

ANALISIS INVESTASI PENAMBAHAN GUDANG PADA DISTRIBUTOR SEMEN DENGAN METODE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

INVESTMENT ANALYSIS OF ADDITIONAL WAREHOUSE AT CEMENT DISTRIBUTE WITH A METHOD OF ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

Fidyah Mawarda¹⁾, Rahmi Yuniarti²⁾, Wifqi Azlia³⁾

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya^{1,2,3)}

Abstract Cement Industry for distribute product to consumer has many distributors for each district. One of them an Pasuruan. Pasuruan Distributor has problem that cement's demands are increasing significantly but sales are decreasing. This phenomenon happened because of the limited capacity of warehouse about 352 m². Therefore, they planning to additional warehouse capacity with three options (1) Build new warehouse, or renting warehouse from location (2) A or location (3) B. Distributor should conduct a feasibility study in order to determine the best option. In this research, Analytic Hierarchy Proses) is used to know the interest rate of each criteria. The criteria are location, wide of location and cost. The results shows that AHP value for building warehouse is 0,327. In the other hand, AHP Value for renting warehouse A and B are 0,448 and 0,225. Based on this comparison, rent A will be the best option as it has the highest AHP.

Key Words Investment, Analytic Hierarchy Process, Warehouse, Cement Distribute

1. Pendahuluan

Industri semen memegang peranan dalam pembangunan nasional misalnya perbaikan infrastruktur jalan, pembangunan gedung perkantoran hingga pabrik.

Dalam operasional bisnisnya setiap perusahaan industri semen menempatkan kantor perwakilan sebagai distributor daerah, salah satunya adalah distributor semen area Pasuruan. Pada distributor ini memiliki permasalahan serius yaitu permintaan semen tidak sebanding dengan penjualan semen akibatnya banyak permintaan konsumen tak terpenuhi yang dibuktikan pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 dibuktikan bahwa prosentase permintaan yang terpenuhi oleh distributor semen gudang Pasuruan masih dibawah 100%. Hal ini terjadi karena keterbatasan kapasitas gudang dan adanya regulasi pemerintah terkait infrastruktur jalan sehingga terbatasnya waktu pengiriman semen yang akan didistribusikan ke konsumen. Luas gudang Pasuruan masih kurang memadai. Standar yang ditentukan oleh perusahaan industri semen untuk gudang besar adalah sebesar 1.352m² Pada Tabel 2 diketahui bahwa kebutuhan sedangkan luas gudang Pasuruan adalah sebesar 1000m².

Sehingga dengan adanya standart infrastruktur gudang yang telah ditentukan oleh perusahaan industri semen pada Tahun 2015, maka gudang semen Pasuruan memiliki kekurangan luas gudang sebesar 352m².

Tabel 1 Data Permintaan Semen dan Realisasi Penjualan Semen Gudang Pasuruan Tahun 2015

Bulan	Permintaan Semen (zak) Tahun 2015	Realisasi Penjualan Semen (zak) Tahun 2015	Prosentase Permintaan Semen yang Terpenuhi Tahun 2015
Januari	237.731	203.191	85.5%
Februari	256.803	223.675	87.1%
Maret	261.117	249.265	95.5%
April	254.700	232.118	91.1%
Mei	262.017	230.467	88%
Juni	276.925	227.273	82.1%
Juli	287.331	242.390	84.4%
Augustus	288.181	225.830	78.4%
September	285.661	242.344	84.8%
Oktober	305.323	298.800	97.9%
November	311.963	277.370	88.9%
Desember	388.250	246.528	63.5%

Tabel 2 Data Luas Gudang Pasuruan Tahun 2015

Gudang	Luas Gudang
Luas gudang saat ini	1000m ²
Kebutuhan luas gudang	1.352m ²
Kekurangan luas gudang	352m ²

Berdasarkan kendala yang dihadapi oleh perusahaan, pihak perusahaan berencana untuk menambahkan gudang satelit untuk memenuhi kekurangan luas gudang, serta memiliki keuntungan yaitu letak gudang satelit yang semakin dekat dengan konsumen sehingga mempercepat terpenuhi kebutuhan konsumen.

* Corresponding author. Email : fidyahmawarda@gmail.com¹⁾, rahmi_yuniarti@ub.ac.id²⁾, wifqi.azlia@ub.ac.id³⁾

Published online at <http://Jemis.ub.ac.id>

Copyright ©2016 JTI UB Publishing. All Rights Reserved

Alternatif pada penelitian ini yakni dengan cara membangun gudang atau dengan cara sewa gudang.

Gudang satelit merupakan gudang kecil yang memiliki standar luas bangunan gudang minimum sebesar $500m^2$ dan memiliki total luas tanah minimum sebesar $1.250m^2$ dan 60% luas tanah digunakan sebagai lahan parkir kendaraan sehingga kapasitas maksimal gudang sebesar 30.000 zak semen [1].

Penambahan gudang dengan cara sewa gudang memiliki dua alternatif yakni penambahan gudang sewa A dengan luas gudang yang tersedia sebesar $1.848m^2$ dan penambahan gudang sewa B dengan luas gudang yang tersedia sebesar $2.400m^2$.

Rencana investasi terhadap penambahan gudang diharapkan mampu untuk memenuhi permintaan konsumen, menampung semen jika pasar belum mampu menyerap kebutuhan semen dan mempermudah proses pendistribusian semen.

Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap masing-masing alternatif untuk mengetahui apakah investasi yang akan dilakukan memberikan keuntungan bagi perusahaan atau tidak dengan mempertimbangkan aspek pemilihan lokasi gudang berdasarkan standarisasi gudang.

Pada penelitian ini menggunakan *Analytic Hierarchy Process (AHP)*. AHP memiliki banyak keunggulan dalam menjelaskan proses pengambilan keputusan. Salah satunya adalah dapat digambarkan secara grafis sehingga mudah dipahami oleh semua pihak yang terlibat dalam pengambilan keputusan [2]. AHP digunakan untuk mengetahui kelayakan investasi penambahan gudang yang memiliki beberapa kriteria yang terkait dengan penambahan gudang.

2. Metode Penelitian

Penelitian dibagi menjadi 3 tahap, yaitu tahap identifikasi awal, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisa dan kesimpulan.

2.1 Tahap Identifikasi Awal

Berikut ini merupakan penjelasan sistematis tahapan identifikasi awal penelitian:

1. Studi Pustaka
Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai referensi-referensi yang berkaitan dengan topik permasalahan yang akan diteliti.
2. Identifikasi Masalah

Tahapan identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada distributor semen Pasuruan. Langkah awal yang dilakukan adalah observasi langsung terhadap kegiatan bongkar muat gudang semen Pasuruan. Observasi ini bertujuan mengetahui informasi permasalahan yang berkaitan dengan topik penelitian. Manfaat yang diperoleh dari hasil observasi yaitu memberikan gambaran pada peneliti sehingga dapat mengetahui permasalahan pada distributor semen Pasuruan.

3. Merumuskan Masalah

Perumusan masalah akan memfokuskan penelitian pada satu gudang yang dianggap memerlukan evaluasi.

2.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Penjelasan pada tahap pengumpulan dan pengolahan data dalam penelitian ini yaitu:

1. Pengumpulan Data

Dalam tahap ini dilakukan pengumpulan data yang diperlukan selama proses penelitian berlangsung. Dalam penelitian ini menggunakan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari objek penelitian baik melalui pengamatan langsung, hasil wawancara dengan pihak-pihak terkait, dan dari hasil pengukuran. Dalam penelitian ini data primer yang dibutuhkan antara lain:

- 1) Kuesioner kriteria penambahan gudang
- 2) Kuesioner tingkat kepentingan antar kriteria
- 3) Kuesioner alternatif untuk kriteria lokasi

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang bersumber dari data-data yang dimiliki oleh perusahaan. Dalam penelitian ini data sekunder yang dibutuhkan yaitu:

- 1) Luas tanah
- 2) Luas bangunan
- 3) Luas tempat parkir
- 4) Nilai NPV

2. Pengolahan Data

Langkah-langkah pengolahan data yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan bobot kriteria utama
- b. Menentukan bobot antar subkriteria lokasi
- c. Menentukan bobot antar subkriteria luas lokasi
- d. Menghitung bobot alternatif keputusan investasi

2.3 Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran

Setelah pemecahan masalah diperoleh, tahap selanjutnya adalah melakukan penarikan kesimpulan. Hasil dari penarikan kesimpulan nantinya dapat menjawab tujuan dari penelitian yang dilakukan. Selain itu dapat memberikan saran baik kepada perusahaan maupun untuk penelitian selanjutnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan metode *Analytic Hierarchy process (AHP)*.

3.1 Analytic Hierarchy Process (AHP)

Analytic Hierarchy process (AHP) digunakan untuk mengambil keputusan studi kelayakan investasi penambahan gudang yang menganalisa pemilihan penambahan gudang antar kriteria, antar sub kriteria, dan antar sub kriteria dengan alternatif keputusan pemilihan penambahan gudang untuk memenuhi kapasitas gudang pusat yang masih belum memenuhi standart.

3.2 Identifikasi Alternatif Penambahan Gudang

Penambahan gudang merupakan sarana penting dalam investasi jangka panjang sehingga dalam penelitian ini perlu adanya pertimbangan secara matang dalam memilih lokasi penambahan gudang. Terkait dengan penambahan gudang ada tiga alternatif penambahan gudang yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Alternatif Penambahan Gudang

No.	Nama	Keterangan
1.	Alternatif 1	Bangun Gudang
2.	Alternatif 2	Sewa Gudang A
3.	Alternatif 3	Sewa Gudang B

Identifikasi Kriteria Penambahan Gudang

Tahap awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi kriteria penilaian penambahan gudang dengan cara wawancara dengan

memberikan kuesioner terhadap Manajer Koordinator Gudang. Kuesioner disusun berdasarkan studi literatur terkait dengan kriteria-kriteria dalam penambahan gudang.

Kriteria dalam penambahan gudang ada lingkungan masyarakat, bahan, tenaga kerja, pengangkutan, keamanan, pembangkit tenaga, ketersediaan air, pasar dan rencana pengembangan [3]. Untuk masing-masing kriteria akan memiliki sub kriteria berdasarkan standarisasi perusahaan industri semen, yang kemudian disesuaikan dengan kebutuhan perusahaan terkait dengan penambahan gudang. Kriteria yang akan digunakan untuk penelitian ini tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4 Kriteria Terpilih dalam Penambahan Gudang

Kriteria yang Digunakan
Lokasi
Luas Lokasi
Biaya

Dari kriteria yang digunakan untuk penilaian penambahan gudang memiliki beberapa sub kriteria. Kriteria dan sub kriteria dari investasi penambahan gudang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Penentuan Sub Kriteria Penambahan Gudang

No.	Kriteria	Sub Kriteria
1.	Lokasi	a. Akses Jalan
		b. Kedekatan dengan konsumen
		c. Pengembangan
		d. Keamanan
2.	Luas Lokasi	a. Luas Tanah
		b. Luas Bangunan
		c. Luas Tempat Parkir
3.	Biaya	

3.3. Menentukan Bobot Kriteria

Setelah identifikasi kriteria dan sub kriteria dari penambahan gudang maka tahap selanjutnya adalah menentukan bobot prioritas dari masing-masing kriteria dan sub kriteria. Bobot yang dihasilkan merupakan nilai dari perbandingan berpasangan antara kriteria dan sub kriteria yang merupakan hasil wawancara terhadap Kepala Koordinator Gudang Pasuruan.

Langkah – langkah yang harus dilakukan untuk menentukan penambahan gudang adalah sebagai berikut:

1. Menentukan Bobot Kriteria Utama

Langkah yang harus dilakukan dalam menentukan bobot kriteria adalah sebagai berikut:

Melakukan perhitungan matriks perbandingan berpasangan yaitu untuk mengetahui hasil perbandingan tingkat kepentingan antar kriteria satu dengan kriteria yang lain. Perbandingan berpasangan dinyatakan sebagaimana pada rumus [4].

$$W = \left[\frac{W_i}{W_j} \right] = \begin{bmatrix} \frac{W_1}{W_1} & \frac{W_1}{W_2} & \dots & \frac{W_1}{W_n} \\ \frac{W_2}{W_1} & \frac{W_2}{W_2} & \dots & \frac{W_2}{W_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{W_n}{W_1} & \frac{W_n}{W_2} & \dots & \frac{W_n}{W_n} \end{bmatrix} \quad (\text{Pers1})$$

Tabel 6 Sub Kriteria dan Sub – Sub Kriteria Penambahan Gudang

No	Sub Kriteria	Sub - Sub Kriteria	Deskripsi
1.	Lokasi	a. Akses Jalan	Terletak di area sub urban atau pinggiran kota dan terletak di jalan provinsi yang menghubungkan antar kabupaten atau kota dalam sebuah provinsi dan bebas dari regulasi pemerintah terkait infrastruktur jalan
		b. Jarak dengan Konsumen	Letak gudang lebih dekat dengan konsumen agar perusahaan mudah dalam proses pengiriman barang
		c. Pengembangan Pasar	Letak gudang strategis untuk jangka panjang sehingga perusahaan dapat mengembangkan pasar
		d. Keamanan	Bebas dari bahaya banjir
2.	Luas Lokasi	a.Luas Tanah	Luas tanah sesuai dengan standart minimum

No	Sub Kriteria	Sub - Sub Kriteria	Deskripsi
			pembuatan gudang satelit yaitu sebesar 1250 m ²
		b. Luas Bangunan	Luas bangunan sesuai dengan standart minimum gudang satelit yaitu sebesar 500 m ²
		c.Luas Tempat Parkir	Luas parkir gudang minimum sebesar 60% dari luas bangunan gudang agar kegiatan antri bongkar muat semen tidak mengganggu jalan raya
3.	Biaya		Biaya merupakan hasil perhitungan menggunakan metode <i>Net Present Value</i> dari keseluruhan studi kelayakan pada penambahan gudang.

Tabel 7 merupakan matriks perbandingan berpasangan antar kriteria.

Tabel 7 Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria Utama

Kriteria	Lokasi	Luas Lokasi	Biaya
Lokasi	1,000	0,500	3,000
Luas Lokasi	2,000	1,000	3,000
Biaya	0,333	0,333	1,000
Jumlah	3,333	1,833	7,000

Nilai 1 pada kolom kriteria lokasi menunjukkan bahwa tingkat kepentingan sama antara kriteria lokasi. Sedangkan nilai 0,500 untuk kolom luas lokasi dengan baris lokasi memiliki arti bahwa luas lokasi tidak jauh lebih penting daripada lokasi. Angka 3 pada kolom biaya baris lokasi memiliki arti bahwa kriteria lokasi sedikit lebih penting dari pada kriteria biaya.

2. Membuat Matriks Normalisasi Kriteria Utama

Setelah mendapatkan jumlah total per kolom langkah selanjutnya yaitu melakukan normalisasi matriks dengan cara membagi setiap elemen dalam matriks berpasangan dengan total nilai disetiap masing-masing kolom dapat dilihat Pada Tabel 8.

Tabel 8 Matriks Nilai Kriteria Utama

Kriteria	Lokasi	Luas Lokasi	Biaya	Jumlah	Bobot prioritas
Lokasi	0,300	0,273	0,429	1,001	0,334
Luas Lokasi	0,600	0,545	0,429	1,574	0,525
Biaya	0,100	0,182	0,143	0,425	0,142
Jumlah	1,000	1,000	1,000	3,000	1,000

Nilai 0,300 pada kolom lokasi baris lokasi pada Tabel 8 diperoleh dari nilai kolom lokasi baris lokasi pada Tabel 7 dibagi dengan jumlah kolom lokasi pada Tabel 7.

Contoh perhitungan normalisasi antara kriteria Lokasi dan Lokasi adalah:

$$\frac{1,000}{3,333} = 0,300 \quad (\text{Pers 2})$$

Nilai kolom jumlah pada Tabel 8 diperoleh dari hasil penjumlahan pada setiap barisnya. Untuk baris pertama diperoleh nilai 1,001 merupakan hasil penjumlahan dari 0,300 + 0,273 + 0,429. Contoh perhitungan bobot prioritas adalah sebagai berikut:

$$\frac{\text{Jumlah}}{n} = \frac{1,001}{3} = 0,334 \quad (\text{Pers 3})$$

3. Membuat Matriks Penjumlahan Setiap Baris Kriteria Utama

Matriks ini dibuat dengan mengalikan nilai matriks perbandingan berpasangan yang dapat dilihat pada Tabel 7 dengan nilai bobot prioritas pada Tabel 8. Tabel 9 merupakan tabel matriks penjumlahan setiap baris.

Tabel 9 Matriks Penjumlahan Setiap Baris Kriteria Utama

Kriteria	Lokasi	Luas Lokasi	Biaya	Jumlah
Lokasi	0,334	0,262	0,425	1,021
Luas Lokasi	0,668	0,525	0,425	1,617
Biaya	0,111	0,175	0,142	0,428

Nilai 0,334 pada kolom lokasi dan baris lokasi didapatkan dari nilai matriks perbandingan berpasangan sebesar 1 dikalikan dengan nilai bobot prioritas sebesar 0,334. Nilai 1,021 didapatkan dari jumlah 0,334 + 0,262 + 0,425.

4. Perhitungan Rasio Konsistensi Kriteria Utama

Perhitungan ini digunakan untuk memastikan bahwa nilai rasio konsistensi (CR) ≤ 0.1. Jika ternyata nilai CR lebih besar dari 0.1 maka matriks perbandingan berpasangan harus diperbaiki. Tabel 10 merupakan tabel perhitungan rasio konsistensi.

Tabel 10 Perhitungan Rasio Konsistensi Kriteria Utama

Kriteria	Jumlah per Baris	Bobot prioritas	Hasil
Lokasi	1,021	0,334	3,058
Luas Lokasi	1,617	0,525	3,082
Biaya	0,428	0,142	3,021
Jumlah			9,161

Perhitungan rasio konsistensi dilakukan dengan cara mengkalikan matriks awal dengan nilai bobot prioritas dari kriteria utama seperti terlihat pada Tabel 10 diperoleh nilai – nilai sebagai berikut :

$$\begin{vmatrix} 1,000 & 0,500 & 3,000 \\ 2,000 & 1,000 & 3,000 \\ 0,333 & 0,333 & 1,000 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 0,334 & 1,021 \\ 0,525 & 1,617 \\ 0,142 & 0,428 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 3,058 & 3,082 \\ 3,021 & 9,161 \end{vmatrix} \quad (\text{Pers 4})$$

Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai matriks keputusan ternormalisasi terbobot (VB). Perhitungan VB dengan cara membagi nilai bobot prioritas dengan bobot kriteria yang bersangkutan. Perhitungan nilai VB dapat dilihat pada contoh dibawah ini:

$$\begin{vmatrix} 1,021 \\ 1,617 \\ 0,428 \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} 0,334 \\ 0,525 \\ 0,142 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 3,058 \\ 3,082 \\ 3,021 \end{vmatrix} \quad (\text{Pers 5})$$

Kemudian menjumlahkan seluruh nilai dari VB (ΣVB). Hasil ini yang selanjutnya digunakan untuk memperoleh perhitungan nilai lambda maksimum. Perhitungan dari nilai lambda maksimum (λmaks) dilakukan dengan menjumlahkan total VB (ΣVB) kemudian dibagi dengan ukuran matriks yang ada (n) untuk contoh perhitungan lambda maksimum dapat dilihat pada berikut ini [5]:

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum VB}{n} = \frac{9,161}{3} = 3,054 \quad (\text{Pers 6})$$

n = ukuran matriks

Setelah mendapatkan nilai lambda maksimum, selanjutnya adalah menghitung nilai *Consistency Index* (CI), Contoh perhitungan menghitung CI adalah [5].

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{3,054 - 3}{3 - 1} = \frac{0,054}{2} = 0,027 \quad (\text{Pers 7})$$

Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *Consistency Ratio* (CR) berdasarkan nilai *Random Indeks* untuk n = 3 adalah 0,520. maka contoh perhitungan nilai CR adalah:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,027}{0,520} = 0,052 \quad (\text{Pers 8})$$

Sumber: Saaty (1993)

Setelah mendapatkan nilai CI yaitu 0,027 maka dapat diketahui bahwa nilai $CR \leq 0,1$, maka kriteria utama dari investasi penambahan gudang dinyatakan konsisten sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penilaian untuk kriteria utama penambahan gudang sudah konsisten dan sesuai.

3.4 Perhitungan Bobot Antar Subkriteria

Perhitungan bobot antar subkriteria dilakukan terhadap sub-sub dari semua kriteria. Pada penelitian ini terdapat 3 kriteria yang berarti ada 3 perhitungan bobot subkriteria yaitu kriteria lokasi, luas lokasi dan biaya.

3.5 Perhitungan Bobot Antar Subkriteria Lokasi

1. Menghitung Bobot Subkriteria dari Kriteria Lokasi

Langkah yang harus dilakukan dalam menentukan bobot sub kriteria sebagai berikut:

Melakukan perhitungan matriks perbandingan berpasangan yaitu untuk mengetahui hasil perbandingan tingkat kepentingan antar sub kriteria satu dengan sub kriteria yang lain. Tabel 11 merupakan matriks perbandingan berpasangan antar sub kriteria.

Tabel 11 Matriks Perbandingan Berpasangan Sub Kriteria dari Kriteria Lokasi

Sub Kriteria Lokasi	Akses Jalan	Jarak dengan Konsumen	Pengembangan Pasar	Keamanan
Akses Jalan	1,000	1,000	2,000	1,000
Jarak dengan Konsumen	1,000	1,000	1,000	2,000
Pengembangan Pasar	0,500	1,000	1,000	1,000
Keamanan	1,000	0,500	1,000	1,000
Jumlah	3,500	3,500	5,000	5,000

Nilai 1 pada kolom sub kriteria akses jalan dengan baris akses jalan menunjukkan bahwa tingkat kepentingan sama antara sub kriteria akses jalan. Sedangkan nilai 2 untuk kolom pengembangan baris akses jalan memiliki arti bahwa memiliki nilai pertimbangan yang sama. Angka 0,500 pada kolom akses jalan baris pengembangan memiliki arti bahwa pengembangan tidak jauh lebih penting dari pada akses jalan.

2. Membuat Matriks Normalisasi Sub Kriteria dari Kriteria Lokasi

Langkah ini seperti yang dilakukan pada langkah sebelumnya. Tabel 12 menunjukkan

matriks nilai kriteria lokasi.

Tabel 12 Matriks Nilai Sub Kriteria dari Kriteria Lokasi

Sub Kriteria Lokasi	AJ	JK	PP	K	Jumlah	Bobot
AJ	0,286	0,286	0,400	0,200	1,171	0,293
JK	0,286	0,286	0,200	0,400	1,171	0,293
PP	0,143	0,286	0,200	0,200	0,829	0,207
K	0,286	0,143	0,200	0,200	0,829	0,207
Jumlah	1,000	1,000	1,000	1,000	4,000	1,000

Contoh Perhitungan Matriks nilai sub kriteria akses jalan dengan kriteria lokasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Matriks Akses Jalan} = \frac{\text{Kolom Akses Jalan}}{\text{Jumlah Kolom Akses Jalan}} = \frac{1,000}{3,500} = 0,286$$

$$\text{Jumlah Baris Akses Jalan} = 0,286 + 0,286 + 0,400 + 0,200 = 1,171$$

$$\text{Bobot prioritas Akses Jalan} = \frac{1,171}{4} = 0,293$$

3. Membuat Matriks Penjumlahan Setiap Baris Sub Kriteria dari Kriteria Lokasi

Tabel 13 Matriks Penjumlahan Setiap Baris Sub Kriteria dari Kriteria Lokasi

Sub Kriteria Lokasi	AJ	JK	PP	K	Jumlah
AJ	0,293	0,293	0,414	0,207	1,207
JK	0,293	0,293	0,207	0,414	1,207
PP	0,146	0,293	0,207	0,207	0,854
K	0,293	0,146	0,207	0,207	0,854

Contoh perhitungan matriks penjumlahan setiap baris akses lokasi

$$\begin{aligned} \text{Nilai Sub Kriteria Akses Jalan} &= \text{Nilai matriks perbandingan berpasangan antara sub kriteria akses jalan x bobot prioritas baris akses jalan} \\ &= 1 \times 0,293 \\ &= 0,293 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Rasio Konsistensi Sub Kriteria dari Kriteria Lokasi

Perhitungan ini digunakan untuk memastikan bahwa nilai rasio konsistensi (CR) $\leq 0,1$. Jika ternyata nilai CR lebih besar dari 0,1 maka matriks perbandingan berpasangan harus diperbaiki. Tabel 14 merupakan tabel perhitungan rasio konsistensi.

Kolom jumlah per baris diperoleh dari Tabel 13 sedangkan kolom bobot prioritas diperoleh dari Tabel 12.

Tabel 14 Perhitungan Rasio Konsistensi Sub Kriteria dari Kriteria Lokasi

Sub Kriteria Lokasi	Jumlah per Baris	Bobot prioritas	Hasil
AJ	1,207	0,293	4,122

JK	1,207	0,293	4,122
PP	0,854	0,207	4,121
K	0,854	0,207	4,121
Jumlah			16,485

Dari Tabel 14 diperoleh nilai – nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= 16,485 \\ n \text{ (jumlah kriteria)} &= 4,000 \\ \lambda_{\text{maks}} \text{ (jumlah / n)} &= 4,121 \\ \text{CI} \text{ (} (\lambda_{\text{maks}} - n) / n - 1 \text{)} &= 0,040 \\ \text{CR} \text{ (CI / IR)} &= 0,045 \end{aligned}$$

Dapat diketahui bahwa nilai $CR \leq 0.1$ yakni 0,045 maka kriteria utama dari investasi penambahan gudang dinyatakan konsisten sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penilaian untuk kriteria utama penambahan gudang sudah konsisten dan sesuai.

3.6 Perhitungan Bobot Prioritas Antar Subkriteria Luas Lokasi

1. Menghitung Bobot prioritas Subkriteria dari Kriteria Luas Lokasi

Langkah yang harus dilakukan dalam menentukan bobot prioritas kriteria adalah sebagai berikut:

Melakukan perhitungan matriks perbandingan berpasangan yaitu untuk mengetahui hasil perbandingan tingkat kepentingan antar sub kriteria satu dengan sub kriteria yang lain. Tabel 15 merupakan matriks perbandingan berpasangan antar sub kriteria.

Tabel 15 Matriks Perbandingan Berpasangan Sub Kriteria dari Kriteria Luas Lokasi

Sub Kriteria Luas Lokasi	Luas Tanah	Luas Bangunan	Luas Tempat Parkir
Luas Tanah	1,000	1,000	5,000
Luas Bangunan	1,000	1,000	3,000
Luas Tempat Parkir	0,200	0,333	1,000
Jumlah	2,200	2,333	9,000

Nilai 1 pada kolom sub kriteria luas tanah dengan baris luas tanah menunjukkan bahwa tingkat kepentingan sama antara sub kriteria luas tanah. Sedangkan nilai 5 untuk kolom luas parkir baris luas tanah memiliki arti bahwa luas tanah lebih penting dari pada luas tempat parkir. Angka 0,200 pada kolom luas tanah baris luas tempat parkir memiliki arti bahwa luas tempat parkir tidak lebih penting dari pada luas tanah.

2. Membuat Matriks Nilai Sub Kriteria dari Kriteria Luas Lokasi

Tabel 16 Matriks Nilai Sub Kriteria dari Kriteria Luas Lokasi

Sub Kriteria Luas Lokasi	LT	LB	LP	Jumlah	Bobot prioritas
LT	0,455	0,429	0,556	1,439	0,480
LB	0,455	0,429	0,333	1,216	0,405
LP	0,091	0,143	0,111	0,345	0,115
Jumlah	1,000	1,000	1,000	3,000	1,000

Contoh Perhitungan Matriks nilai sub kriteria akses jalan dengan kriteria lokasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Matriks Luas Tanah} = \frac{\text{Kolom Luas Tanah}}{\text{Jumlah Kolom Luas Tanah}} = \frac{1,000}{2,200} = 0,455$$

$$\text{Jumlah Baris Luas Tanah} = 0,455 + 0,429 + 0,556 = 1,439$$

$$\text{Bobot prioritas Baris Luas Tanah} = \frac{1,267}{3} = 0,480$$

3. Membuat Matriks Penjumlahan Setiap Baris Sub Kriteria dari Kriteria Lokasi

Tabel 17 Matriks Penjumlahan Setiap Baris Sub Kriteria dari Kriteria Luas Lokasi

Sub Kriteria Luas Lokasi	LT	LB	LP	Jumlah
LT	0,480	0,405	0,575	1,460
LB	0,480	0,405	0,345	1,230
LP	0,096	0,135	0,115	0,346

$$\begin{aligned} \text{Nilai Sub Kriteria Luas Tanah} &= \text{Nilai matriks} \\ &= \text{Nilai matriks perbandingan berpasangan antara sub kriteria luas tanah x bobot prioritas baris luas tanah} \\ &= 1 \times 0,480 \\ &= 0,480 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Rasio Konsistensi Sub Kriteria dari Kriteria Luas Lokasi

Perhitungan ini digunakan untuk memastikan bahwa nilai rasio konsistensi (CR) $\leq 0,1$. Jika ternyata nilai CR lebih besar dari 0,1 maka matriks perbandingan berpasangan harus diperbaiki. Tabel 18 merupakan tabel perhitungan rasio konsistensi.

Tabel 18 Perhitungan Rasio Konsistensi Sub Kriteria dari Kriteria Luas Lokasi

Sub Kriteria Luas Lokasi	Jumlah per Baris	Bobot prioritas	Hasil
Luas Tanah	1,460	0,480	3,044
Luas Bangunan	1,230	0,405	3,033
Luas Tempat Parkir	0,346	0,115	3,010
Jumlah			9,087

$$\begin{aligned} \text{Kolom jumlah per baris diperoleh dari Tabel 17 sedangkan kolom bobot prioritas diperoleh dari Tabel 16. Dari Tabel 18 diperoleh nilai – nilai sebagai berikut :} \\ \text{Jumlah} &= 9,087 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n \text{ (jumlah kriteria)} &= 3,000 \\
 \lambda_{maks} \text{ (jumlah / n)} &= 3,029 \\
 CI \text{ (} (\lambda_{maks} - n) / n - 1 \text{)} &= 0,014 \\
 CR \text{ (} CI / IR \text{)} &= 0,028
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \lambda_{maks} \text{ (jumlah / n)} &= 3,039 \\
 CI \text{ (} (\lambda_{maks} - n) / n - 1 \text{)} &= 0,019 \\
 CR \text{ (} CI / IR \text{)} &= 0,033
 \end{aligned}$$

3.7 Pengolahan Hasil Penilaian Alternatif Penambahan Gudang

Melakukan penilaian terhadap setiap alternatif penambahan gudang. Penilaian penambahan gudang pada masing-masing alternatif keputusan investasi adalah berdasarkan standarisasi penambahan gudang pada perusahaan industri semen. Tabel 19 merupakan tabel nilai dari setiap alternatif untuk masing-masing sub kriteria.

Tabel 19 Nilai dari Setiap Alternatif untuk Masing - Masing Sub Kriteria

Sub Kriteria	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Akses Jalan	Terletak di jalan antar kota dalam provinsi	Terletak di jalan antar provinsi	Terletak di dalam kota
Jarak dengan Konsumen	Radius ± 7 KM	Radius ± 4 KM	Radius ± 3 KM
Pengembangan Pasar	Kurang berpotensi mengembangkan ke wilayah lain	Potensi mengembangkan ke kota lain	Potensi mengembangkan ke wilayah lain
Keamanan	Bebas dari banjir	Bebas dari banjir	Bebas dari banjir
Luas Tanah	2.580 m ²	1.848 m ²	2.400 m ²
Luas Bangunan	623,5 m ²	1.050 m ²	614 m ²
Luas Tempat Parkir	1.116 m ²	350 m ²	630 m ²
Nilai NPV	Rp. 895.986.908.567,30	Rp. 15.116.239.295.685,50	Rp. 861.567.586.059,88

Nilai luas lokasi dan NPV didapatkan dari hasil perhitungan pada penelitian sebelumnya yaitu penelitian tentang analisis kelayakan investasi penambahan gudang pada distributor semen dengan metode *Net Present Value* [6].

Pada penelitian tersebut dapat diketahui nilai NPV dari masing-masing alternatif penambahan gudang dan dapat diketahui secara detail luas lokasi gudang.

Tabel 20 merupakan skala penilaian terhadap alternatif penambahan gudang. Tabel 21 merupakan tabel skala penilaian kriteria lokasi sub kriteria akses jalan.

Pada Tabel 21 menunjukkan bahwa nilai pada kolom alternatif 2 dan baris alternatif 1 memiliki nilai bahwa alternatif 1 kurang sesuai /kurang baik bila dibandingkan dengan alternatif 2. Hal ini dikarenakan alternatif 2 terletak pada jalan antar provinsi sedangkan alternatif 1 terletak pada jalan antar kota dalam provinsi. Dari Tabel 21 kemudian dapat menghitung nilai bobot prioritas masing-masing sub kriteria terhadap masing-masing alternatif yang ada. Sehingga diperoleh nilai – nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah} &= 9,116 \\
 n \text{ (jumlah kriteria)} &= 3,000
 \end{aligned}$$

Dapat diketahui bahwa nilai CR untuk masing-masing alternatif pada kriteria lokasi sub kriteria akses jalan tidak melebihi batas ketetapan CR yaitu $\leq 0,1$. Untuk alternatif penambahan gudang pada kriteria lokasi memiliki nilai CR sebesar 0,033. Maka dapat disimpulkan bahwa semua perhitungan dan pengisian kuisisioner untuk masing-masing alternatif dengan kriteria lokasi sub kriteria akses jalan adalah konsisten dan sesuai.

Tabel 20 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan Sub Kriteria Lokasi

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama – sama baik
3	Elemen yang satu cukup baik
5	Elemen yang satu sangat baik
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan
Kenalikan	Jika aktivitas I mendapat satu angka dibandingkan dengan aktivitas j, maka j memiliki nilai kebalikannya dibandingkan dengan nilai i

Tabel 21 Skala Penilaian Penambahan Gudang Kriteria Lokasi Sub Kriteria Akses Jalan

Akses Jalan	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Bobot prioritas
Alternatif 1	1,000	0,333	3,000	0,260
Alternatif 2	3,000	1,000	5,000	0,633
Alternatif 3	0,333	0,200	1,000	0,106
Jumlah	4,333	1,533	9,000	1,000

Tabel 22 Skala Penilaian Penambahan Gudang Kriteria Lokasi Sub Kriteria Jarak dengan Konsumen

Jarak dengan Konsumen	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Bobot prioritas
Alternatif 1	1,000	3,000	5,000	0,648
Alternatif 2	0,333	1,000	2,000	0,230
Alternatif 3	0,200	0,500	1,000	0,122
Jumlah	1,533	4,500	8,000	1,000

Nilai pada kolom alternatif 2 dan baris alternatif 1 memiliki arti bahwa nilai alternatif 1 cukup baik dari pada alternatif 2 karena alternatif 1 memiliki radius cakupan pendistribusian barang terhadap konsumen sebesar ± 7 KM. Tabel 22 merupakan tabel skala penilaian perbandingan berpasangan antara alternatif penambahan gudang dengan kriteria lokasi dengan sub kriteria jarak dengan konsumen. Dari Tabel 22 kemudian dapat menghitung nilai bobot prioritas masing-masing sub kriteria terhadap masing-masing alternatif yang ada sehingga diperoleh nilai – nilai

sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= 9,011 \\ n \text{ (jumlah kriteria)} &= 3,000 \\ \lambda_{\text{maks}} \text{ (jumlah / n)} &= 3,003 \\ \text{CI} \text{ (} (\lambda_{\text{maks}} - n) / n - 1 \text{)} &= 0,001 \\ \text{CR} \text{ (CI / IR)} &= 0,003 \end{aligned}$$

Dapat diketahui bahwa nilai CR untuk masing-masing alternatif pada kriteria lokasi sub kriteria akses jalan tidak melebihi batas ketetapan CR yaitu $\leq 0,1$. Untuk alternatif penambahan gudang pada kriteria lokasi dengan sub kriteria jarak dengan konsumen memiliki nilai CR sebesar 0,003. Maka dapat disimpulkan bahwa semua perhitungan dan pengisian kuisisioner untuk masing-masing alternatif dengan kriteria lokasi sub kriteria jarak dengan konsumen adalah konsisten dan sesuai.

Tabel 23 Skala Penilaian Penambahan Gudang Kriteria Lokasi Sub Kriteria Pengembangan Pasar

Pengembangan pasar	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Bobot prioritas
Alternatif 1	1,000	0,500	3,000	0,320
Alternatif 2	2,000	1,000	4,000	0,557
Alternatif 3	0,333	0,250	1,000	0,123
Jumlah	3,333	1,750	8,000	1,000

Nilai pada kolom alternatif 2 dan baris alternatif 1 memiliki nilai bahwa alternatif 1 kurang baik jika dibandingkan dengan alternatif 2 karena alternatif 2 memiliki potensi mengembangkan pasar ke kota lain mengingat lokasi alternatif 2. Tabel 23 merupakan tabel skala penilaian perbandingan berpasangan antara alternatif penambahan gudang dengan kriteria lokasi dengan sub kriteria pengembangan pasar. Dari Tabel 23 kemudian dapat menghitung nilai bobot prioritas masing-masing sub kriteria terhadap masing-masing alternatif yang ada. Sehingga diperoleh nilai – nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= 9,055 \\ n \text{ (jumlah kriteria)} &= 3,000 \\ \lambda_{\text{maks}} \text{ (jumlah / n)} &= 3,018 \\ \text{CI} \text{ (} (\lambda_{\text{maks}} - n) / n - 1 \text{)} &= 0,009 \\ \text{CR} \text{ (CI / IR)} &= 0,015 \end{aligned}$$

Dapat diketahui bahwa nilai CR untuk masing-masing alternatif pada kriteria lokasi sub kriteria pengembangan pasar tidak melebihi batas ketetapan CR yaitu $\leq 0,1$. Untuk alternatif penambahan gudang pada kriteria lokasi sub kriteria pengembangan pasar memiliki nilai CR sebesar 0,015. Maka dapat disimpulkan bahwa

semua perhitungan dan pengisian kuisisioner untuk masing-masing alternatif dengan kriteria lokasi sub kriteria pengembangan pasar adalah konsisten dan sesuai.

Tabel 24 Skala Penilaian Penambahan Gudang Kriteria Lokasi Sub Kriteria Keamanan

Keamanan	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Bobot prioritas
Alternatif 1	1,000	1,000	1,000	0,333
Alternatif 2	1,000	1,000	1,000	0,333
Alternatif 3	1,000	1,000	1,000	0,333
Jumlah	3,000	3,000	3,000	1,000

Nilai 1 pada kolom dan baris seluruh alternatif memiliki arti bahwa semua alternatif sama – sama baik karena seluruh alternatif memiliki keamanan yang sama yakni bebas dari bahaya banjir. Tabel 24 merupakan tabel skala penilaian perbandingan berpasangan antara alternatif penambahan gudang dengan kriteria lokasi dengan sub kriteria keamanan. Dari Tabel 24 kemudian dapat menghitung nilai bobot prioritas masing-masing sub kriteria terhadap masing-masing alternatif yang ada sehingga diperoleh nilai – nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= 9,000 \\ n \text{ (jumlah kriteria)} &= 3,000 \\ \lambda_{\text{maks}} \text{ (jumlah / n)} &= 3,000 \\ \text{CI} \text{ (} (\lambda_{\text{maks}} - n) / n - 1 \text{)} &= 0 \\ \text{CR} \text{ (CI / IR)} &= 0 \end{aligned}$$

Dapat diketahui bahwa nilai CR untuk masing-masing alternatif pada kriteria lokasi sub kriteria keamanan tidak melebihi batas ketetapan CR yaitu $\leq 0,1$. Untuk alternatif penambahan gudang pada kriteria lokasi sub kriteria keamanan memiliki nilai CR sebesar 0. Maka dapat disimpulkan bahwa semua perhitungan dan pengisian kuisisioner untuk masing-masing alternatif dengan kriteria lokasi sub kriteria keamanan adalah konsisten dan sesuai.

Penilaian untuk kriteria luas lokasi dan dapat dinilai berdasarkan luasan untuk luas tanah, luas bangunan dan luas tempat parkir sedangkan untuk kriteria biaya dapat dilihat berdasarkan nilai npv yang telah dihitung sebelumnya. Pada Tabel 25 merupakan nilai untuk penambahan gudang dengan kriteria luas lokasi dan kriteria biaya.

Tabel 25 Nilai untuk Kriteria Luas Lokasi dan Biaya

LUAS LOKASI	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Luas Tanah	0,378	0,271	0,351
Luas Bangunan	0,273	0,459	0,268
Luas Tempat Parkir	0,532	0,167	0,301
NPV	0,055	0,893	0,053

Tabel 25 menunjukkan bahwa nilai 0,378 pada luas tanah didapatkan dari total luas tanah dibagi dengan masing-masing alternatif. Nilai 0,273 pada luas bangunan didapatkan dari total luas bangunan dibagi dengan luas masing-masing alternatif. Nilai 0,532 pada luas tempat parkir didapatkan dari total luas tempat parkir dibagi dengan masing-masing alternatif. Nilai 0,055 pada NPV didapatkan dari total NPV dibagi dengan masing-masing alternatif.

3.8 Alternatif Keputusan Investasi

Dapat diketahui bahwa setelah melakukan perhitungan matriks perbandingan berpasangan untuk masing-masing kriteria dengan kriteria, untuk antar sub kriteria dengan sub kriteria dan untuk masing-masing sub kriteria dengan alternatif keputusan investasi maka langkah selanjutnya adalah mengelompokkan keseluruhan skala bobot prioritas penilaian penambahan gudang dari masing-masing kriteria dan sub kriteria yang telah dihitung sebelumnya.

Tabel 26 merupakan hasil perkalian bobot prioritas dari masing-masing kriteria terhadap sub kriteria dan sub kriteria terhadap masing-masing alternatif yang ada.

Tabel 26 Hasil Skala Penilaian Penambahan Gudang

No.	Kriteria	Sub Kriteria	Alternatif Penambahan Gudang		
			AL 1	AL 2	AL 3
1.	Lokasi	Akses Jalan	0,025	0,062	0,010
		Jarak dengan Konsumen	0,063	0,022	0,012
		Pengembangan Pasar	0,022	0,039	0,008
		Keamanan	0,023	0,023	0,023
2.	Luas Lokasi	Luas Tanah	0,095	0,068	0,088
		Luas Bangunan	0,058	0,098	0,057
		Luas Parkir	0,032	0,010	0,018
3.	Biaya	Bangun	0,008	0,126	0,008
TOTAL			0,327	0,448	0,225

3.9. Analisis dan Pembahasan

Setelah melakukan tahap pengumpulan dan pengolahan data, selanjutnya hasil dari pengolahan data dianalisa dan dibahas untuk mengetahui lebih jauh penentuan lokasi yang ditinjau dengan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) untuk menilai keputusan investasi yang paling tepat berdasarkan

beberapa kriteria yaitu lokasi, luas lokasi dan biaya. Nilai AHP tertinggi terletak pada alternatif 2 yaitu sewa gudang A kemudian alternatif 1 yaitu bangun gudang satelit dan alternatif 3 yaitu sewa gudang B hal ini dikarenakan pada penilaian alternatif keputusan investasi pada biaya, NPV untuk alternatif 2 memiliki nilai yang paling besar sehingga berpengaruh besar terhadap penilaian akhir keputusan investasi.

4. Penutup

Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa nilai AHP yang tertinggi terdapat pada alternatif 2 yaitu alternatif penambahan gudang dengan sewa gudang A yang memiliki nilai AHP sebesar 0,448 kemudian alternatif tertinggi kedua yaitu dengan bangun gudang satelit dengan nilai sebesar 0,327 dan alternatif sewa gudang B dengan nilai sebesar 0,225 dengan beberapa kriteria dan sub kriteria yang menjadi pertimbangan dalam penilaian. Sehingga untuk sewa gudang A merupakan alternatif yang terbaik untuk penambahan gudang pada distributor semen Pasuruan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tim Distributor Semen. 2015. *Standart Infrastruktur Gudang*. Malang
- [2] Kusri. 2007. *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Andi
- [3] Suliyanto. 2010. *Studi Kelayakan Bisnis*. Yogyakarta : Andi
- [4] Saaty, Thomas L . 1993. *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin*. Jakarta : PT. Pustaka Binaman Presindo
- [5] Saaty, Thomas L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, New York: McGraw-Hill.
- [6] Mawarda, F, Yuniarti, R., dan Azlia, W., .2016. Analisis Kelayakan Investasi Penambahan Gudang Pada Distributor Semen dengan Metode Net Present Value. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 4(10): 1-11.