang diberikan oleh 3 responden adalah konsisten.

Langkah pengujian dilakukan dengan melakukan perkalian bobot kriteria (Tabel 9) dan matriks perbandingan pasangan kriteria gabungan (Tabel 7) seperti yang ditunjukkan Tabel 10. Kemudian nilai rata-rata baris di Tabel 10 dibagi dengan bobot setiap kriteria (Tabel 9) untuk mendapatkan  $\lambda$  max.

$$\begin{pmatrix} 0,59 \\ 1,09 \\ 0,76 \\ 0,89 \\ 1,72 \end{pmatrix} / \begin{pmatrix} 0,12 \\ 0,22 \\ 0,15 \\ 0,18 \\ 0,34 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5,07 \\ 5,05 \\ 5,04 \\ 5,04 \\ 5,06 \end{pmatrix}$$

$\lambda$  max = 5,05

**Tabel 10.** Matriks konsistensi

Bobot	K1	K2	K3	K4	K5	rata-rata Baris
	0,12	0,22	0,15	0,18	0,34	
K1	1,00	0,69	0,69	0,63	0,32	0,59
K2	1,44	1,00	1,82	1,49	0,51	1,09
K3	1,44	0,55	1,00	0,82	0,51	0,76
K4	1,59	0,67	1,22	1,00	0,58	0,89
K5	3,11	1,96	1,96	1,71	1,00	1,72

Setelah mendapatkan  $\lambda$  max, selanjutnya mencari nilai CI dengan Persamaan 2, maka akan diperoleh CI = 0,01; kemudian langkah selanjutnya mencari CR dengan Persamaan 3 dan Tabel 2 sehingga didapatkan CR = 0,01 yang artinya penilaian yang diberikan terhadap kriteria sudah konsisten.

### Evaluasi Alternatif dengan TOPSIS

Berdasarkan proses AHP, diperoleh bobot kriteria  $W = \{0,12 \ 0,22 \ 0,15 \ 0,18 \ 0,34\}$  selanjutnya dilakukan proses perangkingan dengan metode TOPSIS, dengan menggunakan Persamaan 4 dan menghasilkan matriks ternormalisasi R.

$$R = \begin{bmatrix} 0,5301 & 0,2822 & 0,5480 & 0,5164 & 0,3651 \\ 0,3566 & 0,5644 & 0,4871 & 0,4303 & 0,7303 \\ 0,4723 & 0,1881 & 0,4263 & 0,4303 & 0,1826 \\ 0,6072 & 0,7526 & 0,5298 & 0,6025 & 0,5477 \end{bmatrix}$$

Persamaan 5 digunakan untuk membuat matriks ternormalisasi terbobot dengan menggunakan bobot kriteria W dari metode AHP. Nilai Matriks ternormalisasi terbobot dinyatakan oleh matriks Y.

$$Y = \begin{bmatrix} 0,0619 & 0,0612 & 0,0823 & 0,0910 & 0,1242 \\ 0,0416 & 0,1224 & 0,0731 & 0,0758 & 0,2484 \\ 0,0552 & 0,0408 & 0,0640 & 0,0758 & 0,0621 \\ 0,0709 & 0,1631 & 0,0795 & 0,1026 & 0,1863 \end{bmatrix}$$

Langkah berikutnya menentukan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif dengan menggunakan Persamaan 6 dan Persamaan 7 sehingga dihasilkan Tabel 11.

**Tabel 11.** Matriks solusi ideal positif dan negatif

	K1	K2	K3	K4	K5
A <sup>+</sup>	0,0416	0,0408	0,0823	0,0758	0,0621
A <sup>-</sup>	0,0709	0,1631	0,0640	0,1062	0,2484

Penentuan jarak antar nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif dan negatif digunakan Persamaan 8 dan Persamaan 9. Nilai jarak tersebut dinyatakan pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Jarak antar nilai setiap matriks solusi ideal positif dan negatif

	ID1	ID2	ID3	ID4
D <sup>+</sup>	0,0701	0,2036	0,0227	0,1794
D <sup>-</sup>	0,1627	0,0594	0,2255	0,0640

Nilai preferensi  $V_i$  ( $ID_i$ ) diperoleh dengan Persamaan 10 dan hasil perhitungan ditunjukkan oleh Tabel 13, dapat diketahui bahwa alternatif ID3 (Merek IMA) mendapat nilai tertinggi dan merupakan alternatif mesin yang cocok untuk dipasang di lini produksi.

**Tabel 13.** Nilai preferensi setiap alternatif

Alternatif	Merek	Nilai	Peringkat
ID1	ITM	0,6989	2
ID2	3CR	0,2257	4
ID3	IMA	0,9084	1
ID4	MCS	0,2630	3

Dari pengolahan data yang telah dilakukan, ditetapkan alternatif mesin yang diinginkan adalah mesin yang mudah dirawat dan memiliki akurasi pengisian yang baik (Tabel 9) dan mesin dengan merek IMA (Tabel 13) yang paling cocok dengan kriteria penilaian perusahaan.

### Analisis Sensitivitas

Dengan analisis sensitivitas diketahui bahwa faktor penyebab perubahan alternatif adalah bobot kriterianya. Tabel 14 menunjukkan perubahan alternatif berdasarkan perubahan bobot kriteria penilaian. Simulasi dibuat dengan cara mengubah bobot salah satu kriteria secara bertahap sedangkan bobot kriteria lainnya dinormalisasi untuk mempertahankan total bobot kriteria.

Berdasarkan Tabel 14, dapat dilihat seberapa konsisten dan ketahanan (*robustness*) suatu alternatif. Jika bobot K1 dan K3 berubah maka mesin yang terpilih juga akan berubah. Pembuat keputusan dapat membuat keputusan yang lebih baik jika dia dapat menentukan seberapa kritis setiap kriteria penilaian. Tabel 14 memperlihatkan bahwa kriteria harga mesin dan kecepatan pengisian mempunyai pengaruh terhadap keputusan pilihan mesin yang akan diambil.

Usulan perbaikan yang dapat dikemukakan adalah melibatkan kriteria penilaian yang lebih banyak lagi, sehingga keputusan yang dihasilkan dapat mempertimbangkan kondisi atau aspek yang lebih luas lagi. Kelemahan kriteria pemilihan yang digunakan dalam penelitian ini adalah belum mempertimbangkan kemungkinan dan kemampuan pengembangan kapasitas produksi. Kriteria yang digunakan cenderung untuk menjawab kebutuhan bisnis saat ini, sehingga diusulkan untuk mempertimbangkan tambahan kriteria pemilihan yang berkaitan dengan aspek pengembangan bisnis seperti kriteria biaya instalasi komponen tambahan, kecepatan instalasi komponen tambahan, *lead time availability* komponen tambahan.

**Tabel 14.** Analisis sensitivitas alternatif pilihan terbaik

Simulasi	Bobot Kriteria					Alternatif				Keputusan	
	K1	K2	K3	K4	K5	ID <sub>1</sub>	ID <sub>2</sub>	ID <sub>3</sub>	ID <sub>4</sub>	Best	Alternatif
<i>Result</i>	0,12	0,22	0,15	0,18	0,34	0,6989	0,2257	<b>0,9084</b>	0,2630	0,9084	ID <sub>3</sub>
K1	<b>0,00</b>	0,25	0,17	0,20	0,39	0,7077	0,2023	<b>0,9248</b>	0,2656	0,9248	ID <sub>3</sub>
K1	<b>0,20</b>	0,20	0,14	0,16	0,31	0,6789	0,2710	<b>0,8784</b>	0,2566	0,8784	ID <sub>3</sub>
K1	<b>0,40</b>	0,15	0,10	0,12	0,23	0,5798	0,4344	<b>0,7719</b>	0,2174	0,7719	ID <sub>3</sub>
<b>K1</b>	<b>0,60</b>	<b>0,10</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,15</b>	<b>0,4449</b>	<b>0,6227</b>	<b>0,6506</b>	<b>0,1454</b>	<b>0,6506</b>	<b>ID<sub>3</sub></b>
<b>K1</b>	<b>0,80</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,08</b>	<b>0,3397</b>	<b>0,8133</b>	<b>0,5631</b>	<b>0,0662</b>	<b>0,8133</b>	<b>ID<sub>2</sub></b>
K1	<b>1,00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,3077	<b>1,0000</b>	0,5385	0,0000	1,0000	ID <sub>2</sub>
K2	0,15	<b>0,00</b>	0,19	0,22	0,43	0,6540	0,1878	<b>0,8929</b>	0,3279	0,8929	ID <sub>3</sub>
K2	0,12	<b>0,20</b>	0,15	0,18	0,35	0,6926	0,2205	<b>0,9061</b>	0,2718	0,9061	ID <sub>3</sub>
K2	0,09	<b>0,40</b>	0,11	0,13	0,26	0,7688	0,2837	<b>0,9391</b>	0,1656	0,9391	ID <sub>3</sub>
K2	0,06	<b>0,60</b>	0,08	0,09	0,17	0,8143	0,3194	<b>0,9681</b>	0,0865	0,9681	ID <sub>3</sub>
K2	0,03	<b>0,80</b>	0,04	0,04	0,09	0,8303	0,3312	<b>0,9874</b>	0,0348	0,9874	ID <sub>3</sub>
K2	0,00	<b>1,00</b>	0,00	0,00	0,00	0,8333	0,3333	<b>1,0000</b>	0,0000	1,0000	ID <sub>3</sub>
K3	0,14	0,26	<b>0,00</b>	0,21	0,40	0,6976	0,2238	<b>0,9435</b>	0,2572	0,9435	ID <sub>3</sub>
K3	0,11	0,20	<b>0,20</b>	0,17	0,32	0,7002	0,2276	<b>0,8854</b>	0,2686	0,8854	ID <sub>3</sub>
<b>K3</b>	<b>0,08</b>	<b>0,15</b>	<b>0,40</b>	<b>0,12</b>	<b>0,24</b>	<b>0,7149</b>	<b>0,2480</b>	<b>0,7623</b>	<b>0,3222</b>	<b>0,7623</b>	<b>ID<sub>3</sub></b>
<b>K3</b>	<b>0,05</b>	<b>0,10</b>	<b>0,60</b>	<b>0,08</b>	<b>0,16</b>	<b>0,7618</b>	<b>0,3089</b>	<b>0,5913</b>	<b>0,4464</b>	<b>0,7618</b>	<b>ID<sub>1</sub></b>
K3	0,03	0,05	<b>0,80</b>	0,04	0,08	<b>0,8638</b>	0,4258	0,3525	0,6531	0,8638	ID <sub>1</sub>
K3	0,00	0,00	<b>1,00</b>	0,00	0,00	<b>1,0000</b>	0,5000	0,0000	0,8500	1,0000	ID <sub>1</sub>
K4	0,14	0,26	0,18	<b>0,00</b>	0,41	0,7030	0,2004	<b>0,9077</b>	0,2658	0,9077	ID <sub>3</sub>
K4	0,11	0,21	0,15	<b>0,20</b>	0,33	0,6974	0,2338	<b>0,9087</b>	0,2620	0,9087	ID <sub>3</sub>
K4	0,09	0,16	0,11	<b>0,40</b>	0,25	0,6698	0,3454	<b>0,9143</b>	0,2420	0,9143	ID <sub>3</sub>
K4	0,06	0,11	0,07	<b>0,60</b>	0,17	0,6051	0,5179	<b>0,9314</b>	0,1879	0,9314	ID <sub>3</sub>
K4	0,03	0,05	0,04	<b>0,80</b>	0,08	0,5282	0,7367	<b>0,9641</b>	0,0973	0,9641	ID <sub>3</sub>
K4	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>	0,00	0,5000	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	0,0000	1,0000	ID <sub>3</sub> ID <sub>2</sub>
K5	0,18	0,33	0,23	0,27	<b>0,00</b>	0,7638	0,4197	<b>0,8482</b>	0,1072	0,8482	ID <sub>3</sub>
K5	0,14	0,26	0,18	0,21	<b>0,20</b>	0,7321	0,3272	<b>0,8727</b>	0,1918	0,8727	ID <sub>3</sub>
K5	0,11	0,20	0,14	0,16	<b>0,40</b>	0,6890	0,1891	<b>0,9230</b>	0,2839	0,9230	ID <sub>3</sub>
K5	0,07	0,13	0,09	0,11	<b>0,60</b>	0,6721	0,0977	<b>0,9608</b>	0,3209	0,9608	ID <sub>3</sub>
K5	0,04	0,07	0,05	0,05	<b>0,80</b>	0,6675	0,0394	<b>0,9846</b>	0,3315	0,9846	ID <sub>3</sub>
K5	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>	0,6667	0,0000	<b>1,0000</b>	0,3333	1,0000	ID <sub>3</sub>

Usulan lainnya adalah melakukan analisa ekonomi untuk memastikan merek mesin terpilih memberikan keuntungan pada perusahaan untuk jangka panjang.

Penelitian ini menunjukkan metode AHP-TOPSIS masih memiliki ruang untuk diaplikasikan sehingga dapat menjadi masukan bagi peneliti lain untuk menggunakan metode AHP-TOPSIS dalam penyelesaian masalah pengambilan keputusan multi kriteria di bidang lainnya, hal ini sesuai dengan temuan yang dikemukakan oleh Hasnain (Hasnain et al, 2020).

### Kesimpulan

Kesimpulan penelitian berdasarkan pengolahan dengan metode AHP, pengambil keputusan menetapkan bahwa kriteria *maintenance team* (0.34) adalah yang terpenting, kemudian kriteria akurasi pengisian, *lead time availability*, akurasi pengisian dan harga mesin. Dengan metode TOPSIS, diperoleh mesin merek IMA sebagai

alternatif terbaik dengan nilai 0,9084 dan selanjutnya dapat dilakukan proses instalasi di lini produksi.

Perubahan bobot pada kriteria harga mesin dan kecepatan pengisian ternyata sensitif terhadap alternatif mesin yang terpilih dimana sensitivitas kriteria harga mesin ada pada rentang 0,6–0,8 sedangkan pada kriteria kecepatan pengisian ada pada rentang 0,4–0,6. Pengembangan penelitian selanjutnya dapat diarahkan ke pembuatan perangkat lunak / sistem pendukung pengambilan keputusan untuk mempercepat pengolahan data dan mengurangi *human error* saat proses perhitungan.

### Daftar Pustaka

- Azimifard et al. (2018). Selecting Sustainable Supplier Countries for Iran's Steel Industry at Three Levels by Using AHP and TOPSIS methods. *Resources Policy* Vol 57, 30-44.
- Azwir et al. (2020). Supplier Selection of Upper Arm and Lower Arm Pantograph Jack using

- AHP & TOPSIS Methods. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* 9(1), 1-9.
- Calik et al. (2018). An Integrated AHP-TOPSIS Framework for Foreign Direct Investment in Turkey. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 26 (5-6), 296-307.
- Cannon, A. (2019). 5 Factors for Choosing the Right Filling Equipment for Your Business, [Online], Diakses dari <https://apexfilling.com/choosing-the-right-filling-equipment/> [2021, 23 Mei].
- Cristea, C. & Cristea, M. (2017). A Multi-Criteria Decision Making Approach for The Selection of a Flexible Packaging Equipment. *Matec Web of Conferences* 94, 1-9.
- Fernando, D. & Handayani, N. (2018). Uji Sensitivitas Metode Sistem Keputusan Dalam Menentukan Lokasi Penyebaran Media Promosi. *Jurnal Sistem Informasi* 5(2), 51-57.
- Gani, H & Suseno, J.E. (2015). Penerapan Metode AHP-TOPSIS untuk Penyeleksian Permohonan Kredit pada Koperasi Pegawai Republik Indonesia. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis* 01-2015, 33-39.
- Hapsari, Y.T. (2018). Pengukuran Kualitas dan Brand dengan Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). *Industrial Engineering Journal of The University of Saranawiyata Tamansiswa* 2(1), 1-6.
- Harpad, B. & Salmon. (2018). Penerapan Metode AHP dan Metode TOPSIS dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Asisten Laboratorium Komputer pada STMIK Widya Cipta Dharma Samarinda. *Jurnal Sebatik* 19(1), 28-34.
- Hasnain et al. (2020). Selection of an Industrial Boiler for a Soda-ash Production Plant Using Analytical Hierachy Process and TOPSIS Approaches, *Case Studies in Thermal Engineering* 19, 100636.
- Henderson, T. (2017). The Ultimate Guide to Liquid Filling Equipment, [Online], Diakses dari <https://www.packagingstrategies.com/articles/89862-the-ultimate-guide-to-liquid-filling-equipment/> [2021, 23 Mei].
- Hidayanti et al. (2016). Sistem Keputusan Metode AHP dan AHP-TOPSIS untuk Penentuan Staf Kurikulum Sekolah. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia, STMIK AMIKOM Yogyakarta*, 451-456.
- Niswara et al. (2018). Rekomendasi Pemilihan Paket *Personal Computer* Menggunakan Metode AHP-TOPSIS. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 2(5), 1998-2007.
- Parkhan et al. (2018). Integration AHP and TOPSIS in Shipyard Location Selection. *2018 5th International Conference on Industrial Engineering and Application*, 11-16.
- Rao, A. (2016). All You Need to Know About Liquid Filling Machine, [Online], Diakses dari <https://www.bhagwatipharma.com/all-you-need-to-know-about-liquid-filling-machines/> [2021,23 Mei].
- Rianto et al. (2019). AHP-TOPSIS pada Pemilihan *Marketplace* untuk Memulai Kegiatan E-Bisnis, *Seminar Nasional Dinamika Informatika, Universitas PGRI Yogyakarta*, 6-11.
- Runtuk, J.K. & Maukar, A.L. (2020). Pemilihan Pemasok Dengan Mempertimbangkan Produksi Bersih / Green Manufacturing pada Industry Otomotif. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* 9(1), 33-44
- Samosir, R.S. (2019). Pemilihan Supplier Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process Dibantu dengan Software Expert Choice 11 pada UKM Diana Bakery Semarang, *Industrial Engineering Online Journal* 8(2).