

EDITION  
2021

Buku ini merupakan luaran dari penelitian  
yang dibiayai oleh LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta

# INTEGRASI FA, AHP & ARAS

UNTUK PEMILIHAN PEMASOK

AUTHOR BY

Agus Ristono

Tri Wahyuningsih

Muhammad Taufik Ibrahim

LPPM UPN “VETERAN”  
YOGYAKARTA

# **Integrasi FA, AHP, dan ARAS untuk pemilihan pemasok**

## **Penulis:**

Agus Ristono  
Tri Wahyuningsih  
Muhammad Taufik Ibrahim

**ISBN: 9-786235-539607**

## **Editor:**

Koordinator Prodi MTI

## **Penyunting:**

Koordinator Prodi MTI

## **Desain sampul dan tata letak:**

MTI

## **Penerbit**

LPPM  
UPN “VETERAN” YOGYAKARTA

## **Redaksi**

Jl. SWK 104 Condong Catur Yogyakarta 55283  
Phone/fax: (0274) 485733  
E mail: lppm@upnyk.ac.id

## **Distributor tunggal**

LPMM  
UPN “VETERAN” YOGYAKARTA  
Jl. SWK 104 Condong Catur Yogyakarta 55283  
Phone/fax: (0274) 485733  
E mail: lppm@upnyk.ac.id

Cetakan pertama, September 2021

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

# **INTEGRASI FA, AHP, DAN ARAS UNTUK PEMILIHAN PEMASOK**

Agus Ristono  
Tri Wahyuningsih  
Muhammad Taufik Ibrahim

**LPPM UPN VETERAN YOGYAKARTA**

---

Tel (0274) 485733  
Fax (0274) 485733

Jl. SWK 104 Condong Catur  
Yogyakarta 55283

<http://upnyk.ac.id>  
[lppm@upnyk.ac.id](mailto:lppm@upnyk.ac.id)

---

## ISI

BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
BAB II ADAPTIVE RATIO ASSESMENT (ARAS)	Error! Bookmark not defined.7
2.1. Pengertian	17
2.2. Penelitian menggunakan ARAS	18
2.3. Penelitian menggunakan ARAS-AHP	25
2.4. Penelitian pemilihan pemasok menggunakan ARAS-AHP	27
BAB III ACTOR ANALYSIS (FA)	29
3.1. Pengertian	29
3.2. Teknik analisa dalam Analisis Faktor	32
3.2.1. Analisis faktor komponen utama	33
3.2.2. Analisis faktor konfirmatori	39
BAB IV NALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)	43
4.1. Pengertian	43
4.2. Prosedur AHP	45
4.3. Pengambilan keputusan dengan AHP	49
BAB V INTEGRASI FA, AHP DAN ARAS UNTUK MEMILIH PEMASOK	5Error! Bookmark not defined.
5.1. Pemilihan kriteria dalam pemilihan pemasok	51
5.1.1.. Penelitian menggunakan ARAS	51
5.1.2. Penelitian menggunakan ARAS-AHP	52
5.1.3. Pengertian	62
5.1.4.. Penelitian menggunakan ARAS	69
5.1.5.. Penelitian menggunakan ARAS	74
5.1.6.. Penelitian menggunakan ARAS	76
5.2. Pembobotan kriteria	85
5.2.1.. Dekomposisi	86
5.2.2. <i>Local priority</i>	89
5.2.3. <i>Logical consistency</i>	95
5.3. Pemilihan pemasok	98
BAB IV PENUTUP	107
DAFTAR PUSTAKA	108

## DAFTAR ISI

---

No.	Judul .....	Halaman
Gambar 1.1	Tahapan pemilihan pemasok.....	2
Gambar 1.2	Proses pemilihan pemasok.....	5
Gambar 1.3	Klasifikasi metode pemilihan pemasok .....	12
Gambar 4.1	Hierarki AHP .....	44
Gambar 5.1	Kriteria dan sub kriteria yang terbentuk .....	85
Gambar 5.2	Hierarki AHP yang terbentuk .....	87
Gambar 5.3	Proses pembentukan global priority dalam <i>supplier essential criteria</i> .....	93
Gambar 5.4	Proses pembentukan global priority dalam <i>supplier capability criteria</i> .....	94
Gambar 5.5	Proses pembentukan global priority dalam <i>supplier sustainability criteria</i> .....	95
Gambar 5.6	Ranking pemasok .....	106

No.	Judul .....	Halaman
Tabel 1.1	Kerangka pemilihan pemasok yang diadopsi dari De Boer (1998) .....	8
Tabel 1.2	Kriteria pemilihan pemasok dengan sumber terkait.....	10
Tabel 2.1	Penelitian dengan ARAS .....	21
Tabel 2.2	Penelitian dengan ARAS-AHP.....	26
Tabel 2.3	Penelitian pemilihan pemasok dengan ARAS-AHP.....	28
Tabel 4.1	Skala nilai perbandingan berpasangan.....	45
Tabel 4.2	Nilai indek random (RI).....	47
Tabel 5.1	Hasil identifikasi kriteria kuantitatif dari literatur .....	61
Tabel 5.2	Hasil identifikasi kriteria kualitatif dari literatur .....	67
Tabel 5.3	Kriteria umum untuk pemilihan pemasok.....	70
Tabel 5.4	Kriteria umum, kualitatif, dan kuantitatif untuk pemilihan pemasok .....	72
Tabel 5.5	Hasil uji normalitas K-S kuesioner pertama .....	75
Tabel 5.6	Hasil KMO and Bartlett's test iterasi pertama .....	76
Tabel 5.7	Hasil MSA output <i>anti-image matrices</i> iterasi pertama .....	77
Tabel 5.8	Hasil KMO and Bartlett's test iterasi kedua.....	78
Tabel 5.9	Hasil MSA output <i>anti-image matrices</i> iterasi kedua .....	78
Tabel 5.10	Hasil KMO and Bartlett's test iterasi ketiga.....	79
Tabel 5.11	Hasil MSA output <i>anti-image matrices</i> iterasi ketiga.....	79
Tabel 5.12	Hasil KMO and Bartlett's test iterasi keempat.....	80
Tabel 5.13	Hasil MSA output <i>anti-image matrices</i> iterasi keempat .....	80
Tabel 5.14	Hasil KMO and Bartlett's test iterasi kelima .....	81

Tabel 5.15	Nilai MSA output <i>anti-image matrices</i> iterasi kelima.....	81
Tabel 5.16	Hasil <i>total variance explained</i> .....	82
Tabel 5.17	<i>Rotated component matrix</i> .....	83
Tabel 5.18	Kriteria yang digunakan dalam pemilihan pemasok .....	84
Tabel 5.19	Matrik perbandingan berpasangan antar kriteria .....	87
Tabel 5.20	Matrik perbandingan antar sub kriteria <i>supplier essential</i> .....	88
Tabel 5.21	Matrik perbandingan antar sub kriteria <i>supplier capability</i> .....	88
Tabel 5.22	Matrik perbandingan antar sub kriteria <i>supplier sustainability</i> .....	89
Tabel 5.23	Matrik <i>local priority</i> dari matrik perbandingan antar kriteria .....	89
Tabel 5.24	Matrik <i>local priority</i> dari perbandingan sub kriteria <i>supplier essential</i> .....	91
Tabel 5.25	Matrik <i>local priority</i> dari perbandingan sub kriteria <i>supplier capability</i> .....	91
Tabel 5.26	Matrik <i>local priority</i> dari perbandingan sub kriteria <i>supplier sustainability</i> .....	91
Tabel 5.27	Matrik <i>global priority</i> dari perbandingan sub kriteria <i>supplier essential</i> .....	92
Tabel 5.28	Matrik <i>global priority</i> dari perbandingan sub kriteria <i>supplier capability</i> .....	93
Tabel 5.29	Matrik <i>global priority</i> dari perbandingan sub kriteria <i>supplier sustainability</i> .....	94
Tabel 5.30	Hasil <i>local consistency</i> dari matrik perbandingan berpasangan antar kriteria ...	96
Tabel 5.31	Hasil <i>local consistency</i> untuk tiap sub kriteria <i>supplier essential</i> .....	96
Tabel 5.32	Hasil <i>local consistency</i> untuk tiap sub kriteria <i>supplier capability</i> .....	97
Tabel 5.33	Hasil <i>local consistency</i> untuk tiap sub kriteria <i>supplier sustainability</i> .....	97
Tabel 5.34	Hasil akhir <i>local</i> dan <i>global criteria</i> dari kriteria dan sub kriteria .....	98
Tabel 5.35	Aturan penilaian dari tiap sub kriteria .....	99
Tabel 5.36	Hasil penilaian dari tiap sub kriteria .....	100
Tabel 5.37	Hasil <i>geometric mean</i> dari penilaian untuk tiap sub kriteria.....	101



Tabel 5.38	Hasil penilaian dari tiap sub kriteria yang sudah disesuaikan.....	102
Tabel 5.39	Hasil <i>geometric mean</i> dari penilaian untuk tiap sub kriteria yang disesuaikan	103
Tabel 5.40	Hasil normalisasi dari matrik <i>geometric mean</i> penilaian .....	104
Tabel 5.40	Hasil pemilihan pemasok.....	105

# BAB I

## PENDAHULUAN

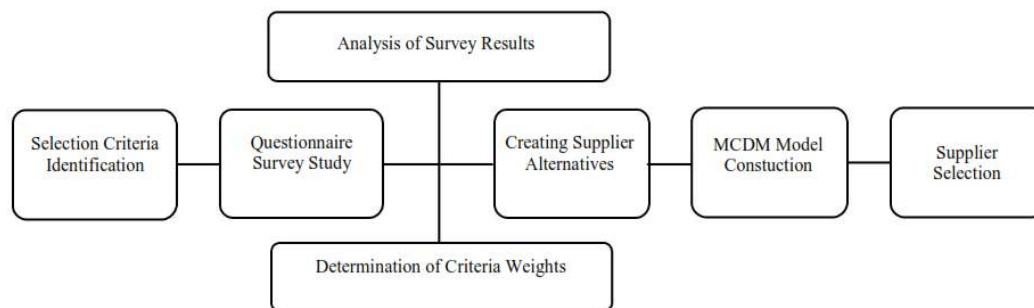
### 1.1. Pemilihan pemasok

Pemilihan pemasok adalah salah satu masalah pengambilan keputusan yang paling penting di bidang manajemen rantai pasokan. Proses pemilihan sangat penting untuk meningkatkan daya saing perusahaan, dan memerlukan penilaian pemasok alternatif yang berbeda berdasarkan kriteria yang berbeda (Cristea and Cristea, 2017). Menurut Thiruchelvam and Tookey (2011), salah satu komponen terpenting dalam SCM adalah pemilihan pemasok; ini adalah masalah pengambilan keputusan beberapa kriteria (MCDM) yang melibatkan kriteria kualitatif dan kuantitatif (Cengiza et al., 2017). Pemilihan pemasok yang sesuai akan mengurangi biaya pembelian, meningkatkan keuntungan, mengurangi lead time produk, menumbuhkan kepuasan pelanggan, dan memperkuat daya saing (Frej et al., 2017). Itulah mengapa ini menjadi fokus penting bagi setiap organisasi pembelian (Thiruchelvam and Tookey, 2011), tetapi tidak ada standar untuk pemilihan pemasok, dan itu harus diterapkan berdasarkan situasi.

Padahal pilihan yang salah dapat mengakibatkan rantai pasok menderita kerugian, dan hal ini secara langsung akan mempengaruhi kinerja perusahaan (Frej et al., 2017). Pada kenyataannya, selalu sulit untuk memilih pemasok yang tepat bagi manajer pembelian, terutama saat ini, kebutuhan kriteria pemilihan pemasok berubah. Ada tiga langkah penting, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1.

Pertama, adalah identifikasi kriteria, yang paling umum adalah tentang kualitas, kinerja pengiriman, biaya, kemampuan, tetapi harga tidak lagi menjadi faktor utama. Pada kenyataannya, pemilihan kriteria yang memadai tergantung pada situasi pembelian. Kemudian, kedua adalah penelitian survei kuesioner yang dipisahkan dalam analisis hasil dan penentuan bobot kriteria. Ini terstruktur dengan semua kriteria utama dan sub-kriteria ditambah satu pertanyaan untuk menyelidiki kriteria pemilihan pemasok tambahan. Setelah itu, langkah ketiga adalah implementasi metode pengambilan keputusan multi kriteria yang terdiri dari pemilihan metode yang akan digunakan untuk memilih pemasok terbaik.

Menurut [Cengiza et al. \(2017\)](#), tujuan dari pemilihan pemasok yang baik adalah untuk menemukan pemasok yang tepat yang dapat menyediakan produk atau jasa yang tepat kepada pembeli dengan kualitas yang tepat pada harga yang tepat, dalam jumlah yang tepat pada waktu yang tepat. Sulit untuk mengikuti strategi yang sama, sementara menghadapi status keuangan dan reputasi yang berbeda di antara para pelanggannya bahkan dengan menghasilkan produk dengan spesifikasi dan kualitas yang sama. Itulah sebabnya banyak perusahaan lebih memilih untuk membayar lebih banyak uang, memberikan lebih banyak usaha dan waktu untuk memperbaiki proses pembelian, menilai pemasok terlebih dahulu dan semua risiko yang mungkin terjadi. Selain itu, di perusahaan yang berbeda pemilihan pemasok yang sebenarnya dapat berjalan dengan cara yang berbeda ([Vasina, 2014](#)). Sementara untuk beberapa produk dapat berupa rekaman tindakan sederhana di mana setiap langkah dari proses formal mungkin tidak diperlukan, untuk produk lain dapat berubah menjadi kerangka kerja yang sangat kompleks dimana setiap langkah diatur oleh para profesional ([Insight, 2014](#)).



Gambar 1.1. Tahapan pemilihan pemasok ([Taherdoost & Brard, 2019](#))

*Supplier* merupakan bagian yang penting dalam bidang logistik dan manajemen produksi. Pemasok dapat berupa suatu perusahaan maupun perorangan memiliki peran dan tanggung jawab untuk menyediakan bahan baku atau jasa sesuai kebutuhan perusahaan ([Khan et al., 2016](#)). Pemasok berperan aktif dalam roda bisnis suatu perusahaan yang berguna untuk mendukung proses manufaktur maupun proses *research and developepment* (R&D) ([Glavee-Geo, 2019](#)). Umumnya produk jadi dari pemasok merupakan bahan mentah maupun bahan setengah jadi

bagi konsumennya. Dalam *supply chain*, pemasok menjadi bagian hulu dan berada sebelum perusahaan manufaktur. Pemasok dapat menjadi salah satu kunci sukses dalam keberlangsungan perusahaan dalam bersaing di pasar. Pemasok harus dapat menyediakan bahan yang dipesan sesuai kuantitas, kualitas, dan pengiriman yang tepat sehingga langkah bisnis yang akan dilakukan oleh perusahaan manufaktur dapat berjalan semestinya.

Pemilihan *supplier* merupakan tindakan yang penting untuk suatu perusahaan mendapatkan supplier terbaik dalam kondisi yang baik sesuai dengan kriteria yang diharapkan (Ristono et al., 2018). Pemilihan *supplier* yang tepat dapat membantu perusahaan dalam mendapatkan kesempatan dalam mengembangkan proses bisnisnya, perusahaan harus berkerja sama dengan perusahaan yang terlibat dalam rantai pasoknya untuk mengembangkan *chain's total performance* (Yadav and Sharma, 2016).

Untuk memperoleh *supplier* yang mampu memenuhi barang atau jasa sesuai permintaan, diperlukan proses pemilihan *supplier* yang baik (Chatterjee and Kar, 2018). Tujuan dari pemilihan pemasok, yaitu untuk memperoleh *supplier* yang tepat sehingga memberikan keuntungan yang besar bagi perusahaan seperti pengurangan level *inventory*, mempercepat proses pembuatan barang, memenuhi ekspektasi konsumen (Çebi and Otay, 2016). Pemilihan pemasok yang salah, dapat merugikan perusahaan. Untuk itu, evaluasi dan pemilihan pemasok merupakan komponen penting yang harus dilakukan dalam suatu perusahaan (Petrović et al., 2019). Hal yang menyebabkan tugas seleksi *supplier* termasuk kebutuhan penting yaitu :

- a. Tipikal lingkungan bisnis saat ini tidak stabil, karena perubahan yang cepat pada kondisi pasar, kebutuhan pelanggan, dan tindakan kompetitor.
- b. Meningkatnya globalisasi perdagangan dunia dan tersedianya fasilitas komunikasi melalui internet memberikan kesempatan kepada para pembeli untuk mencari sumber material di luar negeri.
- c. Pemasok perlu dinilai berdasarkan beberapa kriteria yang kadang saling bertentangan. Perbandingan antar beberapa kriteria tersebut kadang diperlukan karena setiap pemasok biasanya memiliki performa yang berbeda.

Terdapat beberapa kriteria yang menjadi bahan pertimbangan dalam memilih *supplier*, yaitu sebagai berikut (Fauzi, 2004):

1. Harga penawaran, yaitu harga yang ditawarkan oleh pemasok dalam melakukan transaksi dengan perusahaan.
2. Mutu pemasok, yaitu kualitas kondisi perusahaan pemasok.
3. Keandalan dalam ketepatan, yaitu keandalan sebuah pemasok dalam ketepatan baik ketepatan barang yang diproduksi maupun keandalan dalam servis yang diberikan oleh perusahaan yang menjadi distributornya.
4. Kemampuan koordinasi informasi, yaitu kemampuan perusahaan pemasok dalam menangani komunikasi dengan perusahaan yang bekerja sama dalam pemberian informasi terkini sehingga baik pemasok atau distributor tidak dirugikan.
5. Ketersediaan produk, yaitu kondisi dimana fleksibilitas ketersediaan tipe produk atau jumlah produk yang ada dalam antisipasi jika terjadi perubahan dari permintaan pelanggannya.

Kriteria yang harus digunakan untuk dipertimbangkan berupa kriteria yang sesuai akan kebutuhan khusus bagi perusahaan maupun konsumen sehingga dapat memenuhi kepuasan (Çebi dan Otay, 2016). Menurut Dickson terdapat beberapa kriteria terhadap pemilihan *supplier*, sebagaimana seperti Tabel 1.1.

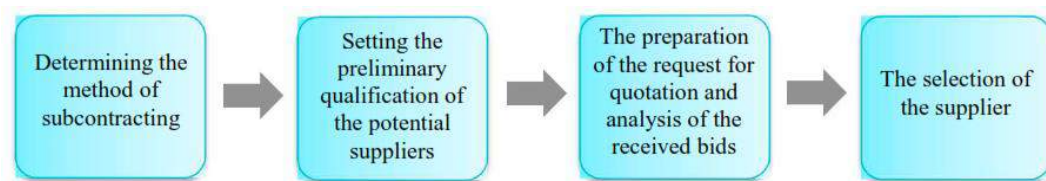
Tabel 1.1. Kriteria pemilihan *supplier* menurut Dickson

No	Kriteria	No	Kriteria
1	Quality	12	Management and Organization
2	Delivery	13	Operationg Controls
3	Performance History	14	Attitudes
4	Warranties and claim policies	15	Impression
5	Price	16	Packaging Ability
6	Technical Capability	17	Labor Relations Records
7	Financial Position	18	Geographical Location
8	Procedural compliance	19	Amount of past business
9	Communication system	20	Training Aids
10	Reputation and position in industry	21	Reciprocal Arrangements
11	Desire for business		

Sumber : Dickson, 1996

## 1.2. Proses pemilihan pemasok

Menurut (Solish and Semanik, 2006), proses pemilihan pemasok adalah salah satu kegiatan organisasi penting yang dikelola oleh departemen pengadaan. Oleh karena itu, manajer pembelian harus mengembangkan dan menggunakan proses yang efektif untuk menemukan pemasok yang memenuhi syarat untuk memberikan penghargaan kepada bisnis. Handfield et al. (2009) menyebutkan bahwa proses dapat menjadi upaya intensif yang membutuhkan komitmen sumber daya yang besar. Selain itu, Weele and Van (2014) menunjukkan bahwa proses pemilihan pemasok adalah bagian dari proses pembelian yang dimulai dengan riset pasar setelah mendefinisikan dan menentukan spesifikasi fungsional atau teknis. Proses ini berisi empat langkah seperti yang dijelaskan di bawah ini dan ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Proses pemilihan pemasok (Weele and Van, 2014)

1. Menentukan metode subkontrak yang terpenting adalah memutuskan apakah akan memilih turnkey (melakukan seluruh penugasan) atau subkontrak sebagian selain metode penetapan harga sebelum memberikan pekerjaan.
2. Menetapkan kualifikasi awal calon pemasok dan menyusun daftar penawar.
3. Penyusunan permintaan penawaran dan analisis penawaran yang diterima.

Pemilihan pemasok yang merupakan langkah terpenting dalam proses pembelian dan dasar untuk banyak kegiatan lainnya. Dalam situasi tertentu, jumlah pemasok yang disetujui yang tersedia tidak cukup; karenanya, penelitian pasar pasokan yang menyeluruh harus dilakukan untuk menemukan pemasok baru. Menurut Weele and Van (2014), ketika kutipan diterima dari pemasok potensial,

evaluasi teknis dan komersial awal harus dilakukan oleh departemen pembelian untuk mempertimbangkan aspek teknis, logistik, kualitas, keuangan, dan hukum. Selain itu, harga yang ditawarkan dapat dibandingkan antara pemasok tetapi yang lebih penting adalah melihat total biaya kepemilikan daripada harga itu sendiri.

Pembeli memulai proses evaluasi pemasok dengan mengidentifikasi "dimensi" yang ingin digunakannya saat mengevaluasi pemasok. [Thanaraksakul and Phruksaphanrat \(2009\)](#) mensurvei tujuh puluh enam makalah tentang pemilihan pemasok dalam literatur pembelian dan menemukan bahwa harga, kualitas, dan pengiriman adalah dimensi evaluasi pemasok yang paling umum terdaftar. [Thanaraksakul and Phruksaphanrat \(2009\)](#) memberikan daftar luas dimensi tersebut, dikategorikan berdasarkan prevalensi dalam literatur pembelian. Dimensi yang sering muncul meliputi ([Taherdoost & Brard, 2019](#)):

- Production capacity and flexibility
- Technical capabilities and support
- Information and communication systems
- Financial status
- Innovation and R&D

Dimensi yang muncul dengan frekuensi sedang dalam literatur meliputi sistem mutu, manajemen dan organisasi, pelatihan dan pengembangan personel, riwayat kinerja, lokasi geologis, reputasi dan referensi, kemampuan pengemasan dan penanganan, jumlah bisnis masa lalu, kebijakan jaminan dan klaim, kepatuhan prosedur, sikap dan kecocokan strategis, catatan hubungan kerja, dan keinginan untuk bisnis ([Beil, 2009](#)). Tentu saja, pembeli sering menggunakan dimensi baru untuk menanggapi masalah dan tantangan bisnis yang sebenarnya. Dimensi yang muncul baru-baru ini meliputi tanggung jawab lingkungan dan sosial, kesadaran keselamatan, stabilitas politik dalam negeri, kesesuaian budaya dengan organisasi pembeli, dan risiko terorisme ([Beil, 2009](#)). Di sisi lain, [Handfield et al. \(2009\)](#) memperkenalkan tujuh langkah untuk evaluasi pemasok dan proses seleksi yaitu:

1. Menyadari perlunya pemilihan pemasok: proses dapat dimulai berdasarkanantisipasi kebutuhan pembelian di masa depan. Di sini, staf teknik mungkin memiliki beberapa spesifikasi awal tentang jenis bahan, proses, atau layanan

yang dibutuhkan. Namun, spesifikasinya tidak memiliki rincian spesifik, tetapi spesifikasi ini cukup untuk memulai proses pencarian sumber pasokan potensial.

2. Mengidentifikasi persyaratan sumber utama: memahami pentingnya persyaratan yang penting bagi pembeli, dan persyaratan ini mungkin berbeda dari satu item ke item lainnya.
3. Menentukan strategi sumber: yang mencakup misalnya, pemasok domestik versus pemasok asing, sumber pasokan tunggal versus banyak, kontrak pembelian jangka pendek versus jangka panjang.
4. Mengidentifikasi sumber pasokan potensial: langkah ini bergantung pada sumber informasi yang berbeda.
5. Mengurangi jumlah pemasok dalam kumpulan seleksi: staf pembelian sering menggunakan evaluasi mendalam dari semua pemasok yang mungkin untuk mempersempit jumlahnya menjadi daftar kecil yang akan digunakan untuk evaluasi formal yang mendalam.
6. Menentukan metode evaluasi dan pemilihan pemasok: metode ini akan diterapkan pada pemasok yang tersisa setelah pemotongan pertama pada langkah sebelumnya. Evaluasi dan seleksi dapat dilakukan dengan berbagai metode termasuk mengevaluasi informasi pemasok, menggunakan daftar pemasok pilihan, atau melakukan kunjungan lapangan.

Memilih pemasok dan mencapai kesepakatan: ini adalah langkah terakhir dari proses evaluasi dan seleksi. [De Boer \(1998\)](#) menawarkan kerangka pemilihan pemasok (lihat Tabel 1.1) yang mengakomodasi keragaman situasi dalam praktik pembelian pada satu sumbu dan langkah aktual pembelian pada sumbu lainnya. Dia membagi proses pembelian menjadi matriks yang terdiri dari definisi masalah, perumusan kriteria, kualifikasi, dan pilihan pada bidang vertikal dan bidang horizontal, tugas baru, pembelian ulang yang dimodifikasi (item leverage), pembelian kembali langsung (item rutin), dan pembelian langsung. membeli kembali (strategis/bottleneck).



Tabel 1.1. Kerangka pemilihan pemasok yang diadopsi dari De Boer (1998)

Masalah	Formulasi kriteria	Kualifikasi	Pilihan
Apakah menggunakan pemasok atau tidak	Kepentingan yang bervariasi, keputusan hanya sekali, tidak tersedia data historis dari pemasok, belum tersedia kriteria yang sebelumnya	Seting diawal yang rendah, lebih baik menyortir dari pada merangking pemasok, tidak tersedia rekam jejak yang memungkinkan	
Apakah menggunakan lebih banyak pemasok, sedikit pemasok, atau pemasok yang lain	Tingkat kepentingan sedang atau tinggi, keputusan yang berulang, tersedia data historis dari pemasok, tersedia kriteria yang sebelumnya	Seting diawal yang tinggi, menyortir dan merangking pemasok, tersedia data historis pemasok	
Apakah mengganti pemasok yang sekarang	Tingkat kepentingan sedang atau rendah, keputusan yang berulang, tersedia data historis dari pemasok, tersedia kriteria yang sebelumnya	Seting diawal yang tinggi, lebih baik menyortir daripada merangking pemasok, tersedia data historis pemasok	
Bagaimana akan membuat perjanjian dengan pemasok	Tingkat kepentingan sangat tinggi, keputusan yang berulang, tersedia data historis dari pemasok, namun sangat sedikit pilihan yang sebenarnya, tersedia kriteria yang sebelumnya.	Seting diawal yang sangat rendah, lebih baik menyortir daripada merangking pemasok, tersedia data historis pemasok	



### 1.3. Kriteria pemilihan pemasok

Identifikasi kriteria pengambilan keputusan bersama dengan metode pemilihan pemasok yang tepat merupakan faktor pendorong yang menentukan pertumbuhan dan daya saing perusahaan, sehingga kriteria sangat penting dalam pemilihan pemasok. Selama bertahun-tahun, pendekatan tradisional untuk pemilihan pemasok adalah memilih pemasok hanya berdasarkan harga. Namun, karena perusahaan telah mengetahui bahwa satu-satunya penekanan pada harga sebagai kriteria tunggal untuk pemilihan pemasok tidak terorganisir dengan baik, mereka telah berubah menjadi pendekatan multi-kriteria yang lebih komprehensif (Pal et al., 2013).

Baru-baru ini, kriteria ini menjadi semakin kompleks karena masalah lingkungan, sosial, politik, dan kepuasan pelanggan telah ditambahkan ke faktor-faktor yang telah ditentukan sebelumnya seperti kualitas, pengiriman, biaya, dan layanan. Kesadaran bahwa satu set pemasok yang dipilih dengan baik dapat membuat perbedaan strategis terhadap kemampuan perusahaan untuk memberikan peningkatan berkelanjutan dalam kepuasan pelanggan mendorong pencarian cara baru dan lebih baik untuk mengevaluasi dan memilih pemasok. Penggunaan beberapa pemasok memberikan fleksibilitas yang lebih besar karena diversifikasi kebutuhan total organisasi dan mendorong daya saing di antara pemasok alternatif (Pal et al., 2013). Terlepas dari kepentingan strategis pemilihan pemasok, banyak perusahaan masih membatasi diri dengan mengevaluasi kinerja harga sebagai penentu tunggal ketika memilih pemasok. Evaluasi satu-satunya kriteria ini bukanlah pendekatan yang paling cocok, karena banyak faktor lain yang harus dipertimbangkan agar proses seleksi berhasil. Saat ini, penting untuk menyusun masalah dan secara eksplisit menilai kriteria terkait sebelum mencapai keputusan. Beberapa metode telah dikembangkan untuk memecahkan masalah multi-kriteria, dan banyak di antaranya adalah gagasan bahwa sebagian besar pengambilan keputusan dapat ditingkatkan dengan memecah evaluasi umum alternatif menjadi evaluasi pada sejumlah kriteria yang relevan.

Tabel 1.2. Kriteria pemilihan pemasok dengan sumber terkait

<i>Criteria</i>	<i>Authors</i>
<i>Quality</i>	[13, 17-29]
<i>Delivery</i>	[13, 17, 18, 21, 26, 29, 30]
<i>Performance history</i>	[13, 31]
<i>Warranties and claim policies</i>	[13, 20]
<i>Production capacity</i>	[13, 17, 20, 32]
<i>Price</i>	[13, 17, 18, 20, 30, 31]
<i>Technology and capability</i>	[13, 20, 23, 24, 29, 33, 34]
<i>Cost</i>	[21-23, 25-27, 29]
<i>Mutual trust and easy communication</i>	[29, 33, 34]
<i>Communication system</i>	[13, 17]
<i>Reputation and position in industry</i>	[13, 17, 31]
<i>Supplier's profile</i>	[22-24, 29]
<i>Management and organisation</i>	[13, 17, 31]
<i>Repair service</i>	[13, 18, 20]
<i>Attitude</i>	[13, 17]
<i>Risk factor</i>	[22, 35]
<i>Commercial plans and structure</i>	[28, 33, 36]
<i>Labour relations record</i>	[13, 17]
<i>Geographical location</i>	[13, 17]
<i>Reliability</i>	[13, 18, 26]
<i>Service</i>	[22, 25, 26, 29]
<i>Process improvement</i>	[17]
<i>Product development</i>	[13, 18]
<i>Environmental and social responsibility</i>	[37]
<i>Professionalism</i>	[13, 21]

Kriteria pemasok dibagi menjadi atribut kuantitatif dan kualitatif. Pemilihan kriteria yang sesuai juga tergantung pada situasi pembelian. Menurut literatur, ada banyak kriteria pemilihan pemasok yang dikumpulkan dan tercantum dalam Tabel 1.2. Selanjutnya, definisi masing-masing kriteria disediakan. Setiap perusahaan harus memilih kriteria yang sesuai dengan harapannya tentang pemasok. Kemudian, dengan kriteria tersebut, mereka akan membuat peringkat untuk menemukan pemasok terbaik.

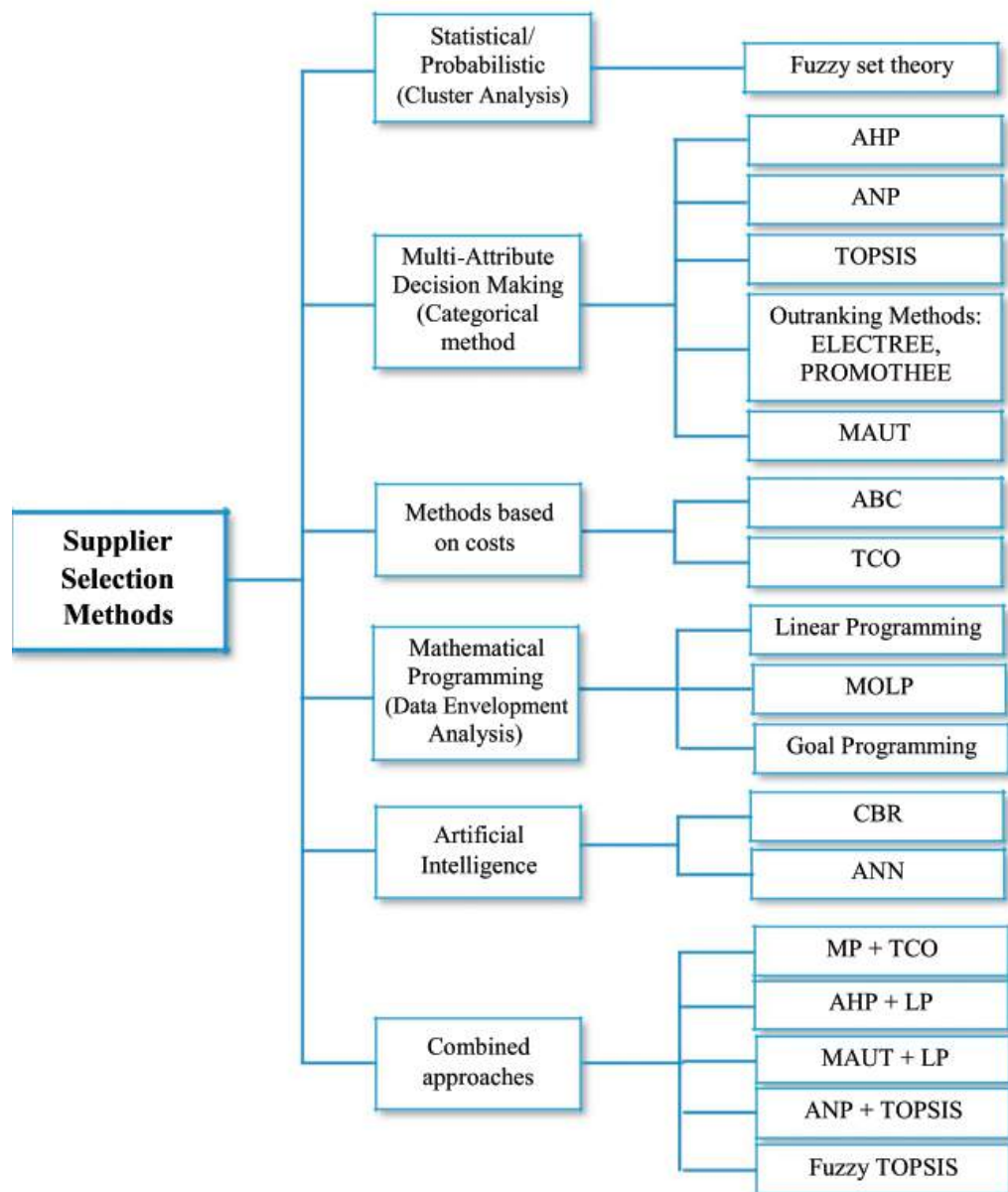
#### **1.4. Metode pemilihan pemasok**

Telah ada evolusi dalam peran dan struktur fungsi pembelian melalui tahun sembilan puluhan dan masalah pemilihan pemasok telah menjadi salah satu masalah yang paling penting untuk membangun sistem rantai pasokan yang efektif (Pal et al., 2013). Ketergantungan perusahaan yang tinggi terhadap proses pembelian membuat pemilihan pemasok menjadi proses strategis bagi organisasi. Pemilihan pemasok tergantung pada berbagai hal termasuk beberapa metode karena tidak ada standar proses ini. Setiap pemilihan pemasok berbeda, jadi jelas perusahaan memiliki beberapa pilihan metode berdasarkan produk, harapan, kriteria, dan industri mereka. Selain itu, metode yang dipilih sangat penting untuk keseluruhan proses seleksi dan dapat memiliki pengaruh yang luar biasa pada hasil seleksi.

Dengan demikian, penting untuk mengetahui metode mana yang harus digunakan dalam situasi yang berbeda. Tahriri (2008) mempresentasikan bagaimana preferensi metode untuk evaluasi telah berubah selama bertahun-tahun dan mengategorikan metode yang ada menjadi kuantitatif dan kualitatif:

1. Penelitian kuantitatif diadopsi dari matematika, fisika, dan ilmu statistik untuk mengevaluasi kekuatan dan kelemahan. Studi kuantitatif melibatkan pengumpulan data dalam bentuk numerik untuk mengukur masalah sehingga dapat dikategorikan, diurutkan, atau diukur dalam satuan. Ini menguji hipotesis dalam satu kenyataan; statistik terukur dan logis.
2. Metode kualitatif mungkin termasuk alat untuk memvisualisasikan persepsi serta alat untuk brainstorming solusi alternatif (De Boer, 1998). Penelitian kualitatif memiliki sifat eksploratif dan digunakan untuk membantu dalam

mengembangkan pemahaman yang jelas tentang suatu situasi. Tujuannya adalah untuk menggali, menemukan, dan mendeskripsikan alasan dan motifnya. Fokus metode kualitatif adalah mengkaji kedalaman dan keluasan fenomena serta pentingnya nuansa yang terkait dengan masalah. Dalam penelitian kualitatif diharapkan tingkat subjektivitas yang tinggi karena peneliti adalah bagian dari proses. Metode kuantitatif biasanya lebih terstruktur daripada kualitatif.



Gambar 1.3. Klasifikasi metode pemilihan pemasok (Taherdoost & Brard, 2019)

Saat ini, kedua metode tersebut digunakan dalam model terintegrasi yang dibangun untuk pemilihan pemasok dibandingkan dengan waktu sebelum tahun 2003 ketika metode kuantitatif sebagian besar diterapkan (Tahriri, 2008). Ada beberapa metode pemilihan pemasok yang tersedia yang diklasifikasikan dalam kategori utama, dan sub-kategori. Menurut Vasina (2014), Analisis Cluster sebagai metode prakualifikasi mencakup logika fuzzy. metode categorical meliputi *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, *Analytic Network Process (ANP)*, *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*, *Outranking method with Elimination and Choice Expressing Reality (ELECTREE)* dan *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMOTHEE)*, namun juga *Multi-Attribute Utility Theory (MAUT method)*. Kemudian, prosedur *Activity Based Costing and Total Cost of Ownership* adalah metode yang didasarkan pada biaya. Disamping itu, menurut Pal et al. (2013), *Linear Programming (LP)*, *Goal programming (GP)* dan *Multi-objective Linear Programming (MOLP)* adalah sebagian metode *mathematical programming*, dengan *Data Envelopment Analysis (DEA)* sebagai *prequalification*-nya. Lebih jauh, teknik *Artificial Intelligence (AI)* meliputi *Case-Based Reasoning (CBR)* dan *Artificial Neural Network (ANN)*. Dengan semakin meningkatnya perkembangan pemilihan pemasok, sebagaimana disebutkan sebelumnya, pendekatan kombinasi beberapa metode telah dikembangkan seperti *Mathematical programming* dengan TCO, AHP dengan *Linear Programming*, MAUT dengan LP, ANP dengan TOPSIS, atau Fuzzy TOPSIS. Gambar 1.3 merangkum metode pemilihan pemasok dan klasifikasinya.

### **1.5. Pemilihan pemasok di masa depan**

Di pasar global saat ini, perusahaan perlu meningkatkan fleksibilitas mereka untuk tetap kompetitif dan merespons pasar yang berubah dengan cepat. Oleh karena itu, pemodelan praktis jaringan rantai pasokan sangat penting bagi perusahaan untuk mempertahankan daya saing dengan menunjukkan hasil yang baik dalam setiap proses baik di dalam maupun di luar perusahaan. Tujuan dari makalah ini adalah untuk mengintensifkan pemahaman tentang peran proses pemilihan pemasok dan keuntungannya bagi suatu organisasi. Identifikasi dan

analisis kriteria untuk pemilihan dan evaluasi pemasok telah menjadi fokus utama dari banyak akademisi dan praktisi. Penelitian tentang kriteria pemilihan pemasok dimulai pada awal tahun 1960-an yang dikenal sebagai pemilihan vendor (Thiruchelvam & Tookey, 2011). Kriteria pemasok dibagi menjadi atribut kuantitatif dan kualitatif, dan pemilihan kriteria yang sesuai juga tergantung pada situasi pembelian. Beberapa penulis telah menunjukkan pentingnya pemilihan pemasok dengan menekankan dampak keputusan di seluruh rantai pasokan, mulai dari pengadaan bahan baku hingga pengiriman produk jadi ke pelanggan akhir.

Dalam manajemen rantai pasokan saat ini, kinerja pemasok potensial dievaluasi melalui beberapa kriteria daripada hanya memperhitungkan faktor biaya. Pemilihan pemasok membuka perspektif baru tanpa syarat menuju alokasi sumber daya yang lebih baik, mitigasi risiko yang terkait dengan pembelian dan meminimalkan biaya dengan menghemat waktu, uang, dan tenaga (Vasina, 2014). Namun, setiap proses pemilihan dan evaluasi pemasok sangat fleksibel, bersandar pada industri dan situasi. Karena fakta bahwa ada perbedaan antara perusahaan, tidak ada cara tunggal untuk membeli dan memilih pemasok. Oleh karena itu, interaksi positif antara pembeli dan pemasok dalam menciptakan hubungan jangka panjang tunduk pada kriteria pemilihan pemasok yang terus berkembang (Thiruchelvam & Tookey, 2011).

Seperti disebutkan sebelumnya, tidak ada evaluasi pemasok standar meskipun ada beberapa metode pengambilan keputusan yang telah dikembangkan untuk membantu proses pemilihan pemasok. Setiap metode memiliki keuntungan tersendiri bagi perusahaan karena mereka akan menggunakan salah satu yang paling sesuai dengan industri dan harapan mereka. Metode yang digunakan secara tradisional dianggap sebagai metode penilaian dengan meninjau kriteria evaluasi objektif dan subjektif (Hamphreys et al., 1998). Metode titik kategoris dan tertimbang sangat populer karena kesederhanaannya dan proses evaluasi yang lebih cepat. Namun, metode rasio biaya telah dilihat sebagai model yang kompleks dan membutuhkan sistem akuntansi biaya yang komprehensif untuk menghasilkan data biaya yang tepat (Willis and Houston, 1989).

Analisis profil vendor adalah versi modifikasi dari metode titik tertimbang menggunakan simulasi Monte Carlo untuk menggantikan peringkat berdasarkan



penilaian intuitif (Thompson, 1990). Analisis dimensi diusulkan oleh Willis [41] yang memungkinkan untuk menggabungkan beberapa kriteria dimensi yang berbeda dan kepentingan yang bervariasi menjadi satu entitas tanpa dimensi. Pada tahun 1965, Zadeh adalah orang pertama yang mengusulkan teori logika fuzzy yang diterapkan secara luas pada situasi ketika pengambilan keputusan di bawah ketidakpastian berlangsung (Vasina). Menurut Saaty (1980), beberapa peneliti (Nydyck and Hill, 1992; Partovi et al., 1989; Naramsimhan, 1983; Taherdoost, 2017) telah menyarankan penggunaan AHP karena kemampuannya untuk menangani kriteria kualitatif dan kuantitatif karena AHP menggunakan hierarki untuk menyusun dan memprioritaskan beberapa kriteria ke dalam kelompok dan elemen tertentu dan menentukan tingkatan yang biasanya terdiri dari penetapan tujuan, kriteria dan sub kriteria alternatif (Saaty, 2005). Saaty (2005) memperluas konsep AHP dengan Analytic Network Process (ANP) yang menggunakan struktur grid/jaringan alih-alih hierarki untuk menguraikan masalah (Vasina). Terlepas dari metode ini, MAUT diperkenalkan oleh Min (1994) untuk menangani beberapa kriteria yang saling bertentangan yang ada dalam pemilihan pemasok internasional, di mana lingkungan lebih kompleks dan tidak aman (Stewart and Mohamed, 2002; Zions, 1992). Pendekatan lain yang dimodifikasi adalah penerapan Total Biaya Kepemilikan, yang mengkuantifikasi semua biaya yang terlibat sepanjang siklus hidup item yang dibeli (De Boer, 2001). Hwang dan Yoon (1981), pada tahun 1981, mengembangkan konsep TOPSIS yang didasarkan pada prinsip menemukan solusi optimal yang harus memiliki jarak terpendek dari ideal positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif. Metode Pemrograman Matematika adalah cara untuk mengoptimalkan pemilihan beberapa pemasok untuk memaksimalkan fungsi objektif berdasarkan kendala yang dihadapi oleh pemasok dan pembeli. Teknik Pemrograman Linier telah digunakan untuk memutuskan pemasok terbaik menurut kriteria pengendalian yang ditentukan oleh pembeli (Moore and Fearson, 1973). Metode goal programming dikembangkan untuk melakukan pemilihan pemasok berdasarkan tujuan yang dibutuhkan oleh klien, seperti biaya, kualitas, dan pengiriman (Braglia and Petroni, 2000). Data Envelopment Analysis digunakan untuk mengklasifikasikan pemasok menurut tingkat efisiensinya (Karpak et al., 2001).

Kecerdasan Buatan didasarkan pada sistem berbantuan komputer yang mengandalkan data historis untuk pengambilan keputusan. Selain itu, metode Case-Based-Reasoning (CBR) dan Artificial Neural Network (ANN) merupakan bagian dari model Artificial Intelligence. Sebuah Sistem CBR, yang masih baru ditemukan, adalah database berbasis perangkat lunak yang menyediakan pembuat keputusan dengan informasi dan pengalaman yang berguna dari situasi keputusan sebelumnya yang serupa (Faez et al., 2009). Model JST menghemat uang dan waktu tetapi menuntut perangkat lunak khusus dan membutuhkan personel yang berkualifikasi yang ahli (Kuo et al., 2010). Namun, kriteria dan metode pemilihan pemasok yang cocok untuk digunakan oleh pembeli tergantung pada kemampuan yang dibutuhkan dan harapan mereka. Jadi, berdasarkan kebutuhan pembeli dan juga perubahan pasar global, mungkin ada kebutuhan untuk mengembangkan metode hibrida baru termasuk aspek kuantitatif dan kualitatif untuk pemilihan dan evaluasi pemasok, ini menyoroti pentingnya penelitian lebih lanjut di bidang ini.

**BAB II**  
**ADAPTIVE RATIO ASSESSMENT**

**2.1 Pengertian**

Metode *Additive Ratio Assessment* (ARAS) diperkenalkan oleh Zavadskas dan Turskis pada 2010 (Alinezhad and Khalili, 2019). Tujuan ARAS untuk memilih alternatif terbaik berdasarkan sejumlah atribut dan peringkat akhir alternatif dibuat dengan menentukan derajat utilitas dari masing-masing alternatif (Zavadskas and Turskis, 2010). Dengan mempertimbangkan masalah ini, teknik ini memiliki berbagai aplikasi seperti perekrutan dan pemilihan personel, dan peringkat faktorisasi perusahaan (Alinezhad and Khalili, 2019). Dalam menyelesaikan permasalahan Metode ARAS menerapkan langkah-langkah sebagai berikut (Zavadskas and Turskis, 2010):

1. Membuat matriks pengambilan keputusan seperti persamaan (2.1).

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & \dots & x_{0j} & \dots & x_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}; \quad i = \overline{0, m}, j = \overline{1, n};$$

.....(2.1)

2. Menormalisasikan nilai awal matriks pembuatan keputusan. Kriteria dengan nilai maksimum yang yang dianggap lebih baik dinormalisasi dengan persamaan (2.2).

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}};$$

.....(2.2)

Kriteria dengan nilai minimum dianggap lebih baik, dinormalisasi dengan persamaan (2.3).

$$x_{ij}^* = \frac{1}{x_{ij}}; \quad \bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}$$

.....(2.3)

3. Normalisasi matriks terbobot dengan persamaan (2.4) (Zavadskas and Turskis, 2010).

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij} w_j ; i = \overline{0, m}, \dots \dots \dots (2.4)$$

Nilai  $w_j$  adalah  $0 < w_j < 1$  dengan jumlah bobot total sama dengan 1.

Normalisasi matriks terbobot dapat dilihat pada persamaan (2.5).

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{01} & \cdots & \hat{x}_{0j} & \cdots & \hat{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{i1} & \cdots & \hat{x}_{ij} & \cdots & \hat{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{m1} & \cdots & \hat{x}_{mj} & \cdots & \hat{x}_{mn} \end{bmatrix} ; i = \overline{0, m}; j = \overline{1, n} \dots \dots \dots (2.5)$$

4. Tentukan nilai optimasi  $S_i$  dengan persamaan (2.6).

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij} ; i = \overline{0, m} \dots \dots \dots (2.6)$$

5. Tentukan tingkat utilitas  $K_i$  setiap alternatif dengan persamaan (2.7).

$$K_i = \frac{S_i}{S_0} ; i = \overline{0, m} \dots \dots \dots (2.7)$$

$S_i$  dan  $S_0$  merupakan nilai kriteria optimasi. Nilai  $K_i$  berada dalam interval  $[0,1]$  dan nilai  $K_i$  terbesar merupakan nilai prioritas.

## 2.2 Penelitian menggunakan ARAS

Penelitian menggunakan metode ARAS telah diperkenalkan oleh Turskis and Zavadkas (2016) dengan tujuan memilih *supplier* untuk pembangunan sistem pembuangan limbah padat kota. Kemudian setelah itu, banyak penelitian lanjutan untuk mengembangkan ARAS. Misalkan aja pada penelitian Adali and Tasik (2016). Mereka melakukan penelitian untuk menentukan *air conditioner* terbaik untuk digunakan. Kemudian lebih lanjut Büyüközkan and Güler (2018) mengembangkannya untuk melakukan penelitian evaluasi terhadap *smart watch*. Sedangkan Hassanpour (2019) fokus pengembangannya adalah untuk melakukan evaluasi terhadap produk elektronik yang beredar di Iranian.

Metode ARAS juga dapat digunakan dalam berbagai kasus seperti permasalahan proyek yang dilakukan [Alireza et al. \(2019\)](#). Mereka meneliti respon terbaik dalam menghadapi *delay* proyek konstruksi. [Dahooie et al. \(2018\)](#) sebelumnya pernah melakukan penelitian menggunakan metode ARAS dengan obyek pemilihan personel. [Koçak et al. \(2018\)](#) menggunakan metode ARAS untuk melakukan pemilihan subkontraktor. [Karabasevic et al. \(2017\)](#) melakukan penelitian menggunakan SWARA dan ARAS untuk menentukan personel.

Dalam dunia pertambangan juga sudah banyak menerapkan ARAS, seperti [Bahrami et al. \(2019\)](#). Mereka memanfaatkan metode ARAS-G untuk melakukan pemetaan prospek terhadap tambang tembaga. [Dahooie et al. \(2019<sup>a</sup>\)](#) melakukan penelitian mengenai evaluasi proyek pengeboran minyak dan gas menggunakan ARAS. [Iordache et al. \(2020\)](#) menggunakan metode ARAS untuk menentukan lokasi bawah tanah yang menyimpan kandungan *hydrogen*. [Mostafaeipour et al. \(2020\)](#) melakukan perangkaan terhadap lokasi yang berpotensi memproduksi *hydrogen* menggunakan ARAS. [Ramezanali et al. \(2019\)](#) memanfaatkan ARAS untuk melakukan pemetaan prospek lokasin tambang tembaga.

Penelitian terhadap bahan baru seperti [Bose et al. \(2019\)](#). Mereka membandingkan struktur matriks eksperimen logam *hybrid*. Penelitian ini dilanjutkan oleh [Bose et al. \(2020\)](#) dengan membandingkan beberapa metode untuk menentukan *hybrid green composite*. [Bose et al. \(2020\)](#) meneliti perbandingan matriks komposit metal *hybrid*. [Marichamy and Babu \(2020\)](#) meneliti proses pengolahan aluminium paling optimum menggunakan ARAS. Penelitian mengenai penentuan material paling optimal pernah dilakukan oleh [Martin and Deepak \(2019\)](#). [Bakli et al. \(2020\)](#) melakukan penelitian untuk menentukan bahan bakar paling optimal untuk mesin *spark ignition*.

Beberapa penelitian evaluasi serta tindakan terhadap lingkungan telah dilakukan menggunakan ARAS seperti yang dilakukan [Boyaci and Boyaci \(2018\)](#), melakukan evaluasi lingkungan provinsi di Turki. Penelitian ini dilanjutkan oleh mereka dengan melakukan pemilihan kota *eco-friendly* ([Boyaci \(2020\)](#)). [Dahooie et al. \(2019<sup>b</sup>\)](#) meneliti mengenai prioritas paten yang harus segera dilakukan. [Ghenai et al. \(2020\)](#) melakukan penelitian untuk menentukan *sustainability energy system*. [Ighravwe et al. \(2019\)](#) melakukan pemilihan metode perawatan bangunan yang

*sustainable*. [Zavadskas et al. \(2019\)](#) meneliti mengenai penentuan bangunan yang paling ramah lingkungan.

Permasalahan serta evaluasi perusahaan dapat diselesaikan dengan metode ARAS seperti yang dilakukan [Barak and Dahooei \(2018\)](#). Mereka melakukan evaluasi keamanan maskapai penerbangan. Penelitian lanjutan dilakukan oleh [Dahooie et al. \(2019<sup>b</sup>\)](#). Mereka melakukan evaluasi terhadap performa finansial perusahaan dengan menggabungkan FCM-ARAS. [Durmus and Inel \(2020\)](#) membandingkan metode ARAS dengan COPRAS untuk melakukan evaluasi terhadap perusahaan. [Karabasevic et al. \(2016<sup>a</sup>\)](#) melakukan penelitian untuk meranking perusahaan berdasarkan tanggung jawab sosial yang dilakukan. [Jovčić et al. \(2020\)](#) melakukan pemilihan konsep distribusi barang menggunakan F ARAS.

[Özbek and Erol \(2017\)](#) melakukan perankingan perusahaan menggunakan ARAS dan COPRAS. [Radović et al. \(2018\)](#) melakukan pengukuran kinerja perusahaan transportasi di negara berkembang. Penelitian mengenai integrasi metode antara ARAS dan SWARA oleh [Stanujkic et al. \(2017\)](#) memunculkan ARCAS yang digunakan untuk melakukan proses negosiasi. Penelitian mengenai isu yang sering dihadapi seperti [Supriyanto et al. \(2019\)](#) meneliti mengenai penentuan pencairan kredit menggunakan *computer-based system*. Permasalahan mengenai kemanan [Rajabi et al \(2020\)](#), meneliti mengenai metode terbaik untuk mengontrol tindakan kekerasan terhadap tenaga kerja kesehatan. Hasil rangkuman dari penelitian sebelumnya yang menggunakan ARAS dapat dilihat secara lengkap di Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian dengan metode ARAS

No	Nama	Tahun	Judul	Metode	Objek
1	Aytac Adali and Tus isik	2016	Air Conditioner Selection Problem with COPRAS and ARAS Methods	COPRAS ARAS	Pemilihan AC
2	Chalekaee et al	2019	A New Hybrid MCDM Model with Grey Numbers for the Construction Delay Change Response Problem	ARAS G TOPSISSWARA	Penentuan respon terbaik untuk menghadapi delay dalam konstruksi
3	Bahrami et al	2019	BWM-ARAS: A new hybrid MCDM method for Cu prospectivity mapping in the Abhar area,NW Iran	BMW ARAS	Pemetaan tambang tembaga
5	Balki et al	2020	The optimization of engine operating parameters via SWARA and ARAS hybrid method in a small SI engine using alternative fuels	SWARA ARAS	Penentuan Bahan bakar paling optimal untuk <i>spark ignition</i>
6	Barak and Dahooei	2018	A novel hybrid fuzzy DEA-Fuzzy MADM method for airlines safety evaluation	Fuzzy SAW, Fuzzy TOPSIS, Fuzzy VIKOR, ARAS-F, COPRAS-F and Fuzzy MULTIMOORA	Evaluasi keamanan maskapai
7	Bose et al	2019	A novel approach in comparison and experimentation of Hybrid Metal Matrix Composites using advanced MCDM methods	ARAS MABAC	Perbandingan terhadap eskperimen logam hybrid.
8	Bose et al	2020	Selection and Experimentation of the Best Hybrid Green Composite Using Advanced MCDM Methods for Clean Sustainable Energy Recovery: A Novel Approach	ARAS MABAC COPRAS MOOSRA	Pemilihan <i>hybrid green composite</i>

Tabel 2.1 Penelitian dengan metode ARAS (lanjutan)

No	Nama	Tahun	Judul	Metode	Objek
9	Bose et al	2020	Comparative and Experimental study on Hybrid Metal Matrix Composites using Additive Ratio Assessment and Multi-Attributive Border Approximation area Comparison methods varying the different Weight Percentage of the Reinforcements	ARAS MABAC	Perbandingan matriks komposit metal hybrid
10	Boyaci and Boyaci	2018	Additive ratio assessment for evaluating provinces of Turkey in terms of environmental indicators	ARAS	Evaluasi lingkungan pada provinsi di Turki
11	Büyüközkan, and Gü'ler	2020	Smart Watch Evaluation with Integrated Hesitant Fuzzy Linguistic SAW-ARAS Technique	SAW ARAS	Pemilihan <i>smart watch</i>
12	Boyacı,	2020	Selection of eco-friendly cities in Turkey via a hybrid hesitant fuzzy decision making approach	ARAS <i>HFLTS</i>	Pemilihan kota <i>eco-friendly</i>
13	Dahooie et al	2019 <sup>a</sup>	A framework for valuation and prioritization of patents using a combined madm approach. Case study: nanotechnology	ARAS SWARA	Prioritas paten
14	Dahooie et al	2017	Competency-based IT personnel selection using a hybrid SWARA and ARAS-G methodology	SWARA ARAS	Pemilihan personel
15	Dahooie et al	2018	A Novel Approach for Evaluation of Projects Using an Interval-Valued Fuzzy Additive Ratio Assessment (ARAS) Method: A Case Study of Oil and Gas Well Drilling Projects	SWARA ARAS	Evaluasi proyek pengeboran minyak dan gas



Tabel 2.1 Penelitian dengan metode ARAS (lanjutan)

No	Nama	Tahun	Judul	Metode	Objek
16	Dahooie et al	2019 <sup>b</sup>	A new evaluation model for corporate financial performance using integrated CCSD and FCM-ARAS approach	FCM ARAS	Evaluasi performa finansial
17	Durmus and Inel	2020	Comparing ARAS and COPRAS Methods to Evaluate Firms by Using Fundamental Analysis	ARAS COPRAS	Evaluasi perusahaan
18	Ghenai et al	2020	Sustainability indicators for renewable energy systems using multicriteria decision-making model and extended SWARA/ARAS hybrid method	extended SWARA ARAS	Select sustain energy system
19	Hassanpour	2019	Evaluation of Iranian electronic products manufacturing industries using an unsupervised model, ARAS, SAW and DEA models	ARAS SAW DEA	Evaluasi produk elektronik
20	Ighravwe & Oke	2019	A multi-criteria decision-making framework for selecting a suitable maintenance strategy for public buildings using sustainability criteria	SWARA WASPAS FAD ARAS	Pemilihan perawatan bangunan
21	Iordache et al	2019	An integrated ARAS and interval type-2 hesitant fuzzy sets method for underground site selection: Seasonal hydrogen storage in salt caverns	F ARAS	Pemulihan lokasi bawah tanah penyimpan hidrogen
22	Jovčić et al	2020	Picture Fuzzy ARAS Method for Freight Distribution Concept Selection	F ARAS	Pemilihan konsep distribusi barang
23	Karabasevic et al	2016 <sup>a</sup>	Ranking of Companies According to The Indicators of Corporate Social Responsibility Based On SWARA And ARAS Methods	SWARA ARAS	Perankingan perusahaan
24	Koçak et al	2018	Subcontractor selection with additive ratio assessment method	ARAS	Pemilihan subkontraktor

Tabel 2.1 Penelitian dengan metode ARAS (lanjutan)

<b>No</b>	<b>Nama</b>	<b>Tahun</b>	<b>Judul</b>	<b>Metode</b>	<b>Objek</b>
25	Marichamy and Babu	2020	The selection of optimum process parameters on A319 aluminum alloy in friction stir welding MCDM method	ARAS	Pemilihan proses pengolahan
26	Martin and Deepak	2019	Application of New Additive Ratio Assessment (NARAS) Method in Selection of Material for Optimal Design of Engineering Components	ARAS	Pemilihan material
27	Mostafaeipour et al	2020	Ranking locations for producing hydrogen using geothermal energy in Afghanistan	ARAS SWARA	Ranking lokasi
28	Özbek and Erol	2017	Ranking of Factoring Companies in Accordance with ARAS and COPRAS Methods	ARAS COPRAS	Ranking perusahaan
29	Radovi´c et al	2018	Measuring Performance in Transportation Companies in Developing Countries: A Novel Rough ARAS Model	ARAS	Pengukuran kinerja perusahaan transportasi
30	Rajabi et al	2020	Strategies for Controlling Violence Against Healthcare Workers: Application of Fuzzy Analytical Hierarchy Process and Fuzzy Additive Ratio Assessment	FARAS FAHP	Pengendalian tindakan kekerasan terhadap tenaga kerja kesehatan
31	Ramezanali et al	2020	Application of Best-Worst Method and Additive Ratio Assessment in Mineral Prospectivity Mapping: A Case Study of Vein-Type Copper Mineralization in the Kuhsiah-e-Urmak Area, Iran	BMW ARAS	Pemetaan prospek lokasi tambang tembaga
32	Karabasevic et al	2016 <sup>b</sup>	The Framework for the Selection of Personnel Based on the SWARA and ARAS Methods Under Uncertainties	SWARA ARAS	Pelilihan personel

Tabel 2.1 Penelitian dengan metode ARAS (lanjutan)

No	Nama	Tahun	Judul	Metode	Objek
33	Stanujkic et al	2017	New group decision-making arcas approach based on the integration of the swara and the aras methods adapted for negotiations	Integrasi ARCAS berdasar ARAS SWARA	Negosiasi
34	Supriyanto et al	2019	Implementation of Computer-Based Systems in Efficient Credit Acceptance Decisions Applying the Additive Ratio Assessment (ARAS) Method	ARAS	Pemilihan kredit
35	Zavadskas et al	2017	Achieving Nearly Zero-Energy Buildings by applying multi-attributeassessment	WASPAS ARAS TOPSIS	Penentuan apartemen

### 2.3. Penelitian menggunakan AHP-ARAS

Dalam menggunakan metode ARAS memerlukan bobot untuk tiap kriteria, salah satu pembobotan dapat menggunakan AHP. Ada banyak penelitian yang memanfaatkan AHP untuk pembobotan dalam ARAS, [Büyüközkan dan Göçer \(2018\)](#) meneliti tentang pengembangan *Digital supply chain*. Kemudian pada tahun 2019 kembali melakukan penelitian mengenai tingkat kematangan perusahaan digital. [Ecer \(2018\)](#) melakukan evaluasi terhadap pelayanan *mobile banking*.

[Goswami and Mitra \(2020\)](#) menggunakan AHP dan ARAS untuk menentukan pembelian gawai terbaik. [Nguyen et al. \(2016\)](#) melakukan penelitian mengenai evaluasi serta memilih peralatan *conveyor* untuk meningkatkan performa *flexible manufacturing*. [Pehlivan et al. \(2018\)](#) mengevaluasi strategi pengembangan organisasi. [Streimikiene et al. \(2016\)](#) meneliti pemilihan teknologi generator listrik yang memenuhi berbagai aspek. [Wang et al. \(2020\)](#) melakukan penelitian mengenai prioritas pelestarian bangunan bersejarah dengan membandingkan metode AHP dan ARAS. [Yildirim and Mercangoz \(2020\)](#) melakukan evaluasi terhadap performa logistik dengan menggunakan FAHP dan Aras-G. Hasil rangkuman dari penelitian sebelumnya yang menggunakan ARAS dengan pembobotan AHP dapat dilihat secara lengkap di Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Penelitian dengan metode ARAS AHP

No	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Objek
1	Büyüközkan & Göçer	2018	An extension of ARAS methodology under Interval Valued Intuitionistic Fuzzy environment for Digital Supply Chain	IVIF AHP ARAS	Pengembangan Digital Supply Chain
2	Büyüközkan & Güler	2020	Analysis of companies' digital maturity by hesitant fuzzy linguistic MCDM methods	Fuzzy ARAS AHP	Analisa kematangan perusahaan digital
3	Ecer	2018	An Integrated Fuzzy Ahp And Aras Model To Evaluate Mobile Banking Services	FAHP ARAS	Evaluasi pelayanan <i>mobile banking</i>
4	Goswami & Mitra	2020	Selecting the best mobile model by applying AHP-COPRAS and AHP-ARAS decision making methodology	AHP-COPRAS AHP-ARAS	Pemilihan gawai
5	Nguyen et al.	2016	An Integrated MCDM Model for Conveyor Equipment Evaluation and Selection in an FMC Based on a Fuzzy AHP and Fuzzy ARAS in the Presence of Vagueness	F-AHP F-ARAS	Pemilihan peralatan conveyor
6	Zavadskas et al.	2018	A Comparative Study Of Integrated FMCDM Methods For Evaluation Of Organizational Strategy Development	FAHP, WASPAS-F, ARAS F	Evaluasi strategi pengembangan organisasi
7	Streimikiene et al	2016	Multi-criteria analysis of electricity generation technologies in Lithuania	AHP ARAS	Pemilihan teknologi generator listrik
8	Wang et al	2020	Analysis of preservation priority of historic buildings along the subway based on matter-element model	AHP ARAS	Prioritas pelestarian bangunan bersejarah
9	Yildirim and Mercangoz	2020	Evaluating the logistics performance of OECD countries by using fuzzy AHP and ARAS-G	FAHP FARAS	Evaluasi performa logistik

#### 2.4. Penelitian pemilihan pemasok menggunakan AHP-ARAS

Pelelitian mengenai pemilihan *supplier* menggunakan metode ARAS sudah dimulai sejak 2010 oleh [Turskis and Zavadkas \(2010\)](#) untuk mencari *supplier* dalam pembuatan sistem pembuangan limbah padat. Selanjutnya berkembang penggunaan metode ARAS yang dipadukan dengan AHP seperti penelitian [Chatterjee and Kar \(2018\)](#) dengan menggunakan berbagai metode untuk menentukan *supplier* terbaik untuk bidang telekomunikasi. [Fu \(2019\)](#) melakukan penelitian untuk mencari *supplier* catering terbaik yang memenuhi standar maskapai penerbangan.

[Liao et al. \(2015\)](#) Melakukan penelitian untuk menentukan *green supplier* untuk jam tangan. Penelitian untuk mencari *green supplier* juga dilakukan oleh [Matic et al. \(2019\)](#). [Ozdoglu et al. \(2018\)](#) melakukan penelitian terhadap *supplier* untuk fasilitas *water treatment*. [Petrovic et al. \(2019\)](#) melakukan penelitian untuk mendapatkan *supplier* komponen mekanis. [Tamošaitienė et al. \(2017\)](#) melakukan penelitian pemilihan *supplier* untuk perusahaan konstruksi. Hasil rangkuman dari penelitian sebelumnya yang menggunakan ARAS dengan pembobotan AHP untuk pemilihan *supplier* dapat dilihat secara lengkap di Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Penelitian Pemilihan *Supplier* dengan Metode ARAS AHP

<b>NO</b>	<b>Nama</b>	<b>Tahun</b>	<b>Judul</b>	<b>Metode</b>	<b>Objek</b>
1	Buyugozkan and Gocer	2018	An Extension of ARAS Methodology under Interval Valued Intuitionistic Fuzzy Environment for Digital Supply Chain	F AHP ARAS	Pemilihan supplier untuk bandara
2	Chatterjee and Kar	2018	Supplier Selection In Telecom Supply Chain Management: A Fuzzy Rasch Based Copras G Method	F COPRAS G VIKOR G TOPSIS G ARAS G	Pemilihan Supplier bidang telekumunikasi
3	Fu	2019	An integrated approach to catering supplier selection using AHP-ARAS MCGP methodology	AHP ARAS MCGP	Pemilihan supplier catering untuk maskapai penenrbangan
4	Liao et al	2015	Integrated FAHP, ARAS-F ad MSGP Methods for green supplier evaluation and selection	FAHP F ARAS	Pemilihan green supplier jam tangan
5	Liu and Cheng	2020	An Extension of ARAS Methodology for Multi-criteria Group Decision-Making Problems within Probability Multi-valued Neutrosophic Sets	ARAS	Pemilihan 3PL Supplier
6	Matic et al	2019	A New Hybrid MCDM Model: Sustainable Supplier Selection in a Construction Company	FUCOM COPRAS WASPAS ARAS SAW MABAC	Pemilihan green supplier
7	Ozdoglu et al	2018	An Integration of HF-AHP and ARAS Techniques in Supplier Selection: A Case Study in Waste Water Treatment Facility	AHP ARAS	Pemilihan supplier pada fasilitas water treatment
8	Petrović et al	2019	Comparison Of Three Fuzzy MCDM Methods For Solving The Supplier Selection Problem	F SWARA F ARAS F TOPSIS F WASPAS	Pemilihan supplier komponen mekanis.
9	Tamošaitienė et al	2017	A novel hybrid MCDM approach for complicated supply chain management problems in construction	AHP ARAS	Pemilihan supplier untuk perusahaan konstruksi

## BAB III

### FACTOR ANALYSIS

#### 3.1. Pengertian

Analisis faktor merupakan salah satu metode dalam statistika. Terdapat dua analisis faktor yaitu *Exploratory Factor Analysis* (EFA) dan *Confirmatory Factor Analysis* (CFA) (Williams et al., 2010). Dalam melakukan analisis kriteria digunakan *Exploratory Factor Analysis* (EFA) atau *Principal Component Analysis* (PCA). Metode ini bertujuan untuk menurunkan jumlah kriteria yang telah ada tanpa mengurangi informasi yang dikandung (Ristono et al., 2018). Tahap-Tahap *Principal Component Analysis* (PCA) atau prosedur dan langkah-langkah dalam metode PCA meliputi sebagai berikut (Ristono et al., 2018):

1. Mendefinisikan kriteria dan melakukan evaluasi terhadap kriteria yang ada
2. Melakukan uji Bartlett dengan persamaan (3.1) (Arsham and Lovric, 2011)

$$b = \frac{[(s_1^2)^{n_1-1} (s_2^2)^{n_2-1} \dots (s_k^2)^{n_k-1}]}{s_p^2} \dots \dots \dots (3.1)$$

3. Melakukan uji Kaiser–Meyer–Olkin (KMO) dengan persamaan (2.2) (Hill, 2011)

$$KMO = \frac{\sum_i \sum_{j \neq i} r_{ij}^2}{\sum_i \sum_{j \neq i} r_{ij}^2 + \sum_i \alpha_{ij}^2}; i=1,2,\dots,p; j=1,2,\dots,p \dots \dots \dots (3.2)$$

4. Membuat covarian matrix
5. Menentukan nilai Eigen dan vector Eigen dengan persamaan (3.3) (Kuttler, 2012)

$$f(\lambda) = \det(A - \lambda I) \dots \dots \dots (3.3)$$

6. Menentukan komponen baru.

Adapun analisis faktor yang digunakan dalam pengelompokan kriteria tersebut ada dua macam. Kedua jenis analisis faktor tersebut adalah analisis faktor eksploratori dan konfirmatori. **Analisis faktor eksploratori atau analisis komponen utama (PCA = principle component analysis)** yaitu suatu teknik analisis faktor di mana beberapa faktor yang akan terbentuk berupa variabel **laten** yang belum dapat ditentukan sebelum analisis dilakukan. Pada prinsipnya, pada analisis faktor eksploratori proses terbentuknya faktor-faktor atau variabel laten

baru adalah bersifat acak, yang selanjutnya dapat diinterpretasi sesuai dengan faktor atau komponen atau konstruk yang terbentuk. Analisis faktor eksploratori persis sama dengan analisis komponen utama (PCA). Dalam analisis faktor eksploratori ini, dimulai dari penentuan hipotesis yang menyusun struktur faktor-faktornya yang akan dibentuk atau yang terbentuk.

Analisis faktor eksploratori yang digunakan dalam penelitian ini merupakan suatu teknik untuk mereduksi data dari bermacam-macam variabel asal atau variabel awal menjadi variabel baru atau faktor yang jumlahnya lebih sedikit dari pada variabel awal. Proses analisis faktor eksploratori mencoba untuk menemukan hubungan antar variabel baru atau faktor yang terbentuk yang saling independen sesamanya, sehingga bisa dibuat satu atau beberapa kumpulan variabel laten atau faktor yang lebih sedikit dari jumlah variabel awal yang bebas atau tidak berkorelasi sesamanya. Jadi, antar faktor yang terbentuk tidak berkorelasi sesamanya.

Analisis faktor yang kedua yang digunakan dalam penelitian ini adalah **Analisis faktor konfirmatori**. **Analisis faktor konfirmatori** yaitu suatu teknik **analisis faktor** di mana secara apriori berdasarkan **teori dan konsep** yang sudah diketahui dipahami atau ditentukan sebelumnya, maka dibuat sejumlah faktor yang akan dibentuk, serta variabel apa saja yang termasuk ke dalam masing-masing faktor yang dibentuk dan sudah pasti tujuannya. Pembentukan faktor konfirmatori (CFA) secara sengaja berdasarkan **teori dan konsep**, dalam upaya untuk mendapatkan variabel baru atau faktor yang mewakili beberapa item atau sub-variabel, yang merupakan variabel teramati atau *observerb variable*.

Pada dasarnya tujuan analisis **faktor konfirmatori** dalam pengembangan model perencanaan PKBL adalah: **(1)** untuk mengidentifikasi adanya hubungan antar ke-enam kriteria (jumlah UKM, kemiskinan, pengangguran, kedekatan dengan cabang, kontribusi, dan sentra industri) dengan melakukan uji korelasi, **(2)** untuk menguji validitas dan reliabilitas instrumen. Dalam pengujian terhadap validitas dan reliabilitas instrumen untuk mendapatkan data penelitian yang valid dan reliabel dengan **analisis faktor konfirmator**.

Teknik analisis **faktor konfirmatori** persis sama dengan teknik **analisis faktor eksploratori** dengan menghitung *factor loading* atau **koefisien faktor** atau nilai **lamda** ( $\lambda$ ) yang serupa dengan nilai koefisien regresi  $\beta$  yaitu faktor loading



antara indikator  **$X_i$**  dengan **faktor  $F_j$**  yang terbentuk. Apabila nilai loading faktor atau nilai **lamda ( $\lambda_i$ )** yang diperoleh lebih besar atau sama dengan setengah ( $\lambda_i \geq 0,5$ ) atau dapat diuji dengan uji t, dan apabila variable menunjukkan signifikan berarti variabel  **$X_i$**  atau instrumen atau item tersebut sah untuk dijadikan sebagai anggota faktor yang bersangkutan.

Untuk mempermudah pengertian dalam analisis *Factor*, perlu pemahaman tentang istilah-istilah sebagai berikut:

1. **Variabel** adalah data pengamatan atau data bentukan yang nilai-nilainya bervariasi secara acak atau random.
2. **Faktor** atau **komponen** adalah sebuah variabel bentukan yang dibentuk melalui indikator-indikator atau kriteria yang teramati (*obsrabel variable*) oleh khususnya pemangku kepentingan dalam penentuan kebijakan PKBL di kantor cabang. Karena faktor merupakan variabel bentukan maka faktor disebut **variabel laten (*latent variable*)** atau **unobsrabel variable**. Faktor merupakan variabel baru yang bersifat **unobservable variable** atau variabel tidak teramati atau variabel laten atau **konstruks** atau ada yang menyebut **non visible variable**, karena sifatnya yang abstrak yaitu variabel tersebut tidak dapat diukur atau diamati secara langsung oleh peneliti. Akan tetapi, pada analisis faktor, di mana faktor merupakan kumpulan atau gabungan yang bersifat linier berbobot dari beberapa pengukuran, atau beberapa indikator, atau beberapa variabel pengamatan (*obsrabel variable*).
3. **Sub-variabel** juga disebut variabel pengamatan (*obsrabel variable*) atau **variabel manifest**, atau **indikator** adalah suatu konsep yang merupakan variabel yang dapat diukur atau diamati secara langsung, sehingga disebut **observable variable** atau **variabel manifest** atau **indikator**, atau **item**, dan hasil pengukurannya adalah bervariasi dan nyata. Dalam penelitian ini, faktor atau variabel laten kepandaian seseorang tidak dapat diamati atau diukur secara langsung, tetapi dapat diketahui atau diukur melalui berbagai variabel.

### 3.2. Teknik Analisa dalam analisis faktor

Pada analisis faktor (*factor analysis*) dapat dibagi dua macam yaitu analisis komponen utama (*principal component analysis = PCA*) dan analisis faktor konfirmatori (*confirmatory factor analysis = CFA*). Kedua analisis di atas bertujuan menerangkan struktur ragam-peragam melalui kombinasi linear dari variabel-variabel pembentuknya. Sehingga dapat dikatakan bahwa **faktor** atau **komponen** adalah variabel bentukan bukan variabel asli. Secara umum analisis faktor atau analisis komponen utama bertujuan untuk mereduksi data dan menginterpretasikannya sebagai suatu variabel baru yang berupa variabel bentukan.

Pada dasarnya analisis faktor atau analisis komponen utama mendekati data pada suatu pengelompokan atau pembentukan suatu variabel baru yang berdasarkan adanya keeratan hubungan antardimensi pembentuk faktor atau adanya konfirmatori sebagai variabel baru atau faktor. Meskipun dari **p** buah variabel awal atau variabel asal dapat diturunkan atau dibentuk sebanyak **p** buah faktor atau komponen untuk menerangkan keragaman total sistem, namun sering kali keragaman total itu dapat diterangkan secara sangat memuaskan hanya oleh sejumlah kecil faktor yang terbentuk, katakanlah oleh sebanyak **k** buah faktor atau komponen yang terbentuk, di mana  $k < p$ ; umpamanya dari sejumlah variabel **p** yaitu sebanyak 10 dimensi atau item, dari 10 dimensi tersebut terbentuk sebanyak  $k = 2$  buah faktor atau komponen yang dapat menerakan kesepuluh dimensi atau item semula. Jika demikian halnya, maka akan diperperoleh sebagian terbesar informasi tentang struktur ragam-peragam dari **p** buah variabel asal yang dapat diterangkan oleh **k** buah faktor atau komponen yang terbentuk. Dalam hal ini **k** buah faktor atau komponen utama dapat mewakili **p** buah variabel asalnya, sehingga lebih sederhana.

Data asli yang dianalisis dalam analisis faktor dinyatakan dalam bentuk matriks berukuran  $n \times p$  (di mana **n** jumlah sampel dan **p** variabel pengamatan), yang dapat direduksi ke dalam matriks yang berukuran lebih kecil dan mengandung sejumlah **n** pengukuran pada **k** buah komponen utama atau faktor, sehingga matriks yang terbentuk berukuran  $n \times k$  (**n** jumlah sampel dan **k** komponen utama atau faktor), dan  $k < p$ . Jumlah faktor yang terbentuk adalah sebanyak variabel asal = **p**, dan **k** adalah sejumlah faktor yang memenuhi kriteria atau aturan. Analisis faktor

yang dilakukan bukan merupakan analisis akhir dari analisis statistika atau pengolahan data dalam penelitian ini, tetapi merupakan tahapan atau langkah awal untuk kemudian dilanjutkan kepada AHP dan ARAS. Oleh karena itu, **analisis faktor** digunakan sebagai **input** dalam membangun **struktur hierarki AHP** di mana faktor atau variabel baru yang terbentuk dipergunakan sebagai **dasar** untuk membangun struktur **hierarki AHP**.

### 3.2.1. Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis*)

Analisis komponen utama merupakan suatu teknik statistik untuk mengubah dari sebagian besar variabel asli yang digunakan yang saling berkorelasi satu dengan yang lainnya menjadi satu set variabel baru yang lebih kecil dan saling bebas (tidak berkorelasi lagi). Jadi analisis komponen utama berguna untuk mereduksi data, sehingga lebih mudah untuk menginterpretasikan data-data tersebut. Analisis komponen utama merupakan analisis antara dari suatu proses penelitian yang besar atau suatu awalan dari analisis berikutnya, bukan merupakan suatu analisis yang langsung berakhir. Misalnya komponen utama bisa merupakan masukan untuk regresi berganda atau analisis klaster.

Secara aljabar linier komponen utama adalah kombinasi linier-kombinasi linier tertentu dari  $p$  peubah acak  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$ . Secara geometris kombinasi linier ini merupakan sistem koordinat baru yang didapat dari rotasi sistem semula dengan  $x_1, x_2, \dots, x_p$  sebagai sumbu koordinat. Sumbu baru tersebut merupakan arah dengan variabilitas maksimum dan memberikan kovariansi yang lebih sederhana. Komponen utama tergantung kepada matrik ragam peragam  $\Sigma$  dan matrik korelasi  $\rho$  dari  $x_1, x_2, \dots, x_p$ , dimana pada analisisnya tidak memerlukan asumsi populasi harus berdistribusi *Normal Multivariate*. Apabila komponen utama diturunkan dari populasi *Normal Multivariate* interpretasi dan inferensi dapat dibuat dari komponen sampel. Melalui matrik ragam peragam bisa diturunkan akar ciri-akar cirinya yaitu  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$  dan vektor ciri-vektor cirinya yaitu  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ .

Menyusutkan dimensi peubah asal  $X$  dapat dilakukan dengan membentuk peubah baru  $Y = \alpha_1 \chi_1 + \alpha_2 \chi_2 + \dots + \alpha_p \chi_p$  atau  $Y = \alpha' \chi_p$  dimana  $\alpha$  adalah matrik transformasi yang mengubah peubah asal  $X$  menjadi peubah baru  $Y$  yang disebut

komponen utama, karena itu sering disebut vektor pembobot. Syarat untuk membentuk komponen utama yang merupakan kombinasi linier dari peubah  $X$  agar mempunyai keragaman yang besar adalah dengan memilih  $\alpha' = (\alpha_1 \ \alpha_2 \ \dots \ \alpha_p)$  sedemikian hingga  $\text{Var}(Y) = \alpha' \Sigma \alpha$  maksimum dan  $\alpha' \alpha = 1$ . Persoalan ini dapat diselesaikan dengan Pengganda Lagrange (*Lagrange Multiplier*) dimana:

$$f(\alpha, \lambda) = \alpha' \Sigma \alpha - \lambda(\alpha' \alpha - 1)$$

Fungsi ini mencapai maksimum jika turunan parsial pertama  $f(\alpha, \lambda)$  terhadap  $\alpha$  dan  $\lambda$  sama dengan nol.

$$\frac{\partial f(\alpha, \lambda)}{\partial \alpha} = 0 \rightarrow 2 \Sigma \alpha - 2 \lambda \alpha = 0$$

$$\frac{\partial f(\alpha, \lambda)}{\partial \lambda} = 0 \rightarrow \alpha' \alpha - 1 = 0$$

Jika persamaan di atas digandakan dengan vektor  $\alpha'$  maka:

$$2 \alpha' \Sigma \alpha - 2 \lambda \alpha' \alpha = 0$$

$$\lambda = \alpha' \Sigma \alpha = \text{var}(\alpha' X) = \text{var}(Y)$$

Dalam hal ini  $\lambda$  harus sebesar mungkin karena  $\lambda = \text{Var}(Y)$  sendiri diusahakan maksimum, sehingga  $\lambda$  yang diambil dari akar ciri maksimum dari  $\Sigma$ . Selanjutnya  $\alpha$  ditentukan dari persamaan  $(\Sigma - \lambda I) \alpha = 0$ . Secara umum komponen utama ke- $i$  adalah kombinasi linier terbobot peubah asal yang mampu menerangkan keragaman data ke- $i$ , bisa ditulis sebagai berikut:

$$Y_i = \alpha_{i1} \chi_1 + \alpha_{i2} \chi_2 + \dots + \alpha_{ip} \chi_p$$

$$\text{VAR}(Y_i) = \lambda_i, \quad i = 1, 2, \dots, p$$

Dari persamaan diatas diketahui  $\alpha'_{i-1} \alpha_i = 0$ , maka  $\text{Cov}(Y_{i-1} - Y_i) = 0$ . Ini menunjukkan bahwa komponen utama tidak saling berkorelasi dan komponen utama ke- $i$  memiliki keragaman sama dengan akar ciri ke- $i$ . Oleh karena itu keragaman total yang mampu diterangkan setiap komponen utama adalah proporsi antara akar ciri komponen tersebut terhadap jumlah akar ciri atau teras (*trace*) matrik  $\Sigma$ . Matrik ragam peragam  $\Sigma$  yang digunakan dalam masalah ini jika peubah yang diamati ukurannya pada skala dengan perbedaan tidak besar atau jika satuan ukurannya sama. Bila peubah yang diamati ukurannya pada skala dengan perbedaan

yang sangat lebar atau satuan ukurannya tidak sama, maka peubah tersebut perlu dibakukan (*standardized*) sehingga komponen utama ditentukan dari peubah baku.

Peubah baku ( $Z$ ) didapat dari transformasi terhadap peubah asal dalam matrik berikut:

$$Z = \left(V^{1/2}\right)^{-1} (X - \mu)$$

$V^{1/2}$  adalah matrik simpangan baku dengan unsur diagonal utama adalah  $(\alpha_{ii})^{1/2}$  sedangkan unsur lainnya adalah nol. Nilai harapan  $E(Z) = 0$  dan keragamannya adalah  $\text{Cov}(Z) = (V^{1/2})^{-1} \Sigma (V^{1/2})^{-1} = \rho$ . Dengan demikian komponen utama dari  $Z$  dapat ditentukan dari vektor ciri yang didapat melalui matrik korelasi peubah asal  $\rho$ . Untuk mencari akar ciri dan menentukan vektor pembobotnya sama seperti pada matrik  $\Sigma$ . Sementara teras matrik korelasi  $\rho$  akan sama dengan jumlah  $p$  peubah yang dipakai.

Penyusutan dimensi asal dengan cara mengambil sejumlah kecil komponen yang mampu menerangkan bagian terbesar keragaman data. Apabila komponen utama yang diambil sebanyak  $q$  buah, dimana  $q < p$ , maka proporsi keragaman yang bisa diterangkan adalah:  $(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_q) / \lambda_i$   $i=1,2,\dots, p$ . Sehingga nilai proporsi dari varian total populasi dapat diterangkan oleh komponen pertama, kedua atau sampai sejumlah  $q$  komponen utama secara bersama-sama adalah semaksimal mungkin. Tidak ada ketentuan berapa besar proporsi keragaman data yang dianggap cukup mewakili keragaman total. Meskipun jumlah komponen utama berkurang dari peubah asal tetapi ini merupakan gabungan dari peubah-peubah asal sehingga informasi yang diberikan tidak berubah. Pemilihan komponen utama yang digunakan didasarkan pada akar ciri yang nilainya lebih besar dari 1 ( $\lambda_i > 1$ ). Idealnya, banyaknya komponen utama yang secara kumulatif telah dapat menerangkan sekitar 60 persen atau lebih variasi dalam data, khususnya untuk data sosial.

Langkah-langkah pengolahan dengan analisis komponen utama adalah sebagai berikut:

1. Penyusunan matriks data mentah hasil suksesif  $X$  ( $n \times p$ ). Tentukan banyaknya unit observasi ( $n$ ) serta banyaknya variabel pengamatan

- (p). Kemudian data mentah hasil suksesif yang diperoleh ini disusun dalam bentuk matriks data ber-orde  $n \times p$ .  $X = X(n \times p)$ , dimana  $X_{ij}$  adalah nilai pengamatan ke- $i$  pada variabel ke- $j$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, p$ .
2. Perhitungan nilai eigen, vektor eigen, proporsi variasi dan proporsi variansi kumulatif. Dari hasil perhitungan akan didapatkan nilai  $p$ , nilai eigen dan  $p$  vektor eigen. Nilai eigen (eigenvalue) dan vektor eigen dihitung berdasarkan persamaan (2.11). Eigen value atau nilai karakteristik menyatakan besarnya variansi yang dapat diwakili oleh komponen utama terhadap total variansi. Jumlah kumulatif persen variasi itu dinamakan sebagai kumulatif persen variasi.
  3. Hitung proporsi variansi tiap komponen utama serta variansi kumulatifnya.  $V_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{j=1}^p \lambda_j} \times 100\%$  = proporsi variansi tiap kelompok. Sedangkan persen variansi total adalah:  $\sum_{j=1}^p \lambda_j \times 100\% = \sum_{j=1}^p V_j$ .
  4. Ekstraksi Komponen Utama. Jumlah komponen utama yang akan digunakan didasarkan kepada kemampuan komponen utama tersebut untuk menerangkan informasi dari keseluruhan data. Ada beberapa kriteria untuk menentukan jumlah komponen utama yang harus diambil. Kriteria pertama adalah metoda yang berdasarkan nilai eigen minimum sama dengan satu. Komponen utama yang dipilih harus memiliki nilai-nilai eigen lebih besar atau sama dengan satu. Metoda ini diusulkan oleh Kaiser. Kriteria kedua adalah kriteria usulan dari Morisson yang berdasarkan kumulatif proporsi variansi. Jumlah komponen utama yang dipilih harus memiliki nilai kumulatif proporsi variansi lebih besar atau sama dengan 0,75 (75%). Namun hal di atas tidak berlaku mutlak. Dalam banyak penelitian terungkap bahwa penentuan kriteria pemilihan komponen utama ini lebih banyak bergantung pada peneliti, sesuai dengan asumsi yang dipakainya.
  5. Rotasi Komponen Utama. Tujuan dari rotasi komponen utama adalah untuk mendapatkan harga maksimum kontribusi masing-masing variabel terhadap setiap komponen utama. Komponen utama yang tidak dirotasikan akan menyulitkan dalam menentukan besarnya *loading*

dari masing-masing variabel terhadap setiap komponen utama. Karena faktor *loading* tersebut bervariasi mulai dari rendah, sedang sampai tinggi. Sedangkan pada matriks hasil rotasi akan lebih mudah dalam pengidentifikasiannya karena besarnya faktor *loading* akan menjadi lebih ekstrim, sangat besar atau sangat kecil. Bobot faktor menyatakan berapa besar kontribusi masing-masing variabel terhadap setiap komponen utama. Variabel yang mempunyai bobot faktor tinggi terhadap suatu komponen utama menunjukkan variabel tersebut mempunyai pengaruh berarti terhadap komponen utama tersebut. Berdasarkan nilai-nilai inilah dapat ditentukan variabel mana saja yang mengelompok pada komponen utama tersebut. Untuk membatasi banyaknya variabel yang muncul dalam setiap komponen utama maka dalam banyak penelitian biasanya digunakan kriteria bahwa nilai bobot faktor harus lebih besar 0,7.

6. Skor Komponen Utama. Tahap selanjutnya untuk mengetahui besarnya pengaruh dari masing-masing komponen utama adalah menentukan matriks skor komponen utama yang menyatakan besarnya pengaruh relatif setiap komponen utama terhadap unit-unit observasinya. Semakin besar nilai skor suatu komponen terhadap unit observasi menunjukkan semakin besar pula pengaruh komponen utama tersebut terhadap unit observasi tersebut. Nilai skor komponen utama negatif menyatakan arti yang sebaliknya.

Berikutnya kita melakukan penghitungan matrik korelasi dimana digunakan untuk melihat keeratan hubungan antara peubah yang satu dengan peubah yang lainnya, untuk itu dapat dilakukan dua cara yaitu:

- **Uji Bartlett**

Uji ini digunakan untuk melihat apakah matrik korelasi bukan merupakan matrik identitas. Dipakai bila sebagian besar dari koefisien korelasi kurang dari 0,5. Langkah-langkahnya adalah:

1. Hipotesis

$H_0$  : Matrik korelasi merupakan matrik identitas

$H_1$  : Matrik korelasi bukan merupakan matrik identitas

2. Statistik uji

$$\chi^2 = - \left[ (N-1) - \frac{(2p+5)}{6} \right] \ln |R|$$

$N$  = Jumlah observasi       $p$  = Jumlah peubah

$|R|$  = Determinan dari matrik korelasi

3. Keputusan

Uji Bartlett akan menolak  $H_0$  jika nilai

$$\chi^2_{obs} > \chi^2_{\alpha, p(p-1)/2}$$

- **Uji Kaiser Mayer Olkin (KMO)**

Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah metode sampling yang digunakan memenuhi syarat atau tidak. Uji KMO juga digunakan dalam analisis faktor dimana untuk mengetahui apakah data tersebut dapat dianalisis lebih lanjut atau tidak dengan analisis faktor. Rumusan uji KMO adalah:

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} a_{ij}^2}; i = 1, 2, \dots, p; j = 1, 2, \dots, p$$

Dimana:  $r_{ij}$  = Koefisien korelasi sederhana antara peubah  $i$  dan  $j$

$a_{ij}$  = Koefisien korelasi parsial antara peubah  $i$  dan  $j$

Penilaian uji KMO dari matrik antar peubah adalah sebagai berikut:

- a.  $0,9 < KMO \leq 1,00 \rightarrow$  data sangat baik untuk analisis faktor



- b.  $0,8 < KMO \leq 0,9$  → data baik untuk analisis faktor
- c.  $0,7 < KMO \leq 0,8$  → data agak baik untuk analisis faktor
- d.  $0,6 < KMO \leq 0,7$  → data lebih dari cukup untuk analisis faktor
- e.  $0,5 < KMO \leq 0,6$  → data cukup untuk analisis faktor
- f.  $KMO \leq 0,5$  → data tidak layak untuk analisis faktor

### 3.2.2. Analisis Faktor Konfirmatori (*Confirmatory Factor Analysis*)

Analisis faktor konfirmatori lebih dikenal dengan nama analisis faktor saja, yang merupakan suatu alat uji banyak variabel dimana untuk mengamati dan menganalisis suatu fenomena yang dapat dibuat suatu pola. Variabel-variabel yang banyak dan tidak terobservasi disebut sebagai faktor. Pada dasarnya model faktor ini adalah pendorong bagi pembentukan suatu argumentasi. Variabel-variabel yang terdapat dalam model itu akan di kelompokkan berdasarkan hubungan antar variabel tersebut.

**Faktor analisis** dapat dikatakan sebagai “**analisis komponen utama yang khusus**”. Keduanya dapat ditampilkan sebagai percobaan dari perkiraan *covariance matrix*  $\Sigma$ , tetapi model analisis faktor lebih rumit. Pertanyaan utama dari analisis faktor adalah bagaimana data tersebut dapat konsisten pada struktur model yang sudah ditentukan.

Dalam hal menganalisis sejumlah peubah akan dianalisis interkorelasi antar peubah untuk menetapkan apakah variasi yang tampak dalam peubah berasal atau berdasarkan sejumlah faktor dasar yang jumlahnya lebih sedikit dari variasi yang terdapat pada peubah-nya. Jadi analisis faktor mempunyai karakter khusus yaitu mampu untuk mengurai data. Jika terdapat korelasi dari suatu set data, maka analisis faktor akan memperlihatkan beberapa pola yang mendasari sehingga data yang ada dapat dirancang atau dikurangi menjadi set faktor atau komponen yang lebih kecil. Analisis faktor ini dikerjakan untuk memperoleh sejumlah kecil faktor yang mempunyai sifat-sifat antara lain (1) Mampu menerangkan keragaman data secara maksimum, (2) Terdapatnya kebebasan faktor, dan (3) Tiap faktor dapat diinterpretasikan dengan sejelas-jelasnya.

Model analisis faktor:

$$\begin{aligned}
X_1 - \mu_1 &= l_{11}F_1 + l_{12}F_2 + \dots + l_{1m}F_m + \varepsilon_1 \\
X_2 - \mu_2 &= l_{21}F_1 + l_{22}F_2 + \dots + l_{2m}F_m + \varepsilon_2 \\
&\cdot \quad \quad \cdot \\
&\cdot \quad \quad \cdot \\
X_p - \mu_p &= l_{p1}F_1 + l_{p2}F_2 + \dots + l_{pm}F_m + \varepsilon_m
\end{aligned}$$

Atau dalam notasi matriks:

$$\mathbf{X}_{px1} - \boldsymbol{\mu}_{px1} = \mathbf{L}_{pxm}\mathbf{F}_{mx1} + \boldsymbol{\varepsilon}_{px1}$$

Dimana:  $\mathbf{X}$  = vektor peubah asal

$\boldsymbol{\mu}$  = Vektor rata-rata peubah asal

$\mathbf{L}$  = Matriks penimbang

$\mathbf{F}$  = Vektor faktor bersama

$\boldsymbol{\varepsilon}$  = Vektor faktor spesifik

Model  $(\mathbf{X}-\boldsymbol{\mu}) = \mathbf{L}\mathbf{F} + \boldsymbol{\varepsilon}$  adalah linier dalam faktor bersama. Bagian dari Var ( $X_i$ ) yang dapat diterangkan oleh  $m$  faktor bersama disebut communality ke- $i$ . Sedangkan bagian dari Var ( $X_i$ ) karena faktor spesifik disebut varian spesifik ke- $i$ .

$$\sigma_{ii} = l_{i1}^2 + l_{i2}^2 + \dots + l_{im}^2 + \Psi_i = h_i^2 + \Psi_i$$

dimana:  $h_i^2$  = communality ke- $i$  dan  $\Psi_i$  = varian spesifik ke- $i$

Dalam praktek matrik ragam peragam  $\Sigma$  ditaksir dengan matrik ragam-peragam sampel  $S$  dan matrik korelasi  $R$ . Dalam hal ini paket program SPSS langsung menggunakan matrik korelasi  $R$  sebagai matrik ragam peragam dalam menghitung akar ciri dan vektor ciri maupun analisis faktornya.

Yang sulit dalam analisis faktor adalah interpretasi dari hasil analisis yang kita lakukan. Faktor penimbang awal yang diperoleh dari analisis sulit untuk diinterpretasikan sehingga biasanya dilakukan suatu rotasi sampai struktur yang

lebih sederhana diperoleh. Hal ini dilakukan dengan memanipulasi dengan cara merotasi matrik loading  $L$  dengan memakai metode rotasi tegak lurus varimax, yang menghasilkan matrik loading baru  $L^*$ .

$$L^*_{pxq} = L_{pxq} T_{qxq}$$

Dimana  $T$  adalah matrik transformasi yang dipilih sehingga  $TT' = T'T = 1$

Dari perumusan di atas terlihat jelas bahwa rotasi merupakan suatu upaya untuk menghasilkan faktor penimbang baru yang lebih mudah untuk diinterpretasikan dengan cara mengalikan faktor penimbang awal dengan suatu matrik transformasi yang bersifat ortogonal. Walaupun telah dirotasi, matrik kovarian (korelasi) tidak berubah karena  $LL' + \Psi = LTT'L' + \Psi = L^*L^{*'} + \Psi$ , selanjutnya varian spesifik  $\Psi_1$  dan communality  $h_i^2$  juga tidak berubah.

Rotasi faktor yang sering dipakai adalah rotasi yang ortogonal yaitu rotasi varimax. Rotasi ini merupakan rotasi yang membuat jumlah varian faktor loading dalam masing-masing faktor akan menjadi maksimum, dimana nantinya peubah asal hanya akan mempunyai korelasi yang tinggi dan kuat dengan faktor tertentu saja (korelasinya mendekati 1) dan tentunya memiliki korelasi yang lemah dengan faktor yang lainnya (korelasinya mendekati 0).



## **BAB IV**

### ***ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS***

#### **4.1. Pengertian**

AHP merupakan model pendukung keputusan untuk menyelesaikan masalah yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1970. *Output* dari AHP adalah pembobotan terhadap kriteria-kriteria yang digunakan dalam pengambilan keputusan. Konsep kerja AHP dengan menyederhanakan masing-masing kriteria yang ada menjadi sebuah hirarki. Hirarki dapat dikatakan sebagai alat mendasar dari pemikiran manusia. Dengan menggunakan hirarki masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan yang ada akan tampak lebih terstruktur dan sistematis. Dalam penyusunan hirarki dapat dibuat dengan menggambarkan atau menguraikan kasus ke dalam bagian elemen pokok, kemudian membaginya lagi ke bagian-bagiannya dan seterusnya (Yadav and Sharma, 2016).

AHP memungkinkan pengguna untuk memberikan nilai bobot relatif dari suatu kriteria majemuk atau alternatif majemuk terhadap suatu kriteria secara intuitif, yaitu dengan melakukan perbandingan berpasangan (Pramanik et al., 2017). Kemudian menentukan cara yang konsisten untuk mengubah perbandingan berpasangan, menjadi suatu himpunan bilangan yang mempresentasikan prioritas relatif dari setiap kriteria dan alternatif. Prinsip kerja AHP adalah menyederhanakan suatu persoalan kompleks yang tidak terstruktur, strategik, dan dinamik menjadi bagian-bagiannya, serta menata dalam suatu hierarki (Saaty, 1997). Metode ini memiliki keunggulan bagi pengambil keputusan dengan memberikan kesempatan untuk mempertimbangkan kepentingan setiap kriteria serta akibat bobot untuk menentukan bobot yang berbeda dari tiap kriteria sehingga terdapat kriteria yang mendominasi (Emrouznejad and Marra, 2017). Ada beberapa prinsip dasar dalam menyelesaikan persoalan dengan Metode AHP, yakni (Saaty, 1997):

1. Dekomposisi

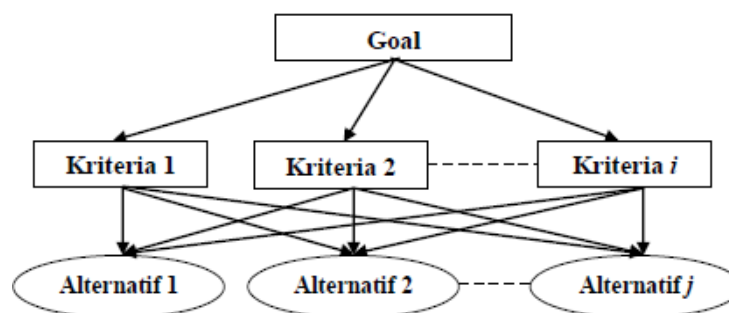
Prinsip ini merupakan tindakan memecah persoalan-persoalan yang utuh menjadi unsur-unsurnya. Jika ingin mendapat hasil yang akurat, pemecahan dilakukan terhadap unsur-unsurnya sampai tidak mungkin dilakukan

pemecahan yang lebih lanjut sehingga didapatkan beberapa tingkatan dari persoalan yang ada. Karena alasan ini, maka proses analisis ini dinamakan hirarki (*hierarchy*). Ada dua jenis hirarki, yaitu lengkap (*complete*) dan tidak lengkap (*incomplete*). Suatu hirarki disebut lengkap bila semua elemen pada suatu tingkat memiliki semua elemen pada tingkat berikutnya, jika tidak demikian, dinamakan hirarki tidak lengkap. Bentuk struktur decomposition yakni:

Tingkat pertama : Goal (Objektif/ Tujuan keputusan)

Tingkat kedua : Kriteria-kriteria

Tingkat ketiga : Alternatif-alternatif



Gambar 4.1 Hirarki keputusan dari AHP

Sumber: Saaty, 1997

Prinsip ini berarti membuat penilaian tentang kepentingan relatif dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan tingkat yang di atasnya. Penilaian ini merupakan inti dari metode AHP, karena ia akan berpengaruh terhadap prioritas elemen-elemen. Hasil dari penilaian ini disajikan dalam bentuk matriks yang disebut matriks *pairwise comparison* yaitu matriks perbandingan berpasangan yang memuat tingkat preferensi pengambil keputusan terhadap alternatif berdasarkan kriteria-kriteria yang ada. Skala yang digunakan untuk menyatakan tingkat preferensi adalah skala Saaty, di mana skala 1 menunjukkan tingkat “sama pentingnya”, skala 3 menunjukkan “moderat pentingnya”, skala 5 menunjukkan “kuat pentingnya”, skala 7 menunjukkan “sangat kuat pentingnya” dan skala 9 yang menunjukkan tingkat “ekstrim pentingnya”.

## 2. *Synthesis of Priority*

Setelah matriks *pairwise comparison* diperoleh, kemudian dicari eigen vektornya untuk mendapatkan *local priority*. Karena matriks *pairwise comparison* terdapat pada setiap tingkat maka untuk mendapatkan *global priority* dapat dilakukan dengan sintesa di antara *local priority*.

## 3. *Logical Consistency*

Konsistensi memiliki dua makna. Pertama adalah bahwa objek-objek yang serupa dapat dikelompokkan sesuai dengan keseragaman dan relevansinya. Kedua adalah tingkat hubungan antara objek-objek yang didasarkan pada kriteria tertentu.

Tabel 4.1 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan

Tingkat Kepentingan	Definisi
1	Sama pentingnya dibanding yang lain
3	Moderat pentingnya dibanding yang lain
5	Kuat pentingnya dibanding yang lain
7	Sangat kuat pentingnya dibanding yang lain
9	Ekstrem pentingnya dibanding yang lain
2,4,6,8	Nilai di antara dua penilaian yang berdekatan

*Sumber : Saaty, 1997*

## 4.2. Prosedur AHP

Prosedur atau langkah-langkah dalam metode AHP meliputi (Giustina et al., 2017):

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan, lalu menyusun hirarki dari permasalahan yang dihadapi. Penyusunan hirarki

adalah dengan menetapkan tujuan yang merupakan sasaran sistem secara keseluruhan pada level teratas.

2. Menentukan prioritas elemen
  - a. Langkah pertama dalam menentukan prioritas elemen adalah membuat perbandingan pasangan, yaitu membandingkan elemen secara berpasangan sesuai kriteria yang diberikan.
  - b. Matriks perbandingan berpasangan diisi menggunakan bilangan untuk mempresentasikan kepentingan relatif dari suatu elemen terhadap elemen yang lainnya. Skala perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 4.1.
3. Sintesis
 

Pertimbangan-pertimbangan terhadap perbandingan berpasangan disintesis untuk memperoleh keseluruhan prioritas. Hal-hal yang dilakukan dalam langkah ini adalah:

  - a. Menjumlahkan nilai-nilai dari setiap kolom pada matriks;
  - b. Membagi setiap nilai dari kolom dengan total kolom yang bersangkutan untuk memperoleh normalisasi matriks;
  - c. Menjumlahkan nilai-nilai dari setiap baris dan membaginya dengan jumlah elemen untuk mendapatkan nilai rata-rata.
4. Mengukur konsistensi dalam pembuatan keputusan, penting untuk mengetahui seberapa baik konsistensi yang ada karena kita tidak menginginkan keputusan berdasarkan pertimbangan dengan konsistensi yang rendah. Hal-hal yang dilakukan dalam langkah ini adalah:
  - a. Kalikan setiap nilai pada kolom pertama dengan prioritas relatif elemen pertama, nilai pada kolom kedua dengan prioritas relatif elemen kedua, dan seterusnya.
  - b. Jumlahkan setiap baris.
  - c. Hasil dari penjumlahan baris dibagi dengan elemen prioritas relatif yang bersangkutan.
  - d. Jumlahkan hasil bagi di atas dengan banyaknya elemen yang ada, hasilnya disebut  $\lambda$  maks.
5. Hitung Consistency Index (CI) dengan persamaa (4.1) (Saaty, 1997).



$$CI = \frac{(\lambda_{maks}-n)}{(n-1)} \dots\dots\dots (4.1)$$

dimana n = banyaknya elemen

6. Hitung Rasio Konsistensi/Consistency Ratio (CR) dengan persamaa (4.2) (Saaty, 1997).

$$CR = \frac{CI}{IR} \dots\dots\dots (4.2)$$

Dimana CR = Consistency Ratio

CI = Consistency Index

IR = Index Random Consistency

Tabel 4.2 *Index Random Consistency*

Ukuran Matriks	Nilai IR
1,2	0
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: Saaty, 1997

7. Memeriksa konsistensi hirarki. Jika nilainya lebih dari 10% maka penilai data judgment harus diperbaiki. Namun, jika rasio konsistensi (CI/IR) kurang atau sama dengan 0.1 maka hasil perhitungan bisa dinyatakan benar. Rata-rata geometrik bobot penilaian dari beberapa responden dalam suatu kelompok dirata-ratakan dengan rata-rata geometrik penilaian (*Geometric Mean*). Tujuannya adalah untuk mendapatkan suatu nilai tunggal yang mewakili sejumlah responden. Untuk menghitung rata-rata geometrik dengan persamaan (4.3) (Saaty, 1997).

$$G = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \dots x_n} \dots\dots\dots (4.3)$$

Dimana :

$G$  = Rata –rata Geometrik

$X_n$  = Penilaian ke 1,2,3...n

$n$  = Jumlah Penilaian Skala Penilaian

Pertanyaan-pertanyaan dari kuesioner yang merupakan instrumen variabel pada model AHP (*Analytical Hierarchy Process*) diukur dengan menggunakan skala penilaian hirarki dengan nilai skala pengukuran nominal.

### 4.3. Pengambilan keputusan dengan AHP

*Multi criteria decision making* (MCDM) adalah suatu metode pengambilan keutusan untuk mencapai alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan kriteria tertentu (Chatterjee and Kar, 2018). Metode ini dapat memecahkan permasalahan kuantitatif dan kuantitatif (Parvaneh and El-Sayegh, 2016). Ruang Lingkup *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM) adalah semua model dan teknik yang berhubungan dengan pengambilan keputusan multi tujuan (*Multiple Objectives Decision Making*, MODM) atau pengambilan keputusan multi atribut (*Multiple Attributes Decision Making*, MADM) (Büyükoçkan, & Göçer, 2018).

Pengambilan keputusan multi atribut adalah salah satu cara yang digunakan dalam mencari alternatif optimal dari sejumlah alternatif dengan kriteria-kriteria tertentu. Seringkali MADM dan MODM digunakan untuk menerangkan kelas atau kategori yang sama. MADM 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. Metode MADM merupakan metode yang sering digunakan dalam seleksi pemasok (Ghorabae et al., 2017). Terdapat beberapa metode dalam penyelesaian metode MADM sebagai berikut:

1. AHP (*Analytical Hierarchy Process*)
2. SAW (*Simple Additive Weighting*)
3. WP (*Weighted Product*)
4. ELECTRE (*Elimination Et Choix Traduisant la realitE*)

5. TOPSIS (*Technique for OrderPreference by Similarity to Ideal Solution*)
6. Dan lain-lain.

Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP), sebagai *tool* pengambilan keputusan, dengan sendirinya telah mensyaratkan prosedur tertentu yang harus ditempuh peneliti. AHP sesuai untuk memecahkan beragam masalah keputusan memilih (*choice decision*) yang memiliki karakteristik multi kriteria dan multi alternatif. Hal ini sesuai dengan masalah yang diangkat dalam penelitian ini. Terkait dengan syarat tersebut, maka langkah pertama adalah mengembangkan model pohon keputusan. Untuk membuat model dilakukan dua langkah yaitu (1) menentukan perbandingan berpasangan antar kriteria dan (2) menentukan alternatif-alternatif terbaik yang dalam hal ini adalah *supplier*. Dalam menentukan kriteria dan alternatif ini, diperoleh melalui proses diskusi dengan para pengambil keputusan beserta pemangku kepentingan yang ada di perusahaan serta melalui telaah literatur empiris.

Langkah-langkah dalam AHP tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Menyusun matrik kepentingan relatif tiap-tiap kriteria pada masing-masing alternatif.
- b) Menentukan bobot tiap-tiap kriteria pada masing-masing alternatif.
- c) Menyusun matrik kepentingan relatif antar kriteria.
- d) Menentukan bobot antar kriteria.
- e) Menghitung nilai masing-masing alternatif = Jumlah dari bobot antar kriteria kali bobot tiap-tiap kriteria pada masing-masing alternatif lokasi.
- f) Melakukan uji rasio konsistensi perbandingan antar alternatif. Rumus yang digunakan adalah  $RK = IK/IR$
- g)  $RK$  = Rasio konsistensi;  $IK$  = indeks konsistensi; dan  $IR$  = indeks random. Rasio konsistensi maksimal 10% sebagai *cut off* untuk menerima konsistensi dalam membuat perbandingan. Toleransi  $RK$  10% menunjukkan bahwa metode AHP tidak mensyaratkan adanya konsistensi mutlak (100%) dalam membuat perbandingan. Bilamana  $RK > 10\%$  maka akan dilakukan perbaikan ulang terhadap pemberian perbandingan antar kriteria.

- h) Keputusan ranking diurutkan dari nilai tertinggi sesuai dengan hasil yang diperoleh.



## BAB V

### INTEGRASI FA, AHP, DAN ARAS UNTUK MEMILIH PEMASOK

#### 5.1. Pemilihan kriteria dalam pemilihan pemasok

##### 5.1.1. Hasil identifikasi kriteria dalam pemilihan pemasok

Berdasarkan penelitian Dickson (1996), bahwa ada dua puluh satu kriteria yang menjadi pertimbangan oleh perusahaan dalam memilih *supplier*, sebagaimana tertera dalam Tabel 2.1. Dari kedupuluh satu kriteria tersebut, tentunya sebuah perusahaan bisa saja menggunakan beberapa kriteria diantaranya saja dan tidak menggunakan semua kriteria dengan pertimbangan tertentu. Dalam perkembangannya, banyak kriteria baru yang bermunculan dalam penelitian-penelitian setelahnya. Namun demikian, ada sebagian kriteria baru tersebut pada dasarnya pengembangan lebih lanjut atau merupakan bagian dari kriteria yang sudah disusun oleh Dickson (1996). Akan tetapi ada pula kriteria usulan yang belum masuk dalam kriteria yang sudah disusun oleh Dickson (1996) tersebut. Susunan kriteria yang sudah disusun oleh Dickson (1996) memiliki tiga jenis kriteria, yakni kriteria kuantitatif, kriteria kualitatif, dan kriteria yang sudah umum digunakan.

Jenis kriteria pertama yakni kuantitatif antara lain adalah *Desire for business* atau motivasi, *Amount of past business* atau jumlah perusahaan yang dipasok pemasok, *Communication system* atau *relationship*, *Performance History* atau *experience*, *Reputation and position in industry*, dan Rekomendasi atau penghargaan atau *business reference* serta *Technical capability* atau kemampuan teknis. Kriteria motivasi atau keinginan untuk bisnis masuk dalam kuantitatif karena dapat diukur dari seberapa banyak item motivasi tersebut. Demikian pula dengan kriteria komunikasi atau hubungan. Kriteria ini dimasukkan kuantitatif karena dapat dihitung seberapa banyak perusahaan yang sudah menjalin hubungan dengan *supplier*. Cara kuantifikasi lain adalah juga bisa dilihat dari seberapa lama komunikasi atau hubungan yang terbentuk antara perusahaan dengan *supplier* terjadi.

*Performance History* atau *experience* hampir mirip dengan kriteria yang sudah dijelaskan sebelumnya, hanya saja bedanya adalah untuk kriteria ini melihatnya dari lama waktu *supplier* berdiri untuk menyuplai produk kepada

perusahaan lain. Kriteria ini mungkin akan linier dengan kriteria reputasi, karena semakin berpengalaman *supplier* itu, maka akan reputasinya akan meningkat. Meskipun hal ini tidak selalu terjadi, namun yang jelas bahwa kriteria ini dapat diukur dari peringkat *supplier* sebagai hasil dari evaluasi perusahaan atau penilaian oleh lembaga eksternal yang dipublikasi maupun tidak. Sedangkan kriteria *Technical capability* atau kemampuan teknis adalah seberapa besar kemampuan *supplier* dalam menyuplai produk atau barang ataupun bahan baku kepada perusahaan. Meskipun dalam rentang waktu sejak berdirinya *supplier* tersebut memiliki kemampuan yang berbeda-beda sesuai dengan kriteria *performance history* atau *experience*, namun yang sering dipertimbangkan adalah kapasitas produksi di akhir tahun atau disaat akan dievaluasi oleh perusahaan pengguna. Selain itu juga bisa dipergunakan kapasitas produksi rata-rata selama *supplier* beroperasi dan ini sebenarnya masuk dalam kriteria *performance history* atau *experience*. Oleh karena itu, kriteria ini sangat erat pula dengan kriteria *performance history* atau *experience*.

Jenis kriteria kedua yakni kualitatif antara lain adalah *Impression* atau *advertisement based on customers' opinions* atau *opinions from other parties*, *Operation Controls*, *Reciprocal Arrangements* atau fleksibilitas, *Attitude* atau punya itikad baik dan berkomitmen (*organisation culture*), dan.

### 5.1.2. Hasil identifikasi kriteria kuantitatif dari literatur

Salah satu kriteria utama (*main criteria*) yang digunakan oleh Wu et al. (2016) dalam penelitian mereka tentang pemilihan pemasok adalah kriteria pelayanan (*service*). Dalam kriteria utama tersebut terdapat tiga kriteria, dimana salah satunya adalah kriteria keinginan untuk berbisnis (*desire for business*). Keinginan untuk berbisnis (*desire for business*) mencerminkan motivasi pemasok (*reflects supplier's motivation*) untuk masuk kedalam (*to enter into*) dan mengembangkan hubungan jangka panjang (*and foster a long-term relationship*) dengan perusahaan pengguna (*with the company*) (Wu et al., 2016). Jadi, sebenarnya kriteria motivasi sudah digunakan oleh Wu et al. (2016), karena dianggap sama dengan kriteria keinginan untuk berbisnis. Penelitian Rezaei et al. (2014) juga menggunakan kriteria keinginan untuk berbisnis (*desire for business*),

namun dimasukkan sebagai sub kriteria dari kriteria *relationship*. Penelitian dari [De-Araujo et al. \(2015\)](#) tentang pemilihan pemasok menggunakan kriteria keinginan untuk melakukan kesepakatan bisnis (*desire to enter business deals*). Kriteria ini adalah untuk mengukur seberapa besar keinginan pemasok untuk siap bernegosiasi tentang harga, delivery, aspek kualitas, dan lain-lain ([De-Araujo et al., 2015](#)). Dari definisi ini, maka sebenarnya kriteria keinginan untuk melakukan kesepakatan bisnis (*desire to enter business deals*) juga sama dengan kriteria motivasi. Karena, kriteria keinginan untuk melakukan kesepakatan bisnis (*desire to enter business deals*) mengukur seberapa tinggi atau kuat keinginan dari pemasok untuk memenangkan kesepakatan bisnis dengan perusahaan pengguna. Dan hal ini adalah berarti pemasok tersebut memiliki motivasi yang sangat tinggi atau tidak.

[Kar dan Pani \(2014\)](#) hanya menggunakan tiga kriteria saja dalam penelitiannya tentang pemilihan pemasok, yakni kriteria reputasi (*supplier's reputation*), kriteria catatan bisnis di masa lampau (*past business records*), dan kriteria sertifikat/penghargaan dan standarisasi (*certification and standards*). Kriteria catatan bisnis di masa lampau (*past business records*) dapat saja berupa berapa banyak kerjasama bisnis memasok bahan baku kepada perusahaan pengguna lain, berapa lama kerjasama bisnis tersebut berjalan, bagaimana kinerja *delivery* selama kerjasama memasok bahan baku kepada perusahaan pengguna yang lain tersebut, dan lain-lain. Kriteria sertifikat/penghargaan dan standarisasi (*certification and standards*) mungkin saja terdiri dari penghargaan apa saja dari pihak luar, baik yang berasal dari lembaga penyelenggaran standarisasi produk dan proses produksi serta lingkungan kerja maupun standarisasi yang lain, maupun penghargaan dari perusahaan yang menggunakan sebelumnya. Sehingga bentuk penghargaan dari perusahaan pengguna lain yang sebelumnya melakukan kerjasama dengan pemasok tersebut dinamakan sebagai referensi (*reference*).

Penggunaan kriteria referensi (*reference*) sudah banyak dilakukan dalam penelitian pemilihan pemasok, antara lain [Önüt et al. \(2009\)](#) dan [Kara \(2011\)](#). [Mohanty dan Gahan \(2011\)](#) menggunakan kriteria *business reference* (referensi bisnis) dalam pemilihan pemasok, yang didalam kriteria tersebut dimasukkan sub kriteria *certificate from outside* (sertifikat/penghargaan dari pihak luar). Hal ini menunjukkan bahwa penghargaan dari pihak luar juga merupakan salah satu bagian



dari kriteria adanya referensi dari pihak ketiga atau rekomendasi dari perusahaan lain. Sedangkan penelitian [Kaur et al. \(2010\)](#) dan [Datta et al. \(2013\)](#) menjadikan kriteria *business reference* (referensi bisnis) sebagai sub kriteria *reputation* (reputasi). Di penelitian [Kaur et al. \(2010\)](#) itu pula disebutkan bahwa dalam kriteria reputasi dimasukkan juga sub kriteria *dependability* (ketergantungan) dan *trust* (kepercayaan). Jadi tingkat kebergantungan (*dependability*) satu pemasok (*supplier*) terhadap perusahaan pengguna berpengaruh terhadap peningkatan untuk mendapatkan kepercayaan (*trust*) dari perusahaan pengguna. Apabila perusahaan pengguna memberikan kontrak kerjasama dengan pemasok (*supplier*) untuk memasok bahan baku kepada perusahaan pengguna dengan jumlah banyak maka pemasok tersebut akan melakukan upaya meningkatkan *trust* (kepercayaan) bagi perusahaan pengguna, agar selalu dipakai secara permanen. Karena kontrak kerjasama ini dianggap sangat penting bagi pemasok karena keuntungan yang diperoleh adalah banyak. Dengan demikian, maka pemasok merasa ada ketergantungan (*dependability*) terhadap perusahaan pengguna dikarenakan keuntungan yang besar tersebut.

Berbeda jika pemasok mendapatkan kontrak kerjasama dengan perusahaan pengguna untuk memasok bahan baku kepada perusahaan pengguna dengan jumlah sedikit maka pemasok tersebut belum tentu melakukan upaya meningkatkan *trust* (kepercayaan) bagi perusahaan pengguna, karena keuntungan yang diperoleh pemasok (*supplier*) hanya sedikit, sehingga pemasok menganggap kerjasama itu hanya pelengkap bisnisnya saja dan walaupun tidak dipakai lagi secara permanen juga tidak apa-apa. Dengan demikian, maka pemasok memiliki tingkat ketergantungan (*dependability*) terhadap perusahaan pengguna sangat minim dikarenakan keuntungan yang sedikit tersebut.

Kriteria utama atau *main criteria* reputasi (*reputation*) menunjukkan sejarah kinerja pemasok (*shows supplier's performance history*) yang didasarkan pada pengalamannya (*which is based on its own experiences*) dan pendapat dari pihak lain (*opinions from other parties*) ([Wu et al., 2016](#)). Sedangkan kita tahu bahwa sejarah kinerja pemasok antara lain adalah catatan bisnis di masa lampau (*past business records*) itu sendiri, seperti yang digunakan dalam penelitian [Kar dan Pani](#)

(2014). Dan ini dapat saja berupa berapa banyak kerjasama bisnis memasok bahan baku kepada perusahaan pengguna lain, berapa lama kerjasama bisnis tersebut berjalan, bagaimana kinerja *delivery* selama kerjasama memasok bahan baku kepada perusahaan pengguna yang lain tersebut, dan lain-lain. Adapun pendapat dari pihak lain (*opinions from other parties*) mungkin juga akan diwujudkan dalam bentuk penghargaan/sertifikat serta referensi bisnis, seperti yang ada dalam penelitian [Önüt et al. \(2009\)](#), [Kara \(2011\)](#), [Mohanty dan Gahan \(2011\)](#), dan [Kaur et al. \(2010\)](#).

Dengan menjadikan reputasi sebagai *main criteria* (kriteria utama), kemudian dari kriteria utama reputasi ini kemudian melahirkan kriteria *trust* (kepercayaan), tingkat ketergantungan (*dependability*), dan *business reference* (referensi bisnis), maka itu berarti bahwa ketiga kriteria penyusun itu adalah pendukung terwujudnya penilaian terhadap reputasi pemasok ([Kaur et al., 2010](#)). Demikian pula kriteria *certificate from outside* (sertifikat dari pihak luar) juga pendukung bagi tingkat reputasi pemasok, karena kriteria ini dimasukkan menjadi sub kriteria bagi kriteria *business reference* (referensi bisnis) ([Mohanty dan Gahan, 2011](#)). Kriteria sertifikat dari pihak luar (penghargaan pihak luar) disejajarkan oleh [Eshtehardian et al \(2013\)](#) bersama dengan kriteria *cooperation experience with manufacturer* (pengalaman kerjasama dengan perusahaan pembuat), namun dengan menggunakan nama kriteria *International certification* (sertifikasi internasional). Hal ini menunjukkan bahwa pengalaman kerjasama dengan perusahaan pembuat maupun perusahaan pengguna yang lain juga memiliki peran dalam mewujudkan reputasi pemasok. Tentunya ini masuk akal, karena semakin banyak perusahaan pengguna lain yang bekerjasama dengan suatu pemasok, maka pemasok tersebut tentunya sudah memiliki reputasi di dunia bisnis yang sedang diperankannya.

Dalam penelitian [Dalalah et al. \(2011\)](#), kriteria penghargaan tidak harus *international certification* (sertifikasi internasional) namun bisa juga regional (*regional certification*). Demikian pula [Dalalah et al. \(2011\)](#) juga menggunakan kriteria *cooperation experience with other company* (pengalaman kerjasama dengan perusahaan lain), namun menggunakan istilah kriteria banyaknya pelanggannya yang bekerjasama dengan pemasok untuk bisnis yang sama (*major customers with the same business*). Jadi dalam penelitian tersebut tetap mengakui

adanya kriteria pengalaman kerjasama dengan perusahaan pengguna lain (baik mengenai lama kerjasama dan banyaknya perusahaan yang telah diajak kerjasama), namun untuk jenis bisnis yang sama dengan calon perusahaan pengguna yang akan memilih tersebut. Penamaan lain bagi kriteria *cooperation experience with other company* (pengalaman kerjasama dengan perusahaan lain) juga dilakukan oleh [Bruno et al. \(2012; 2016\)](#), yakni dengan nama kriteria kerjasama dengan perusahaan besar (*relationships with large enterprises*). Kriteria ini dipakai untuk membatasi jenis perusahaan yang pernah kerjasama dengan pemasok, meskipun tidak sejenis dengan bisnis yang sedang akan diadakan kerjasama dengan calon perusahaan pengguna. Di dalam kriteria ini pula bisa dikembangkan dengan berapa lama melakukan kerjasama tersebut. Karena dengan melihat lama kerjasama tersebut akan dilihat seberapa baik pemasok itu dalam menjalin kerjasama jangka panjang (*longterm relationship*) seperti pada penelitian [Punniyamoorthy et al. \(2011; 2012\)](#) dan [Thakur dan Anbanandam \(2015\)](#).

Batasan kerjasama yang dilakukan oleh pemasok dengan perusahaan pengguna bagi kriteria dalam pemilihan pemasok juga dilakukan oleh [Wood \(2016\)](#). [Wood \(2016\)](#) membagi kerjasama tersebut menjadi dua, yakni kerjasama yang dilakukan dengan perusahaan pengguna tingkat regional dan kerjasama yang dilakukan dengan perusahaan pengguna tingkat internasional. Keduanya dijadikan sebagai kriteria, sehingga tentunya dalam penilaian pemasok akan memiliki *score* kriteria yang berbeda pula. Kriteria yang pertama bernama *previous local experience* dan kriteria kedua bernama *previous global experience*. Ada lagi satu penelitian yang menggunakan kriteria *cooperation experience with other company* (pengalaman kerjasama dengan perusahaan lain) namun dengan membatasi pada kerjasama yang dilakukan saat sekarang saja, yakni [Rezaei et al. \(2014\)](#). Penelitian [Rezaei et al. \(2014\)](#) menggunakan nama kriteria *existing relationship* (kondisi hubungan yang sekarang berjalan), dan dimasukkan sebagai sub kriteria dari kriteria *relationship*.

Penelitian yang menggunakan kriteria *cooperation experience with other company* (pengalaman kerjasama dengan perusahaan lain) tanpa membatasi jenis bisnisnya maupun seberapa besar perusahaan yang diajak kerjasama bisnis adalah

Chen (2011) dan Chen dan Chao (2012). Untuk itu, mereka menggunakan nama kriterianya menjadi *business relationship* (relasi bisnis) saja. Namun Junior et al. (2014) lebih cenderung menggunakan nama kriteria *supplier relationship* (relasi pemasok), sedangkan Karsak dan Dursun (2014; 2015) menggunakan nama kriteria relasi bisnis sebelumnya (*earlier business relationship*). Dengan menggunakan nama kriteria relasi bisnis atau kriteria relasi pemasok, maka sudah tidak ada lagi batasan apapun dalam menjalin kerjasama antara pemasok dengan perusahaan pengguna yang lain. Karena kriteria adalah berhubungan dengan tingkat kerjasama (*related to the degree of cooperation*) antara pemasok dengan perusahaan pengguna dan tingkat kepercayaan dalam hubungan antara pembeli dan pemasok (*degree of trust in the buyer-supplier relationship*) (Junior et al., 2014).

Sedangkan pada penelitian Singh (2014) tentang pemilihan pemasok, lebih fokus pada berapa banyaknya bisnis atau bekerja sama dengan perusahaan pengguna lain yang telah dilakukan oleh pemasok, yakni dengan menggunakan kriteria jumlah bisnis lama (*amount of past business*) tanpa melihat batasan besar kecilnya perusahaan pengguna maupun jenis bisnisnya. Demikian pula dengan Polat (2015), namun karena penelitian Polat (2015) adalah memilih pemasok kontraktor, maka kriterianya bernama jumlah proyek yang pernah selesai dikerjakan (*number of completed projects*). Namun, maksud dari kriteria tersebut adalah sama dengan penamaan kriteria jumlah bisnis lama (*amount of past business*). Adapun tentang lamanya kerjasama pemasok kontraktor tersebut dengan perusahaan pengguna di industri konstruksi, maka oleh Polat (2015) dihitung secara kumulatif. Sehingga nama kriterianya menjadi pengalaman pemasok (*experience of the company*) di industri konstruksi (*in the construction industry*).

Kannan dan Tan (2003) menggunakan kriteria penghargaan pihak luar dengan nama kriteria sertifikat/penghargaan yang ada dan dokumentasi bentuk lain (*presence of certification or other documentation*). Penggunaan tambahan kalimat “atau dokumentasi lain” (*or other documentation*) tersebut dimaksudkan bahwa kadangkala penghargaan dari pihak luar hanya dalam bentuk piala penghargaan dengan tidak dalam sebuah kertas sertifikat penghargaan, sehingga perlu pengakuan juga bila tidak dalam bentuk sertifikat penghargaan meskipun hal tersebut adalah jarang. Demikian pula termasuk bentuk lain penghargaan yang bukan dalam bentuk

sebuah kertas penghargaan juga harus diakui dan dimasukkan dalam penilaian untuk kriteria penghargaan dari pihak luar.

Namun pada penelitian [Yücenur et al \(2011\)](#), kriteria *business reference* (referensi bisnis) tidak dibawah *main criteria* (kriteria utama) reputasi tetapi masuk dalam *main criteria* (kriteria utama) *experience* (pengalaman). Karena menurut [Yücenur et al \(2011\)](#), bahwa pengalaman adalah keterangan sejarah dari pemasok (*the history of the supplier*) yang ada kemungkinan akan mempengaruhi (*probably may affect*) kinerja masa depan pemasok tersebut (*his future performance*). Sehingga, perusahaan pengguna akan menganalisis pengalaman pemasok itu (*to analyze supplier's experiences*) seperti referensi bisnis (*business references*) yang dimiliki pemasok dan bagaimana sejarah pemasok dalam mengirimkan bahan baku dengan tepat waktu (*on-time delivering*) kepada perusahaan pengguna. Sedangkan kriteria utama reputasi, menurut [Yücenur et al \(2011\)](#), adalah tidak ditunjukkan dengan adanya referensi dari pihak luar atau sertifikat dan penghargaan yang dimiliki, namun reputasi perusahaan (*the reputation of the companies*) dapat ditunjukkan oleh kepuasan dan ketidakpuasan pelanggan atau perusahaan pengguna (*can be occurred with customers' satisfactions and dissatisfactions*). Jadi, perusahaan pengguna akan bekerjasama dengan pemasok (*want to work with a supplier*) yang memiliki reputasi yang baik (*who has a good reputation*) ([Yücenur et al, 2011](#)). Oleh sebab itu, reputasi mirip dengan iklan yang didasarkan pada opini pelanggan atau perusahaan pengguna (*advertisement based on customers' opinions*) ([Yücenur et al, 2011](#)).

[Hsu et al. \(2006\)](#) menempatkan kriteria hubungan masa lampau dengan sekarang dengan pemasok (*past and current relationship with supplier*) sejajar dengan kriteria reputasi. Kriteria hubungan masa lampau dengan sekarang dengan pemasok (*past and current relationship with supplier*) dimaksudkan kepada pertanyaan apakah perusahaan pengguna dalam proses memilih atau mengevaluasi pemasok tersebut, memiliki hubungan di masa lampau dan di masa sekarang dengan pemasok itu atau tidak. Namun, kriteria ini bisa juga dipakai untuk dimaksudkan kepada pertanyaan apakah pemasok tersebut, memiliki hubungan di masa lampau dan di masa sekarang dengan perusahaan pengguna lain atau atau

tidak. Dengan demikian, maka nama kriteria yang sepadan adalah kriteria hubungan masa lampau dengan sekarang dengan perusahaan pengguna lain (*past and current relationship with other customer*).

Penelitian pemilihan pemasok dari [Rezaei et al. \(2014\)](#) menggunakan nama kriteria usaha menjaga kerjasama dengan perusahaan lain dengan menggunakan kata lain, yakni komitmen untuk terus menerus diperbaiki (*commitment to continuous improvement*), dan kriteria ini dimasukkan sebagai sub kriteria dari kriteria *relationship*. Sehingga penelitian [Rezaei et al. \(2014\)](#) memberikan maksud bahwa perbaikan terus menerus disini adalah untuk melihat berbagai usaha apa saja yang dilakukan pemasok agar dapat meningkatkan kerjasama sehingga dapat berjalan terus menerus atau berkelanjutan. Bahkan, ada satu lagi penelitian tentang pemilihan pemasok yang lebih sangat spesifik dalam penamaan kriterianya, yakni penelitian dari [Shemsadi et al. \(2011\)](#). [Shemsadi et al. \(2011\)](#) menggunakan lima kriteria sebagai dasar dalam memilih pemasok, salah satunya adalah kriteria usaha membangun kerjasama (*effort to establish cooperation*). Nama kriteria ini lebih jelas pada penilaian terhadap usaha apa saja yang akan dilakukan atau yang telah dilakukan pemasok dalam membangun kerjasama dengan perusahaan pengguna.

Dalam masalah kriteria usaha menjaga kerjasama dengan perusahaan lain, [Kannan and Tan \(2003\)](#) membagi kriteria tersebut menjadi beberapa kriteria dan sudah langsung menyebutkan wujud usaha tersebut dalam bentuk teknis usahanya seperti apa saja. Sehingga terkesan semua kriteria tersebut adalah sebenarnya sub kriteria dari kriteria usaha menjaga kerjasama dengan perusahaan lain. Karena kalau dipakai menjadi sebuah kriteria, maka tampak sangat sempit sekali. Kriteria-kriteria tersebut adalah kriteria bersedia berpartisipasi untuk pengembangan produk baru bagi perusahaan pengguna dan analisis nilainya (*willingness to participate in the firm's new product development and value analysis*), kriteria bersedia untuk mengganti produk dan layanannya untuk memenuhi perubahan permintaan dari perusahaan pengguna (*willingness to change their products and services to meet the firm changing needs*), dan kriteria bersedia membagi informasi yang sifatnya sangat sensitif jika diketahui/sangat rahasia (*willingness to share sensitive information*). Informasi yang sifatnya sangat sensitif tersebut antara lain adalah

berkaitan dengan finansial, produksi, riset dan pengembangan produk (R&D) (Punniyamooty et al., 2011; 2012).

Punniyamooty et al. (2011; 2012) menempatkan kriteria bersedia membagi informasi sensitif (*willingness to share sensitive information*) masuk dalam kriteria *relationship* bersama dengan kriteria (1) kerjasama yang panjang (*longterm relationship*), (2) tingkat kepercayaan dan pengetahuan (*level of trust and understanding*), dan (3) basis pelanggan atau perusahaan pengguna (*supplier's customer base*). Hal ini menunjukkan bahwa apabila dalam pemilihan pemasok tersebut ingin diperoleh pemasok yang terbaik untuk jangka panjang, maka diperlukan kepercayaan dan saling mengerti, sehingga diperlukan usaha-usaha dari pemasok untuk supaya terjaga kepercayaan dari perusahaan pengguna, dimana cara-cara atau usaha-usaha yang ditempuh oleh pemasok adalah seperti di atas, yakni (1) bersedia berpartisipasi untuk pengembangan produk baru bagi perusahaan pengguna dan analisi nilainya, (2) bersedia untuk mengganti produk dan layanannya untuk memenuhi perubahan permintaan dari perusahaan pengguna, (3) bersedia membagi informasi yang sifatnya sangat sensitif jika diketahui/sangat rahasia, dan lain-lain. Kriteria kerjasama yang panjang (*longterm relationship*) juga digunakan dalam penelitian tentang pemilihan pemasok oleh Thakur dan Anbanandam (2015) bersama kriteria umum lainnya seperti harga, kualitas, *service*, dan lain-lain. Adapun untuk keterbukaan dari pemasok dalam informasi data, maka Keskin et al. (2014) menggunakan kriteria “*information sharing*” (berbagi informasi) masuk bersama kriteria “*trust*” (kepercayaan).

Freeman dan Chen (2015) menggunakan dua kriteria yang semuanya adalah bagian dari *delivery*, yakni kriteria rata-rata pengiriman sesuai pada waktunya (*on-time delivery rate*) dan kriteria rata-rata jumlah pengiriman sesuai pada waktunya (*on-time delivery quantity rate*). Kedua kriteria tersebut dimasukkan oleh Freeman dan Chen (2015) dalam satu kriteria kelas utama (*first class criteria*) bernama kriteria jadwal pengiriman (*delivery schedule*) bersama dengan dua kriteria yang lainnya. Meskipun begitu, ada juga yang menggunakan kata lain, seperti kriteria pengiriman sesuai pada waktunya (*on time delivery*) (Erginel dan Gencer, 2017; Rezaeisaray dan Damghani, 2016; Jain et al., 2018), kriteria sesuai pada waktu

pengiriman (*delivery on time*) (Sang dan Liu, 2015), kriteria waktu pengiriman (*delivery time*) (Zak, 2015; Polat dan Eray, 2015; Bruno et al., 2016), kriteria kinerja pengiriman sesuai pada waktunya (*on time delivery performance*) (Han et al., 2015), kriteria pengiriman tepat waktu (*just in time delivery*) (Mohammadi et al., 2017), kriteria waktu tunggu (*lead time*) (Hosseini dan Al-Khaled, 2018), kriteria rata-rata pengiriman sesuai waktu (*rate of delivery in time*) (Wu et al., 2016), kriteria pelayanan dan pengiriman (*service and delivery*) (Dargi et al., 2015; Galankashi et al., 2016), kriteria kinerja pengiriman (*delivery performance*) (Liao et al., 2015), kriteria waktu penundaan/keterlambatan (*delay time*) (Ashtana dan Gupta, 2015), kriteria prosentase pengiriman yang tertunda/terlambat (*percentage of delay delivery*) (Paul, 2015), kriteria keterlambatan pengiriman produk (*product late delivery*) (You et al., 2015), kriteria *service* yang meliputi sub kriteria pengiriman sesuai waktu (*on time delivery*) (Baneian et al., 2018).

Dalam penelitian Bafrooei et al. (2014) kriteria “*supplier constraint*” (batasan pemasok) memiliki sub kriteria *supplier’s capacity limit* (keterbatasan kapasitas) dan *supplier’s capability limit* (keterbatasan pemasok). Kesemua sub kriteria ini masuk dalam kriteria *technical capability*. Penelitian lain yang menggunakan kriteria yang sejenis dengan kriteria tersebut adalah Junior et al. (2014), dan Keskin et al. (2014).

Tabel 5.1. Hasil identifikasi kriteria kuantitatif dari literatur

No	Kriteria	Literatur
1	<i>Desire for business</i> atau motivasi	Wu et al. (2016), Rezaei et al. (2014), dan De-Araujo et al. (2015)
2	<i>Amount of past business</i> atau jumlah perusahaan yang dipasok pemasok	Kar dan Pani (2014), Eshtehardian et al (2013), Dalalah et al. (2011), Bruno et al. (2012; 2016), Singh (2014), Polat (2015), dan Junior et al. (2014), Karsak dan Dursun (2014; 2015).



3	<i>Communication system</i> atau <i>relationship</i>	Rezaei et al. (2014), Shemsadi et al. (2011), Kannan and Tan (2003), Punniyamoorthy et al. (2011; 2012), dan Thakur dan Anbanandam (2015), Bruno et al. (2012; 2016), Junior et al. (2014). Wu et al. (2016), Keskin et al. (2014).
---	--	---

Tabel 5.1. Hasil identifikasi kriteria kuantitatif dari literatur (lanjutan)

No	Kriteria	Literatur
4	<i>Delivery</i> atau layanan pengiriman	Karsak dan Dursun (2015; 2016), Hashemi et al. (2015), Nia et al. (2016), Luzon dan El-Sayegh (2016), Fallahpour et al. (2017), Pandey et al. (2017), Luthra et al. (2017), Darabi dan Heydari (2016), Yadav dan Sharma (2016), Heidarzade et al. (2016), Yadav and Sharma (2016), dan Dweiri et al. (2016).
5	<i>Performance History</i> atau <i>experience</i>	Yücenur et al. (2011), Kannan dan Tan (2003), Kar dan Pani (2014), Mohanty dan Gahan (2011), Wu et al. (2016), Eshtehardian et al (2013), Dalalah et al. (2011), Polat (2015), Karsak dan Dursun (2014; 2015), Junior et al. (2014).
6	<i>Reputation and position in industry</i>	Yücenur et al. (2011), Kar dan Pani (2014), Wu et al. (2016), Hsu et al. (2006), Kaur et al. (2010)
7	<i>Impression</i> yang bisa dalam bentuk Rekomendasi atau	Önüt et al. (2009), Kara (2011), Kaur et al. (2010) dan Datta et al. (2013), Kar dan Pani (2014), Mohanty dan Gahan,

	penghargaan atau <i>business reference (C7)</i>	2011, Yücenur et al. (2011), Dalalah et al. (2011)
8	<i>Technical capability</i> atau kemampuan teknis	Bafrooei et al. (2014), Junior et al. (2014), dan Keskin et al. (2014).

### 5.1.3. Hasil identifikasi kriteria kualitatif dari literatur

Ada satu kriteria kuantitatif namun bisa juga kualitatif karena masuk dalam komponen faktor itikad baik dimana kriteria-kriteria pendukungnya pun juga bersifat kualitatif. Kriteria tersebut adalah “*impression*”, meskipun kriteria ini bisa diwujudkan dalam sebuah sertifikat yang kemudian bisa juga berkebang menjadi surat rekomendasi dan pengakuan dari pihak luar. Namun bisa juga kriteria “*impression*” ini berupa *advertisement based on customers’ opinions* atau *opinions from other parties*. Kriteria *impression* dari pemasok sangat sulit untuk diukur manakala pemasok tersebut belum pernah memasok bahan baku kepada perusahaan pengguna. Karena, ukuran besar dan kecilnya *impression* hanya dapat dirasakan dampaknya oleh perusahaan pengguna jika pemasok tersebut melakukan kerjasama dengan perusahaan pengguna. Seberapa besar *impression* pemasok dalam memenuhi janji selama menjadi mitra dengan perusahaan, merupakan bukti bahwa pemasok tersebut memiliki itikad baik.

Adapun sub-kriteria yang menjadi penyusun dalam kriteria “*impression*” adalah bersedia menjaga kualitas barang, bersedia memenuhi jumlah permintaan, dan bersedia tepat waktu dalam pengiriman barang. Ketiga kriteria penyusun komponen kriteria utama “*impression*” ini dapat dirasakan dampaknya oleh perusahaan pengguna, manakala pemasok sudah bekerjasama dengan perusahaan pengguna. Pemasok yang bertanggungjawab tentunya akan senantiasa menjaga kualitas barang agar tidak mengecewakan perusahaan. Pemasok yang ber-*impression* tinggi tentunya akan memperhatikan ketepatan dalam jumlah barang yang dikirimkan kepada perusahaan. Pemasok yang bertanggungjawab adalah akan selalu tepat waktu dalam mengirimkan barang dan tidak pernah terlambat. Ketiga kriteria penyusun komponen kriteria utama “*impression*” ini oleh Eshtehardian et al. (2013) dijadikan sebagai kriteria *cooperation experience with company* (pengalaman bekerjasama dengan perusahaan). Dan memang pada ketiga

komponen kriteria tersebut diataslah yang hanya dapat dirasakan dampaknya setelah menjadi pemasok bagi perusahaan pengguna, sehingga dijadikan kriteria pengalaman kerjasama. Pengalaman tersebut dijadikan sebagai kriteria dalam pemilihan pemasok karena sejarah pemasok (*supplier's history*) memiliki kemungkinan berpengaruh (*probably may affect*) terhadap kinerjanya untuk di masa mendatang (*his future performance*) (Yücenur et al., 2011).

Sebenarnya kriteria “*impression*” beserta sub kriterianya ini sudah digunakan oleh beberapa literatur, namun kadangkala dengan kalimat yang berbeda tetapi memiliki maksud yang sama. Wu et al. (2016) dalam penelitian mereka tentang pemilihan pemasok, menekankan adanya kriteria *ability of disruption management* (berkemampuan mengatur gangguan). Manajemen gangguan ini dimaksudkan oleh Wu et al. (2016) bahwa pemasok harus memiliki kemampuan untuk menahan ketidakpastian dan risiko yang dapat menyebabkan gangguan. Harus ada proses perencanaan operasi bagi pemasok untuk mengidentifikasi dan bereaksi terhadap sumber gangguan. Ini adalah wujud tanggung jawab dalam arti umum yang mencerminkan kewajiban kepada perusahaan pengguna yang terkena dampak oleh pemasok. Ini adalah berkontribusi pada kredibilitas pemasok, dan dapat berfungsi sebagai pendukung hubungan bisnis yang amanah antara pemasok dengan perusahaan pengguna.

Hal tersebut adalah karena gangguan yang berdampak pada kualitas, maka pemasok yang punya *impression* kuat tentunya akan tetap mengatasi gangguan itu agar kualitas barang dapat terjaga, sehingga tidak mengecewakan perusahaan pengguna. Sama halnya pula jika gangguan yang berdampak pada naik turunnya kapasitas produksi, maka sebagai pemasok yang bertanggungjawab tentunya akan berusaha mengatasi gangguan tersebut agar ketepatan dalam jumlah barang yang dikirimkan kepada perusahaan dapat tercapai. Demikian pula apabila gangguan yang berdampak pada pengiriman barang, maka sebagai pemasok yang ber-*impression* kuat akan menggunakan sumber dayanya sehingga gangguan itu teratasi dengan baik dan pengiriman barang bisa tepat waktu. Usaha-usaha tersebut diatas itu sebenarnya disebut dengan *commitment to continuous improvement* (komitmen terus menerus untuk memperbaiki) khususnya dalam hubungan antara pemasok

dengan perusahaan pengguna. Sehingga Rezaei et al. (2014) menjadikan sub kriteria “*commitment to continuous improvement*” sebagai bagian dari kriteria “*relationship related*”. Jadi maksud dari komitmen terus menerus untuk memperbaiki adalah ditujukan pada perbaikan di *relationship* dengan perusahaan pengguna dan bukan untuk bidang lain. Tentunya perbaikan disini antara lain adalah yang sudah dijelaskan berkaitan dengan *ability of disruption management* (berkemampuan mengatur gangguan) tersebut diatas.

Ada nama kriteria lain dengan maksud yang sama dengan Rezaei et al. (2014), adalah yang disampaikan oleh dari Shemsadi et al. (2011). Shemsadi et al. (2011) menggunakan nama kriteria usaha membangun kerjasama (*effort to establish cooperation*), yang tentunya berkaitan juga dengan *ability of disruption management* (berkemampuan mengatur gangguan) tersebut diatas. Demikian pula halnya dengan penelitian dari Hsu et al. (2015) yang juga menggunakan nama kriteria lain dengan maksud yang sama dengan kriteria *ability of disruption management* (berkemampuan mengatur gangguan). Hsu et al. (2015) menggunakan nama kriteria *risk control* (pengendalian resiko) atau yang kita kenal dengan nama “*operation controls*”. Kriteria ini oleh Hsu et al. (2015) dimuati dengan sub kriteria *safety and protective behaviour during delivery* (keamanan dan antisipasi selama pengiriman). Ini tentunya adalah wujud tanggungjawab pemasok agar senantiasa tetap mengatasi segala gangguan, baik yang berdampak pada kualitas barang maupun keterlambatan pengiriman, agar tidak mengecewakan perusahaan pengguna. Dengan demikian akan memiliki *impression* kuat dimata perusahaan pengguna. Selain itu Hsu et al. (2015) juga menggunakan kriteria service performance yang didalamnya ada sub kriteria *technique problem response* (respon terhadap masalah teknis). Ini pun sebenarnya adalah sama dengan kriteria *ability of disruption management* (berkemampuan mengatur gangguan). Kemampuan mengatur gangguan tersebut atau *safety and protective behaviour during delivery* atau *ability of disruption management* atau dan lainnya, maka itu dikenal dengan satu nama kriteria yakni *Reciprocal Arrangements* atau fleksibilitas.

*Impression* dibangun oleh pemasok adalah untuk menciptakan suasana saling percaya antara pemasok dan perusahaan pengguna atau “*trust*”. Apabila pemasok sudah mendapatkan kepercayaan dari perusahaan pengguna, maka

pemasok tersebut akan terkenal atau memiliki reputasi yang baik. Oleh sebab itu, penelitian Kaur et al. (2010) menjadikan kriteria *trust* (kepercayaan) sebagai sub kriteria *reputation* (reputasi). Dan jika sudah terbentuk “trust”, maka akan terjadi hubungan kerjasama yang panjang, sehingga oleh Percin (2006), Punniyamoorthy et al. (2011; 2012), Keskin et al. (2014), dan Thakur dan Anbanandam (2015) dimunculkan kriteria “*long term relationship*”. Karena kuat dan suksesnya hubungan antara pemasok dengan perusahaan pengguna tergantung pada saling percaya (*mutual trust*) dan saling pengertian (*understanding*) (Percin, 2006). Sedangkan Yadav dan Sharma (2015; 2016) menjadikan satu nama antara “*trust* dan *partnership*” sebagai satu kriteria. Dengan demikian terwujud organisasi *supply chain* yang bekerja bersama-sama antara pemasok dan perusahaan pengguna. Sehingga wujud organisasi *supply chain* oleh Galankashi et al. (2016) dijadikan sebagai kriteria dengan nama “*supply chain collaboration level*” (tingkat kolaborasi rantai pasok). Sementara itu, *impression* pemasok oleh Junior et al. (2014) dijadikan sebagai kriteria “*degree of cooperation and trust*” (tingkat kerjasama dan kepercayaan). Hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam penilaian kriteria oleh pengambil keputusan. Penilaiannya akan sama dengan tingkat kepentingan dengan skala tertentu.

Meskipun kriteria “*impression*” tersebut adalah kualitatif dan sifatnya hanya prediksi saja manakala dilakukan penilaian dari perusahaan pengguna sebelum pemasok itu terpilih, namun kriteria ini dapat dukungan dari kriteria lainnya. Kriteria pendukung tersebut juga masih dalam faktor budaya organisasi. Kriteria ini terdiri dari dua sub kriteria, yakni “komitmen pemasok” dan “dukungan teknis”. Apabila pemasok memiliki budaya organisasi yang baik tentunya didukung oleh kemampuan yang dimiliki sehingga dapat terwujud budaya organisasi yang baik tersebut. Komitmen pemasok adalah niat untuk berusaha selama menjalani kerjasama dengan perusahaan. Semakin besar komitmen pemasok, maka akan semakin besar pula usaha yang dilakukan pemasok tersebut dalam bekerjasama. Sehingga pemasok tersebut akan selalu menjaga perjanjian yang sudah disepakati dengan perusahaan.

Kriteria kualitatif lainnya adalah budaya organisasi. Penelitian yang menggunakan kriteria budaya organisasi adalah Kasirian and Yusuff (2013), Mani et al. (2014), Alinezad et al. (2013), Rajesh and Malliga (2013), Roshandel et al. (2013), Hashemi et al. (2015), and Haidarzade et al. (2016). Kriteria budaya organisasi yang baik sebenarnya dapat dikatakan sebagai kriteria keahlian pemasok (*supplier's expertise*) karena terkait dengan *ability* atau kemampuan dari sebuah institusi semisal pemasok. Hal inilah yang melandasi penelitian dari Junior et al. (2014) untuk menjadikan "*expertise*" sebagai kriteria, dimana didalamnya ada sub kriteria "*sourcing ability*" yakni segala kemampuan sumber daya yang dimiliki pemasok. Dukungan teknis adalah sumber daya sarana prasarana yang dimiliki atau yang bisa digunakan pemasok punya budaya organisasi yang baik tersebut. Apabila pemasok bersedia tepat waktu pengiriman, maka tentunya memiliki armada yang handal dan sarana prasarana lain yang mendukung untuk bisa tepat waktu pengiriman. Apabila pemasok bersedia memenuhi permintaan yang dijanjikan, maka harus memiliki kapasitas dan teknologi yang mencukupi.

Tabel 5.2. Hasil identifikasi kriteria kualitatif dari literatur

No	Kriteria	Literatur
1	<i>Impression</i> atau <i>advertisement based on customers' opinions</i> atau <i>opinions from other parties</i>	Yücenur et al. (2011), Eshtehardian et al. (2013), Percin (2006), Punniyamoorthy et al. (2011; 2012), Keskin et al. (2014), Junior et al. (2014), dan Thakur dan Anbanandam (2015), Wu et al. (2016)
2	<i>Operation Controls</i>	Wu et al. (2016), Rezaei et al. (2014), Shemsadi et al. (2011), dan Hsu et al. (2015).
3	<i>Reciprocal Arrangements</i> atau fleksibilitas	Wu et al. (2016), Rezaei et al. (2014), Shemsadi et al. (2011), dan Hsu et al. (2015).
4	<i>organisation culture</i> yang beupa <i>attitude</i> atau berkomitmen	Kasirian and Yusuff (2013), Mani et al. (2014), Alinezad et al. (2013), Rajesh and Malliga (2013), Roshandel et al. (2013), Hashemi et al. (2015), and Haidarzade et al. (2016).
5	Manajemen dan organisasi	Ghorbani et al. (2013), Alinezad et al. (2013), Eshtehardian et al. (2013), Abdollahi et al. (2015), Igoulalene et al.

		(2015), Kumar et al. (2015), De Araujo et al. (2015), Paul (2015), Hashemi et al. (2015), Bruno et al. (2016), Wood (2016), Erginel and Gecer (2017)
6	Aksesibility termasuk kemudahan dalam <i>procedural compliance</i> atau prosedur komplain	Alinezad et al. (2013), Roshandel et al. (2013), Kasirian and Yusuff (2013), Deng et al (2014), Yadav and Sharma (2015 <sup>a</sup> ; 2015 <sup>b</sup> ). Abdollahi et al. (2015), Kumar et al. (2015), Kannan et al. (2015), Paul (2015), Zak (2015), God and Awasthi (2015), Yadav and Sharma (2016), Wood (2016), Erginel and Gecer (2017).

Dengan demikian, maka kriteria “memiliki budaya organisasi yang baik” dapat dilihat dari fasilitas yang dimiliki oleh pemasok. Dengan demikian, keterbukaan dari pemasok untuk memberikan data yang mendukung dalam proses penilaian pemasok akan sangat diperlukan. Dukungan teknis tersebut jika dalam penelitiannya [Bafrooei et al. \(2014\)](#) dimasukkan dalam kriteria “*supplier constraint*” (batasan pemasok), dimana sub kriterianya adalah *supplier’s capacity limit* (keterbatasan kapasitas) dan *supplier’s capability limit* (keterbatasan pemasok). Adapun untuk keterbukaan dari pemasok dalam informasi data, maka [Keskin et al. \(2014\)](#) menggunakan kriteria “*information sharing*” (berbagi informasi) masuk bersama kriteria “*trust*” (kepercayaan). Namun, untuk kriteria dukungan teknis dimasukkan dalam kriteria kuantitatif karena dapat diukur dengan melihat jika dukungan tersebut adalah berupa kapasitas produksi.

Sebenarnya, kriteria kualitatif budaya organisasi sangat terkait dengan kriteria kualitatif yang lainnya, yakni manajemen dan organisasi yang dimiliki oleh *supplier*. Hal ini sangat terkait dengan kultur atau budaya yang dibentuk oleh organisasi *supplier*, karena budaya atau kultur yang sehat dan baik akan membentuk budaya organisasi yang baik pula. Proses pembentukan ini adalah bagian dari proses manajemen *supplier*. Oleh sebab itu, manajemen dan organisasi masuk ke dalam kriteria kualitatif. Penelitian yang menggunakan kriteria manajemen dan organisasi adalah [Ghorbani et al. \(2013\)](#), [Alinezad et al. \(2013\)](#), [Eshtehardian et al. \(2013\)](#), [Abdollahi et al. \(2015\)](#), [Igoulalene et al. \(2015\)](#), [Kumar et al. \(2015\)](#), [De](#)

Araujo et al. (2015), Paul (2015), Hashemi et al. (2015), Bruno et al. (2016), Wood (2016), Erginel and Gecer (2017).

Salah satu aspek yang berkaitan dengan manajemen adalah aksesibility. Kemudahan mengakses *supplier* selalu juga menjadi ukuran bagi kriteria komunikasi maupun “*trust*”. Salah satu bagian dalam kemudahan akses tersebut adalah kemudahan perusahaan pengguna dalam melakukan komplain terhadap produk atau barang yang disuplai. Oleh sebab itu, kadangkala banyak penelitian menggunakan kriteria aksesibility daripada menggunakan kriteria kemudahan prosedur komplain. Penelitian yang menggunakan kriteria ini adalah Alinezad et al. (2013), Roshandel et al. (2013), Kasirian and Yusuff (2013), Deng et al (2014), Yadav and Sharma (2015<sup>a</sup>; 2015<sup>b</sup>). Abdollahi et al. (2015), Kumar et al. (2015), Kannan et al. (2015), Paul (2015), Zak (2015), God and Awasthi (2015), Yadav and Sharma (2016), Wood (2016), Erginel and Gecer (2017).

#### **5.1.4. Hasil identifikasi kriteria umum dari literatur**

Kriteria *delivery* atau pengiriman merupakan salah satu kriteria yang umum disamping kriteria harga (*price*), kualitas (*quality*), diskon (*discount*), kemudahan pembayaran (*term payment*), garansi (*warranty*), finansial (*financial position*), dan lokasi (*geographical location*). Dikatakan umum karena hampir di setiap penelitian tentang pemilihan pemasok selalu mengikutkan kriteria tersebut sebagai pertimbangan dalam pemilihan pemasok. Bahkan hanya ada tiga kriteria yang paling banyak digunakan dalam penelitian pemilihan pemasok, yakni kriteria harga, *delivery*, dan kualitas (Rezaei et al., 2016; Yadav dan Sharma, 2016). Penelitian-penelitian yang menggunakan kriteria *delivery* antara lain Karsak dan Dursun (2015; 2016), Hashemi et al. (2015), Nia et al. (2016), Luzon dan El-Sayegh (2016), Fallahpour et al. (2017), Pandey et al. (2017), Luthra et al. (2017), Darabi dan Heydari (2016), Yadav dan Sharma (2016), Heidarzade et al. (2016), Yadav and Sharma (2016), dan Dweiri et al. (2016).

Ada kumpulan kriteria yang terkait dengan kriteria harga, yakni kriteria finansial, kriteria diskon, dan kriteria kemudahan dalam pembayaran. Kriteria finansial digunakan dalam penelitian Paul (2015), Abdollahi et al. (2015), Wood (2016). Penelitian yang menggunakan kriteria diskon (*discount*) antara lain adalah



Hashemi *et al.* (2015), Yadav and Sharma (2015<sup>a</sup>; 2015<sup>b</sup>; 2016). Sedangkan untuk kriteria kemudahan dalam pembayaran digunakan dalam penelitian Abdollahi *et al.* (2015), Polat and Eray (2015), Wood (2016). Adapun untuk kriteria garansi hanya digunakan oleh Abdollahi *et al.* (2015), Pitchipoo *et al.* (2015), Wood (2016).

Tabel 5.3. Kriteria umum untuk pemilihan pemasok

No	KRITERIA LAMA	REFERENSI
1	Harga	Hruška <i>et al.</i> (2014), Yadav and Sharma (2015 <sup>a</sup> ; 2015 <sup>b</sup> ; 2016), Cheaitou and Khan (2015), Imeri <i>et al.</i> (2015), Polat (2016), Chang (2015), Abdollahi <i>et al.</i> (2015), Igoulalene <i>et al.</i> (2015), Freeman and Chen (2015), De Araujo <i>et al.</i> (2015), Kannan <i>et al.</i> (2015), Zakeri and Keramati (2015), Thakur and Anbanandam (2015), You <i>et al.</i> (2015), Zak (2015), Polat and Eray (2015), Dargi <i>et al.</i> (2015), Gold and Awasthi (2015), Hashemi <i>et al.</i> (2015), Abdollahi <i>et al.</i> (2015), Heidarzade <i>et al.</i> (2016), Pramanik <i>et al.</i> (2016), Wood (2016)
2	Kualitas	Abdollahi <i>et al.</i> (2015), Kannan <i>et al.</i> (2015), Paul (2015), Polat and Eray (2015)
3	Potongan harga	Hashemi <i>et al.</i> (2015), Yadav and Sharma (2015 <sup>a</sup> ; 2015 <sup>b</sup> ; 2016)
4	Kinerja <i>delivery</i> dari pemasok kepada perusahaan lain (C <sub>5</sub> )	Karsak dan Dursun (2015; 2016), Hashemi <i>et al.</i> (2015), Nia <i>et al.</i> (2016), Luzon dan El-Sayegh (2016), Fallahpour <i>et al.</i> (2017), Pandey <i>et al.</i> (2017), Luthra <i>et al.</i> (2017), Darabi dan Heydari (2016), Yadav dan Sharma (2016), Heidarzade <i>et al.</i> (2016), Yadav and Sharma (2016), dan Dweiri <i>et al.</i> (2016).
5	Kemudahan pembayaran	Abdollahi <i>et al.</i> (2015), Polat and Eray (2015), Wood (2016)

Tabel 5.3. Kriteria umum untuk pemilihan pemasok (lanjutan)

No	KRITERIA LAMA	REFERENSI
6	Garansi	<i>Abdollahi et al. (2015)</i> , <i>Pitchipoo et al. (2015)</i> , <i>Wood (2016)</i>
7	Aset/finansial	<i>Paul (2015)</i> , <i>Abdollahi et al. (2015)</i> , <i>Wood (2016)</i>
8	Lokasi	<i>Deng et al. (2014)</i> , <i>Kumar et al. (2014)</i> , <i>Kar (2014)</i> , <i>Tosun and Akyuz (2015)</i> , <i>Yadav and Sharma (2015<sup>a</sup>; 2015<sup>b</sup>; 2016)</i>





### 5.1.5. Pengujian normalitas data

Pengujian normalitas data dilakukan agar dapat mengetahui apakah data untuk suatu variabel tertentu tersebut berdistribusi normal atau tidak. Ukuran kenormalan yang dimaksud disini adalah distribusi data yang diperoleh berbentuk fungsi normal atau tidak. Oleh sebab itu, patokan yang digunakan adalah distribusi normal dari kumpulan data dengan ukuran *mean* serta standar deviasi yang sama. Apabila kumpulan data tersebut berdistribusi normal maka mempunyai sebaran yang normal pula. Dengan profil data semacam ini maka data tersebut dianggap dapat mewakili populasi.

Pengujian normalitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah *One Sample Kolmogorov-Smirnov* (K-S). Adapun untuk perhitungan dari pengujian normalitas dengan cara *One Sample Kolmogorov-Smirnov* (K-S) dibantu melalui program SPSS 15.0. Input data pada pengolahan data tersebut antara lain adalah data kuesioner dari penilaian pihak perusahaan tentang masing-masing kriteria. Nilai patokan yang digunakan dalam SPSS adalah nilai pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Artinya adalah jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka data tersebut dianggap berdistribusi normal, demikian pula sebaliknya. Dalam uji normalitas K-S menggunakan SPSS, nilai signifikansi itu disimbolkan dengan *Sig.* Hasil uji normalitas K-S dari kuesioner pertama menggunakan software SPSS 15.0 *for windows* dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Berdasarkan pada Tabel 5.5 dapat dilihat bahwa data subkriteria *Price*, Kemudahan Pembayaran atau *payment term*, *Sertification*, *Packaging*, *Shipment*, *Production Capacity*, dan *Legality* tidak berdistribusi normal dikarenakan nilai signifikansi kurang dari 0,05. Dengan demikian, maka data subkriteria yang tersebut diatas itu tidak dimasukkan dalam pengolahan data selanjutnya untuk dilakukan analisis faktor.

Tabel 5.5. Hasil uji normalitas K-S kuesioner pertama

<b>Subkriteria</b>	<b>Signifikansi</b>	<b>Data Berdistribusi Normal</b>
Price	0,024	X
Discount	0,087	√
Payment term	0,033	X
Quality	0,211	√
Sertification	0,01	X
Delivery	0,078	√
Packaging	0,007	X
Flexibility	0,113	√
Shipment	0,034	X
Location	0,255	√
Accesibility	0,156	√
CS & Warranty	0,168	√
Relationship	0,224	√
Finance & Capital	0,205	√
Reputation & Experience	0,170	√
Organization & Management	0,063	√
HRD	0,073	√
Company Culture	0,358	√
Production Planning	0,070	√
Facilities Support System	0,183	√
Production Capacity	0,015	X
R & D	0,106	√
Technology Capability	0,334	√
Health & Safety	0,092	√
Welfare, equity & Stakeholder's right	0,060	√
Social assistance community	0,061	√
Disaster prone	0,289	√
Unrest social, economy & politic	0,075	√
Legality	0,012	X
Pollutant	0,371	√
Green Competence	0,378	√

### 5.1.6. Pengujian *Kaiser Meyer Oikin* (KMO)

Pengujian *Kaiser Meyer Oikin* (KMO) ini memiliki tujuan adalah untuk mengetahui apakah semua data yang ada mencukupi untuk dapat dilakukan analisis faktor atau dapat difaktorkan. Analisis faktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Confirmatory Factor Analysis* (CFA). Adapun metode rotasi faktor yang digunakan adalah *varimax*. Validitas korelasi antar variabel dalam mengukur suatu konsep dilakukan dengan melihat uji *Kaiser-Mayer-Oklin Measure of Sampling Adequacy* (KMO MSA). Nilai KMO MSA yang dikehendaki harus  $>0,50$  untuk dapat dilakukan analisis faktor (Ghozali, 2011) dan koefisien signifikansi *Bartlett's Test of Sphericity* dinilai melalui koefisien signifikan kurang dari 5% atau 0,05. Input data pada pengolahan ini adalah data kuesioner pertama yang sudah lulus uji distribusi normal. Hasil *Kaiser-Mayer-Oklin Measure of Sampling Adequacy* (KMO MSA) dan uji validitas dengan *Confirmatory Factor Analysis* (CFA) ditunjukkan dalam Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil KMO and *Bartlett's Test* iterasi pertama

<i>Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.</i>		0,165
<i>Bartlett's Test of Sphericity</i>	<i>Approx. Chi-Square</i>	781,429
	<i>df</i>	378
	<i>Sig.</i>	0,000

Berdasarkan pada hasil KMO MSA iterasi pertama seperti dalam Tabel 5.6, maka dapat dilihat bahwa nilai signifikansinya adalah 0,000 dan ini masih kurang dari 0,05, sehingga telah memenuhi syarat. Namun, nilai KMO-nya menunjukkan angka 0,165 dan ini masih kurang dari 0,5. Oleh karena itu, analisis faktor belum dapat diterapkan, sehingga harus diselidiki hasil pada tabel *Anti-image Correlation* kemudian mengeluarkan nilai *Measures of Sampling Adequacy* (MSA) yang ada di tabel *Anti-image Matrices* yang memiliki angka terkecil dan dibawah 0,5. Hasil dari *Anti-image Matrices* ini berguna untuk dapat diketahui dan ditentukan variabel mana saja yang tidak layak atau layak dipakai dalam analisis faktor. Persyaratan



yang harus terpenuhi agar dapat dilakukan analisis faktor adalah nilai MSA-nya diatas 0,5.

Tabel 5.7. Nilai MSA output *Anti-image Matrices* iterasi pertama

<b>Subkriteria</b>	<b>Nilai MSA</b>
<i>Discount</i>	0,094
<i>Quality</i>	0,140
<i>Delivery</i>	0,099
<i>Flexibility</i>	0,117
<i>Location</i>	0,305
<i>Accesibility</i>	0,142
<i>CS &amp; Warranty</i>	0,353
<i>Relationship</i>	0,167
<i>Finance &amp; Capital</i>	0,229
<i>Reputation &amp; Experience</i>	0,243
<i>Organization &amp; Management</i>	0,124
<i>HRD</i>	0,559
<i>Company Culture</i>	0,136
<i>Production Planning</i>	0,170
<i>Facilities Support System</i>	0,150
<i>R &amp; D</i>	0,184
<i>Technology Capability</i>	0,190
<i>Health &amp; Safety</i>	0,214
<i>Welfare, equity &amp; Stakeholder's right</i>	0,300
<i>Social assistance community</i>	0,154
<i>Disaster prone</i>	0,197
<i>Unrest social, economy &amp; politic</i>	0,091
<i>Pollutant</i>	0,316
<i>Green Competence</i>	0,134

Dari Tabel 5.7, maka dapat dilihat bahwa hanya subkriteria HRD yang mempunyai nilai MSA lebih besar dari 0,5. Oleh sebab itu, maka proses harus diulang dengan mengeluarkan data-data kriteria yang berada di bawah 0,5. Karena hampir semua subkriteria memiliki nilai yang kurang dari 0,5 maka tahap iterasi dimulai dengan mengeluarkan subkriteria dengan nilai terkecil yaitu yang mempunyai nilai MSA kurang dari 0,1. Subkriteria yang tidak diikutsertakan dalam

iterasi pengolahan selanjutnya adalah *Discount*, *Delivery*, dan *Unrest social, economy & politic*.

Tabel 5.8. Hasil KMO and Bartlett's Test iterasi kedua

<i>Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.</i>		0,390
<i>Bartlett's Test of Sphericity</i>	<i>Approx. Chi-Square</i>	515,931
	<i>df</i>	253
	<i>Sig.</i>	0,000

Tabel 5.9. Nilai MSA output *Anti-image Matrices* iterasi kedua

<b>Subkriteria</b>	<b>Nilai MSA</b>
<i>Quality</i>	0,204
<i>Flexibility</i>	0,409
<i>Location</i>	0,322
<i>Accesibility</i>	0,543
<i>CS &amp; Warranty</i>	0,493
<i>Relationship</i>	0,384
<i>Finance &amp; Capital</i>	0,234
<i>Reputation &amp; Experience</i>	0,487
<i>Organization &amp; Management</i>	0,300
<i>HRD</i>	0,496
<i>Company Culture</i>	0,345
<i>Production Planning</i>	0,321
<i>Facilities Support System</i>	0,677
<i>R &amp; D</i>	0,301
<i>Technology Capability</i>	0,509
<i>Health &amp; Safety</i>	0,269
<i>Welfare, equity &amp; Stakeholder's right</i>	0,212
<i>Social assistance community</i>	0,695
<i>Disaster prone</i>	0,475
<i>Pollutant</i>	0,239
<i>Green Competence</i>	0,673

Tabel 5.8 adalah hasil pengolahan setelah tidak diikutsertakan subkriteria *Discount*, *Delivery*, dan *Unrest social, economy & politic*. Dari tabel tersebut, dapat dilihat bahwa Nilai KMO MSA masih belum lebih dari 0,5, tetapi malah mengalami peningkatan, meskipun nilai signifikasinya dibawah 0,005 yakni 0,000. Adapun

untuk hasil output dari *Anti-image Matrices* iterasi kedua dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.10. Hasil KMO and *Bartlett's Test* iterasi ketiga

<i>Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.</i>		0,551
<i>Bartlett's Test of Sphericity</i>	<i>Approx. Chi-Square</i>	327,886
	<i>df</i>	153
	<i>Sig.</i>	0,000

Tabel 5.11. Nilai MSA output *Anti-image Matrices* iterasi ketiga

<b>Subkriteria</b>	<b>Nilai MSA</b>
<i>Flexibility</i>	0,686
<i>Location</i>	0,659
<i>Accesibility</i>	0,551
<i>CS &amp; Warranty</i>	0,355
<i>Relationship</i>	0,434
<i>Reputation &amp; Experience</i>	0,787
<i>Organization &amp; Management</i>	0,498
<i>HRD</i>	0,652
<i>Company Culture</i>	0,503
<i>Production Planning</i>	0,588
<i>Facilities Support System</i>	0,794
<i>R &amp; D</i>	0,389
<i>Technology Capability</i>	0,502
<i>Social assistance community</i>	0,654
<i>Disaster prone</i>	0,472
<i>Green Competence</i>	0,489

Nilai MSA dari masing-masing kriteria mengalami peningkatan tetapi masih belum melebihi 0,5, sehingga masih perlu untuk diolah ulang. Iterasi selanjutnya dilakukan dengan tidak menyertakan subkriteria dengan nilai MSA yang kurang dari 0,3. Subkriteria tersebut yaitu *Quality, Finance & Capital, Health & Safety, Welfare, equity & Stakeholder's right*, dan *Pollutant*. Setelah dilakukan pengolahan ulang dengan tidak menyertakan subkriteria *Quality, Finance & Capital, Health & Safety, Welfare, equity & Stakeholder's right*, dan *Pollutant*, maka didapatkan hasil

seperti terlihat dalam Tabel 5.10. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa nilai KMO MSA-nya sudah melebihi angka 0,5 yakni sebesar 0,551. Adapun nilai signifikansinya juga sudah memenuhi syarat yaitu 0,000. Namun demikian, nilai MSA yang ada pada Tabel 5.11 semua subkriteria masih belum berada di atas 0,5. Oleh sebab itu, maka pada iterasi selanjutnya tidak menyertakan subkriteria dengan nilai MSA paling kecil yaitu yang kurang dari angka 0,4. Subkriteria tersebut adalah *CS & Warranty* dan *R&D*.

Tabel 5.12. Hasil KMO and Bartlett's Test iterasi keempat

<i>Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.</i>		0,581
<i>Bartlett's Test of Sphericity</i>	<i>Approx. Chi-Square</i>	264,004
	<i>df</i>	120
	<i>Sig.</i>	0,000

Tabel 5.13. Nilai MSA output *Anti-image Matrices* iterasi keempat

<b>Subkriteria</b>	<b>Nilai MSA</b>
<i>Flexibility</i>	0,642
<i>Location</i>	0,675
<i>Accesibility</i>	0,538
<i>Relationship</i>	0,512
<i>Reputation &amp; Experience</i>	0,653
<i>Organization &amp; Management</i>	0,524
<i>HRD</i>	0,714
<i>Company Culture</i>	0,458
<i>Production Planning</i>	0,694
<i>Facilities Support System</i>	0,784
<i>Technology Capability</i>	0,560
<i>Social assistance community</i>	0,545
<i>Disaster prone</i>	0,610
<i>Green Competence</i>	0,544

Hasil output dari iterasi keempat dapat dilihat pada Tabel 5.12. Dari tabel tersebut, maka analisis faktor sudah memiliki nilai KMO MSA sebesar 0,581 dengan nilai signifikansi sebesar 0,000. Hal ini dinyatakan sudah memenuhi persyaratan dalam analisis faktor. Namun nilai dari MSA dalam iterasi keempat seperti terlihat pada Tabel 5.13 masih ada subkriteria yang belum memenuhi

persyaratan untuk lebih dari angka 0,5. Dengan demikian, maka subkriteria dengan nilai MSA terkecil tidak diikutsertakan pada iterasi selanjutnya. Subkriteria tersebut adalah yang mempunyai nilai MSA kurang dari 0,5 yaitu *Company Culture*.

Hasil output iterasi kelima dapat dilihat pada Tabel 5.14 dan Tabel 5.15. Pada kedua tabel tersebut dapat dilihat bahwa semua persyaratan analisis faktor sudah terpenuhi. Nilai KMO MSA sudah melebihi angka 0,5 yakni sebesar 0,663 dan nilai signifikansinya juga sudah kurang dari angka 0,05 yakni sebesar 0,000. Semua subkriteria juga sudah memiliki nilai MSA yang lebih dari 0,5 yang ditunjukkan pada Tabel 5.15.

Tabel 5.14. Hasil KMO and Bartlett's Test iterasi kelima

<i>Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.</i>		0,663
<i>Bartlett's Test of Sphericity</i>	<i>Approx. Chi-Square</i>	174,139
	<i>df</i>	78
	<i>Sig.</i>	0,000

Tabel 5.15. Nilai MSA output *Anti-image Matrices* iterasi kelima

<b>Subkriteria</b>	<b>Nilai MSA</b>
<i>Flexibility</i>	0,601
<i>Location</i>	0,695
<i>Accesibility</i>	0,609
<i>Relationship</i>	0,518
<i>Reputation &amp; Experience</i>	0,741
<i>Organization &amp; Management</i>	0,594
<i>HRD</i>	0,748
<i>Production Planning</i>	0,616
<i>Facilities Support System</i>	0,773
<i>Technology Capability</i>	0,803
<i>Social assistance community</i>	0,605
<i>Disaster prone</i>	0,522
<i>Green Competence</i>	0,713

Dengan demikian, maka berdasarkan pada terpenuhinya semua persyaratan yang diperoleh, maka pengolahan analisis faktor berakhir pada iterasi kelima.

Setelah dilakukan analisis factor, maka hasil output SPSS selanjutnya adalah Tabel *Total Variance Explained*. Tabel tersebut adalah table yang menunjukkan nilai dari tiap variabel yang dianalisis faktor. Faktor atau kriteria yang terbentuk kemudian diklasifikasi ke dalam kriteria utama, seperti dapat dilihat pada Tabel 5.15 sampai dengan Tabel 5.16.

Tabel 5.16. Hasil *Total variance explained*

Kriteria	<i>Initial Eigenvalues</i>			<i>Extraction Sums of Squared Loadings</i>		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4,845	37,268	37,268	4,845	37,268	37,268
2	1,838	14,140	51,409	1,838	14,140	51,409
3	1,397	10,749	62,158	1,397	10,749	62,158
4	1,230	9,460	71,618	1,230	9,460	71,618
5	,989	7,611	79,228			
6	,657	5,056	84,284			
7	,557	4,283	88,567			
8	,438	3,371	91,938			
9	,330	2,539	94,478			
10	,268	2,063	96,541			
11	,193	1,484	98,024			
12	,146	1,123	99,147			
13	,111	,853	100,000			

*Extraction Method: Principal Component Analysis.*

Pada iterasi terakhir tersebut, diperoleh 13 subkriteria yang dianalisis factor. sehingga ada 13 komponen yang dianalisis. Ada dua macam analisis yang digunakan untuk menjelaskan suatu varian, yaitu *Initial Eigenvalues* dan *Extraction of Sum of Squared Loadings*. Pada varian *Initial Eigenvalues* menunjukkan kriteria yang terbentuk. Apabila semua kriteria dijumlahkan menunjukkan jumlah subkriteria (yaitu  $4,845 + 1,838 + 1,397 + 1,230 + 0,989 + 0,657 + 0,557 + 0,438 + 0,330 + 0,268 + 0,193 + 0,146 + 0,111 = 13$  subkriteria). Sedangkan pada bagian *Extraction of Sum of Squared Loadings* menunjukkan jumlah kriteria yang terbentuk. Pada hasil output Tabel 5.16. terdapat empat kriteria yang terbentuk dari 13 subkriteria yang dinalisis yaitu 4,845, 1,838, 1,397, dan 1,230. Dimana syarat untuk menjadi sebuah kriteria, nilai *Eigenvalue* harus lebih besar daripada satu. Nilai *Eigenvalue Component* satu adalah sebesar 4,845 atau lebih besar dari satu, berarti bahwa apabila semua atau ketigabelas subkriteria tersebut menjadi satu

kriteria saja maka akan mampu menjelaskan sebesar 37,268% variansi. Sedangkan *Eigenvalue Component* dua adalah sebesar 1,838 atau lebih besar dari satu, berarti bahwa apabila semua atau ketigabelas subkriteria tersebut menjadi dua kriteria maka akan mampu menjelaskan 14,140% variansi. Apabila kriteria satu dan kriteria dua dijumlahkan, maka akan mampu menjelaskan 51,409% variansi.

Tabel 5.17 *Rotated component matrix(a)*

	Kriteria			
	1	2	3	4
<i>Flexibility</i>	0,766	-0,250	0,153	-0,056
<i>Location</i>	0,729	-0,029	-0,275	0,338
<i>Accesibility</i>	-0,366	0,394	0,350	-0,213
<i>Relationship</i>	0,073	-0,153	-0,107	0,911
<i>Reputation &amp; Experience</i>	-0,091	0,381	0,760	-0,015
<i>Organization &amp; Management</i>	0,863	-0,041	-0,114	-0,013
<i>HRD</i>	-0,139	0,778	0,224	-0,317
<i>Production Planning</i>	0,012	0,858	0,103	-0,011
<i>Facilities Support System</i>	-0,280	0,723	0,162	0,028
<i>Technology Capability</i>	-0,533	0,184	0,554	-0,108
<i>Social assistance community</i>	0,582	-0,514	-0,051	-0,343
<i>Disaster prone</i>	0,112	0,018	0,907	-0,207
<i>Green Competence</i>	-0,415	0,202	0,604	0,363

*Extraction Method: Principal Component Analysis.*

*Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. a*

*Rotation converged in 6 iterations.*

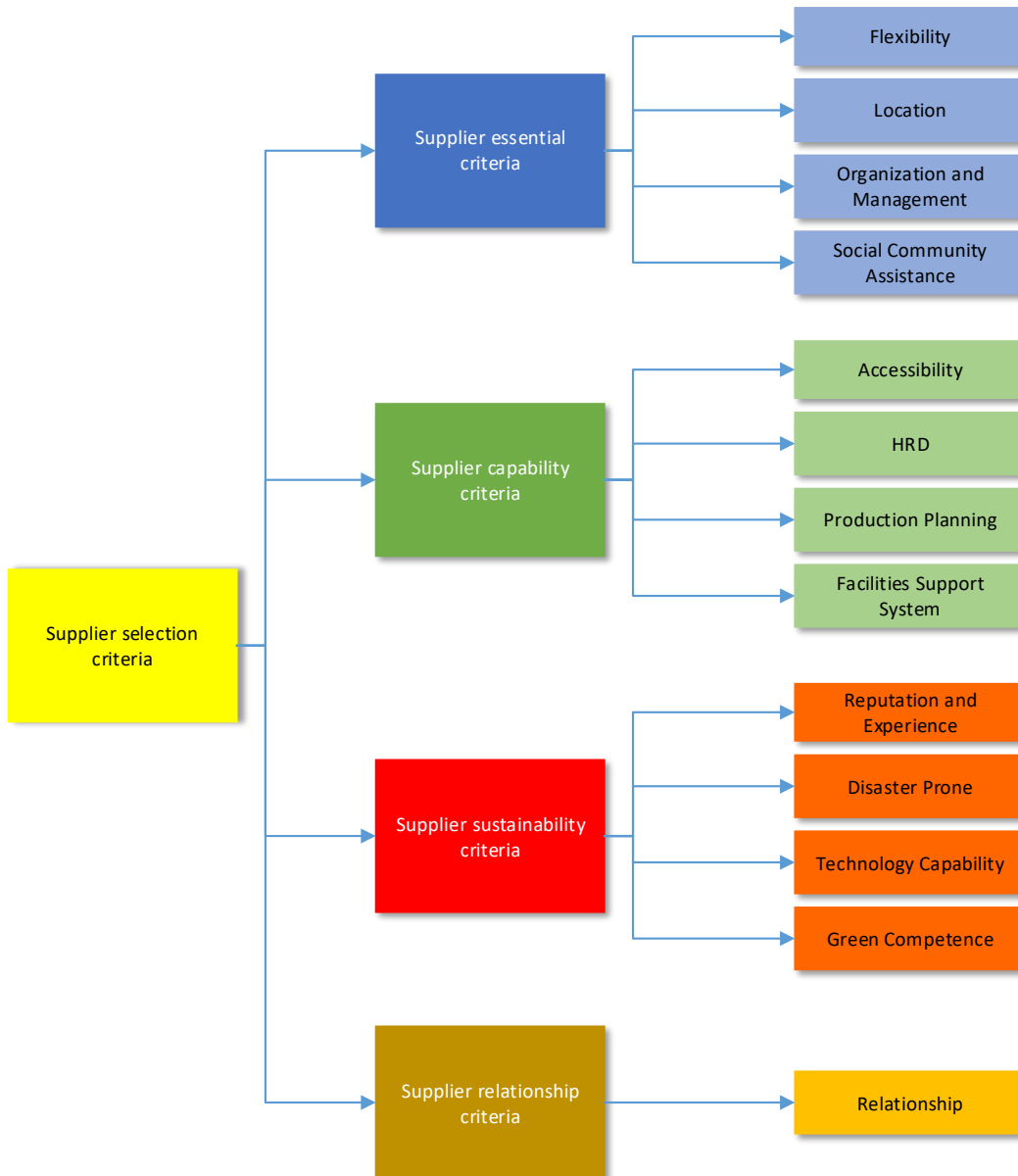
Untuk dapat mengetahui kelompok mana saja dari suatu subkriteria atau variabel di suatu kelompok kriteria tertentu, maka dapat dilihat dari nilai korelasi terbesar antara variabel dengan kriteria yang terbentuk. Adapun cara membaca hasil analisis faktor untuk model rotasi adalah melalui perbandingan antara nilai kriteria dengan setiap subkriteria, kemudian dipilih nilai yang terbesar. Subkriteria *Flexibility* memiliki nilai tertinggi pada kriteria 1 yakni sebesar 0,766 apabila dibandingkan dengan kriteria 2 yakni sebesar -0,250, maupun dengan kriteria 3 yakni sebesar 0,153 serta dengan kriteria 4 yakni sebesar -0,56. Dengan demikian, maka subkriteria *Flexibility* masuk dalam kelompok kriteria 1. Melalui cara yang sama, maka subkriteria *Location*, *Organization & Management*, serta *Social assistance community* masuk ke dalam kriteria 1. Sedangkan untuk subkriteria

*Accesibility*, *HRD*, *Production Planning*, dan *Facilities Support System* masuk ke dalam kriteria 2. Subkriteria *Reputation & Experience*, *Disaster prone*, *Technology Capability*, dan *Green Competence* termasuk dalam kelompok kriteria 3. Hanya satu subkriteria saja yang masuk ke dalam dalam kelompok kriteria 4, yakni subkriteria *Relationship*. Rangkuman kumpulan kriteria dari hasil analisis faktor dapat dilihat dalam Tabel 5.18.

Tabel 5.18. Kriteria yang digunakan dalam pemilihan pemasok

<b>Kriteria</b>	<b>Nama Kriteria</b>	<b>Subkriteria</b>
Kriteria 1	<i>Supplier essential criteria</i>	<i>Flexibility</i>
		<i>Location</i>
		<i>Organization &amp; Management</i>
		<i>Social assistance community</i>
Kriteria 2	<i>Supplier capability criteria</i>	<i>Accesibility</i>
		<i>HRD</i>
		<i>Production Planning</i>
		<i>Facilities Support System</i>
Kriteria 3	<i>Supplier sustainability criteria</i>	<i>Reputation &amp; Experience</i>
		<i>Disaster prone</i>
		<i>Technology Capability</i>
		<i>Green Competence</i>
Kriteria 4	<i>Supplier relationship criteria</i>	<i>Relationship</i>





Gambar 5.1. Kriteria dan sub-kriteria yang terbetuk

## 5.2. Pembobotan kriteria

Pembobotan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan dengan *Analytical Hierarchy Proccess* (AHP). Inisialisasi dalam pembobotan menggunakan AHP ini dimulai dengan penyusunan matrik perbandingan berpasangan (*pairwise comparison matrix*). Matrik tersebut merupakan input utama yang digunakan di dalam AHP. Matrik tersebut adalah merupakan perbandingan relatif antar kriteria dengan sudut pandang dari pengambil keputusan

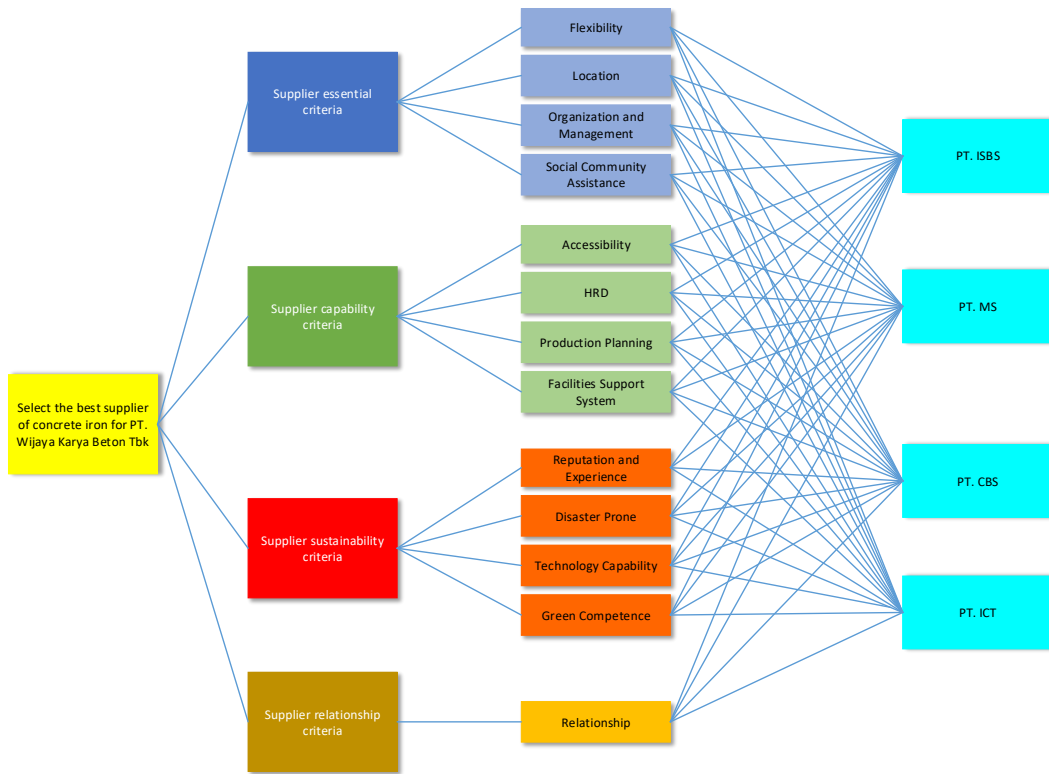
di perusahaan. Kriteria yang digunakan dalam perbandingan berpasangan tersebut adalah semua kriteria dari hasil persepsi pengambil keputusan setelah melakukan analisis faktor. Karena dalam analisis tersebut ditentukan faktor atau kriteria apa saja yang relevan untuk digunakan dalam pemilihan pemasok. Ada empat kriteria hasil analisis faktor sebagaimana terlihat dari Gambar 5.1 adalah kriteria utama, kriteria kemampuan perusahaan pemasok, kriteria keberlanjutan perusahaan pemasok, dan kriteria hubungan perusahaan dengan pemasok. Sesuai dengan Sub Bab 2.8 tentang *Analytical Hierarchy Process* (AHP), disebutkan bahwa ada tiga tahapan dalam melakukan pembobotan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Ketiga tahapan tersebut adalah dekomposisi, *synthesis of priority*, dan *logical consistency*.

### 5.2.1. Dekomposisi

Langkah pertama diawali dengan pembuatan hierarki sebagaimana dalam Gambar 2.1. Dalam gambar tersebut dijelaskan bahwa ada tiga komponen penyusun dalam sebuah hierarki AHP. Komponen pertama adalah tujuan yang akan diraih, yakni pemilihan pemasok besi beton di PT. Wijaya Karya Beton Tbk. Sedangkan komponen kedua adalah kriteria dan sub kriteria yang digunakan dalam mencapai tujuan. Dengan demikian maka komponen kedua ini terdiri dari empat kriteria dengan tiga belas sub kriteria sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.1 maupun Tabel 5.18. Komponen terakhir adalah alternatif apa saja yang bisa dipilih sehingga tercapai tujuan yang diinginkan. Dalam hal ini, PT. Wijaya Karya Beton Tbk memiliki empat pemasok besi beton, yakni PT. ISBS, PT. MS, PT. CBS, dan PT. ICT. Berdasarkan pada semua penjelasan tersebut, maka hierarki AHP untuk kasus PT. Wijaya Karya Beton Tbk dapat disusun seperti dalam Gambar 5.2.

Dalam langkah pertama, setelah membentuk hierarki AHP maka dilanjutkan dengan membuat matrik perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) berdasarkan pada hierarki AHP-nya. Jika dilihat hierarki AHP tersebut, maka ada empat matrik perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*). Keempat matrik tersebut terdiri dari satu matrik perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) untuk memperoleh bobot relatif kriteria dan tiga matrik perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) untuk memperoleh bobot relatif

sub kriteria. Keempat matrik tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.19 sampai dengan Tabel 5.22.



Gambar 5.2. Hierarki AHP yang terbetuk

Tabel 5.19. Matrik perbandingan berpasangan antar kriteria

Criteria	A	B	C	D	Sum	Mean
A	1.0000	1.0000	4.0000	7.0000	13.0000	3.2500
B	1.0000	1.0000	1.0000	5.0000	8.0000	2.0000
C	0.2500	1.0000	1.0000	5.0000	7.2500	1.8125
D	0.1429	0.2000	0.2000	1.0000	1.5429	0.3857
	2.3929	3.2000	6.2000	18.0000	29.7929	7.4482

A = Supplier essential criteria  
 B = Supplier cabality criteria  
 C = Supplier sustainability criteria  
 D = Supplier relationship criteria

Cara baca dari matrik perbandingan kepentingan relatif antar kriteria diawali dari sisi vertikal atau baris terhadap sisi horizontal atau kolom. Misal

kriteria *supplier essential* dibandingkan dengan kriteria *supplier sustainability* dengan nilai sebesar 4. Ini berarti bahwa kriteria *supplier essential* “lebih penting 4 kalinya” dibanding kriteria *supplier sustainability*. Berdasarkan mekanisme demikian, maka dengan mudah diketahui bahwa secara intuitif, kriteria yang memiliki jumlah lebih besar, sesungguhnya dianggap lebih penting dibanding kriteria dengan jumlah nilai relatif lebih rendah.

Tabel 5.20. Matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier essential criteria*

Criteria	A1	A2	A3	A4	Sum	Mean
<b>A1</b>	1.0000	2.0000	7.0000	3.0000	13.0000	3.2500
<b>A2</b>	0.5000	1.0000	3.0000	3.0000	7.5000	1.8750
<b>A3</b>	0.1429	0.3333	1.0000	2.0000	3.4762	0.8690
<b>A4</b>	0.3333	0.3333	0.5000	1.0000	2.1667	0.5417
	1.9762	3.6667	11.5000	9.0000	26.1429	6.5357

A1 = Sub criteria flexibility

A2 = Sub criteria location

A3 = Sub criteria Organization and Management

A4 = Sub criteria Social Community Assistance

Tabel 5.21. Matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier cabality criteria*

Criteria	B1	B2	B3	B4	Sum	Mean
<b>B1</b>	1.0000	2.0000	3.0000	7.0000	13.0000	3.2500
<b>B2</b>	0.5000	1.0000	0.5000	2.0000	4.0000	1.0000
<b>B3</b>	0.3333	2.0000	1.0000	2.0000	5.3333	1.3333
<b>B4</b>	0.1429	0.5000	0.5000	1.0000	2.1429	0.5357
	1.9762	5.5000	5.0000	12.0000	24.4762	6.1190

B1 = Sub criteria accessibility

B2 = Sub criteria HRD

B3 = Sub criteria Production planning

B4 = Sub criteria Facilities support system

Tabel 5.22. Matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier sustainability criteria*

Criteria	C1	C2	C3	C4	Sum	Mean
<b>C1</b>	1.0000	0.2000	0.2000	0.1111	1.5111	0.3778
<b>C2</b>	5.0000	1.0000	0.5000	0.5000	7.0000	1.7500
<b>C3</b>	5.0000	2.0000	1.0000	1.0000	9.0000	2.2500
<b>C4</b>	9.0009	2.0000	1.0000	1.0000	13.0009	3.2502
	20.0009	5.2000	2.7000	2.6111	30.5120	7.6280

C1 = Sub criteria Reputation and Experience

C2 = Sub criteria Disaster prone

C3 = Sub criteria Technology capability

C4 = Sub criteria Green competence

### 5.2.2. Local priority

Setelah matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) diperoleh, kemudian dicari eigen vektornya untuk mendapatkan *local priority*. *Local priority* tersebut harus dicari di setiap tingkat hierarki karena matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*)-nya ada pada setiap tingkat, yakni tingkat kriteria dan tingkat sub kriteria. Oleh sebab itu, akan dihasilkan *local priority* sebanyak empat buah sesuai dengan jumlah matrik perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*)-nya, yakni satu *local priority* untuk kriteria dan tiga *local priority* untuk sub kriteria.

Tabel 5.23. Matrik *local priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar kriteria

Criteria	A	B	C	D	Sum	Eigen vector /Local Priority
<b>A</b>	0.4179	0.3125	0.6452	0.3889	1.7645	<b>0.4411</b>
<b>B</b>	0.4179	0.3125	0.1613	0.2778	1.1695	<b>0.2924</b>
<b>C</b>	0.1045	0.3125	0.1613	0.2778	0.8560	<b>0.2140</b>
<b>D</b>	0.0597	0.0625	0.0323	0.0556	0.2100	<b>0.0525</b>
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	<b>1.0000</b>

A = Supplier essential criteria

B = Supplier cabality criteria

C = Supplier sustainability criteria

D = Supplier relationship criteria

*Local priority* merupakan penentuan bobot kriteria atau sub kriteria untuk mengetahui tingkat kepentingan dari masing-masing kriteria atau sub kriteria. Caranya adalah dengan membagi masing-masing nilai perbandingan relatif antar kriteria atau sub kriteria dengan jumlah total. Kriteria atau sub kriteria yang memiliki nilai tertinggi berarti dinilai memiliki prioritas tertinggi. Hasil *local priority* untuk matrik perbandingan berpasangan antar kriteria dapat dilihat di Tabel 5.23.

Dari matriks bobot antar kriteria (*local priority*) diketahui bahwa kriteria *supplier essential* mendapat prioritas tertinggi, dengan bobot 0,4411 atau 44,11%. Dengan bobot sedemikian tinggi (mendekati 50%), maka kriteria ini menjadi faktor kunci sebagai penentu dalam memilih pemasok. Ini menunjukkan bahwa kriteria *supplier essential* dianggap paling penting dibandingkan dengan kriteria lainnya. Sedangkan urutan kedua adalah kriteria *supplier capability* dengan nilai 29,24%. Kriteria yang menempati posisi ketiga adalah kriteria *supplier sustainability* dengan bobot 21,40%, sedangkan urutan terakhir ditempati oleh kriteria *supplier relationship* dengan bobot 5,25%.

Hasil *local priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier essential criteria* dapat dilihat dalam Tabel 5.24. Adapun untuk hasil *local priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier capability criteria* dapat dilihat dalam Tabel 5.25. Dan yang terakhir adalah hasil *local priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier sustainability criteria* dapat dilihat dalam Tabel 5.26. Hasil *local priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria di Tabel 5.24 sampai dengan Tabel 5.26 memiliki makna sedikit berbeda dengan *local priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar kriteria yang ada di Tabel 5.23. Jika Tabel 5.24 sampai dengan Tabel 5.26 hanya berlaku dalam lingkup satu kriteria tertentu saja, sedangkan Tabel 5.23 berlaku dalam lingkup pemilihan pemasok. Misalkan pada Tabel 5.24, sub kriteria *flexibility* memiliki prioritas tertinggi dengan nilai sebesar 49,84% jika dilihat dari aspek atau faktor *supplier essential* saja. Demikian pula untuk sub kriteria yang lain juga memiliki urutan prioritas selanjutnya, namun hanya jika dilihat dari aspek atau faktor *supplier essential* saja.

Tabel 5.24. Matrik *local priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier essential criteria*

Criteria	A1	A2	A3	A4	Sum	Eigen vector /Local Priority
<b>A1</b>	0.5060	0.5455	0.6087	0.3333	1.9935	<b>0.4984</b>
<b>A2</b>	0.2530	0.2727	0.2609	0.3333	1.1199	<b>0.2800</b>
<b>A3</b>	0.0723	0.0909	0.0870	0.2222	0.4724	<b>0.1181</b>
<b>A4</b>	0.1687	0.0909	0.0435	0.1111	0.4142	<b>0.1035</b>
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	<b>1.0000</b>

A1 = Sub criteria flexibility

A2 = Sub criteria location

A3 = Sub criteria Organization and Management

A4 = Sub criteria Social Community Assistance

Tabel 5.25. Matrik *local priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier cabality criteria*

Kriteria	B1	B2	B3	B4	Jumlah	Eigen vector /Local Priority
<b>B1</b>	0.5060	0.3636	0.6000	0.5833	2.0530	<b>0.5132</b>
<b>B2</b>	0.2530	0.1818	0.1000	0.1667	0.7015	<b>0.1754</b>
<b>B3</b>	0.1687	0.3636	0.2000	0.1667	0.8990	<b>0.2247</b>
<b>B4</b>	0.0723	0.0909	0.1000	0.0833	0.3465	<b>0.0866</b>
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	<b>1.0000</b>

B1 = Sub criteria accessibility

B2 = Sub criteria HRD

B3 = Sub criteria Production planning

B4 = Sub criteria Facilities support system

Tabel 5.27. Matrik *local priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier sustainability criteria*

Kriteria	C1	C2	C3	C4	Jumlah	Eigen vector /Local Priority
<b>C1</b>	0.0500	0.0385	0.0741	0.0425	0.2051	<b>0.0513</b>
<b>C2</b>	0.2500	0.1923	0.1852	0.1915	0.8190	<b>0.2047</b>
<b>C3</b>	0.2500	0.3846	0.3704	0.3830	1.3880	<b>0.3470</b>
<b>C4</b>	0.4500	0.3846	0.3704	0.3830	1.5880	<b>0.3970</b>
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	<b>1.0000</b>

C1 = Sub criteria Reputation and Experience

C2 = Sub criteria Disaster prone

C3 = Sub criteria Technology capability

C4 = Sub criteria Green competence

Oleh sebab itu, agar sub kriteria dari masing-masing tabel mulai Tabel 5.24 sampai dengan Tabel 5.26 dapat diketahui tingkat prioritas atau tingkat kepentingan jika dilihat dari aspek atau faktor pemilihan pemasok, maka harus dihitung *global priority*-nya. Untuk mendapatkan *global priority* dapat dilakukan dengan sintesa di antara *local priority* tersebut. Adapun sintesa dari *local priority* yang dimaksud adalah bahwa perkalian antara *local priority* pada tiap sub kriteria dalam satu kriteria dengan hasil *local priority* dari kriteria yang bersesuaian maka disebut dengan *global priority*. Hasil dari matrik *glocal priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier essential criteria* dapat dilihat dalam Tabel 5.27. Adapun proses pembentukan *global priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier essential criteria* (Tabel 5.27) dapat dilihat dalam Gambar 5.3.

Tabel 5.27. Matrik *glocal priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier essential criteria*

Criteria	A1	A2	A3	A4	Sum	Global Priority
<b>A1</b>	0.5060	0.5455	0.6087	0.3333	1.9935	0.2198
<b>A2</b>	0.2530	0.2727	0.2609	0.3333	1.1199	0.1235
<b>A3</b>	0.0723	0.0909	0.0870	0.2222	0.4724	0.0521
<b>A4</b>	0.1687	0.0909	0.0435	0.1111	0.4142	0.0457
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	<b>0.4411</b>

A1 = Sub criteria flexibility

A2 = Sub criteria location

A3 = Sub criteria Organization and Management

A4 = Sub criteria Social Community Assistance



Tabel 5.22. Matrik *local priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar kriteria

Criteria	A	B	C	D	Sum	Eigen vector /Local Priority
A	0.4179	0.3125	0.6452	0.3889	1.7645	<b>0.4411</b>
B	0.4179	0.3125	0.1613	0.2778	1.1695	<b>0.2924</b>
C	0.1045	0.3125	0.1613	0.2778	0.8560	<b>0.2140</b>
D	0.0597	0.0625	0.0323	0.0556	0.2100	<b>0.0525</b>
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	<b>1.0000</b>

Tabel 5.23. Matrik *local priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier essential criteria*

Criteria	A1	A2	A3	A4	Sum	Eigen vector /Local Priority
A1	0.5060	0.5455	0.6087	0.3333	1.9935	<b>0.4984</b>
A2	0.2530	0.2727	0.2609	0.3333	1.1199	<b>0.2800</b>
A3	0.0723	0.0909	0.0870	0.2222	0.4724	<b>0.1181</b>
A4	0.1687	0.0909	0.0435	0.1111	0.4142	<b>0.1035</b>
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	<b>1.0000</b>

Tabel 5.26. Matrik *glocal priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier essential criteria*

Criteria	A1	A2	A3	A4	Sum	Global Priority
A1	0.5060	0.5455	0.6087	0.3333	1.9935	0.2198
A2	0.2530	0.2727	0.2609	0.3333	1.1199	0.1235
A3	0.0723	0.0909	0.0870	0.2222	0.4724	0.0521
A4	0.1687	0.0909	0.0435	0.1111	0.4142	0.0457
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	<b>0.4411</b>

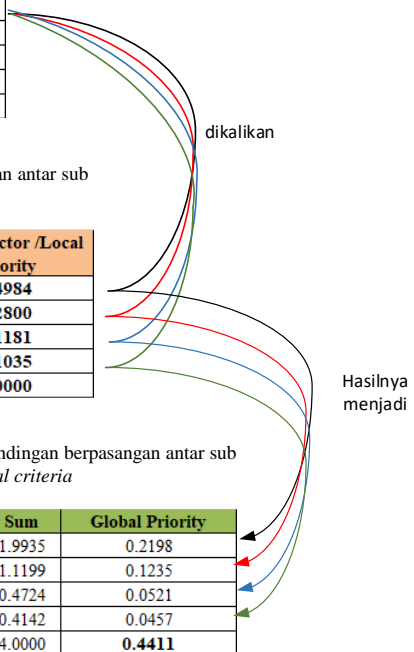
Gambar 5.3. Proses pembentukan *glocal priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier essential criteria*

Hasil dari matrik *glocal priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier capability criteria* dapat dilihat dalam Tabel 5.28. Adapun proses pembentukan *global priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier capability criteria* (Tabel 5.28) dapat dilihat dalam Gambar 5.4.

Tabel 5.28. Matrik *glocal priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier cabality criteria*

Kriteria	B1	B2	B3	B4	Jumlah	Global Priority
B1	0.5060	0.3636	0.6000	0.5833	2.0530	0.1501
B2	0.2530	0.1818	0.1000	0.1667	0.7015	0.0513
B3	0.1687	0.3636	0.2000	0.1667	0.8990	0.0657
B4	0.0723	0.0909	0.1000	0.0833	0.3465	0.0253
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	<b>0.2924</b>

- B1 = Sub criteria accessibility
- B2 = Sub criteria HRD
- B3 = Sub criteria Production planning
- B4 = Sub criteria Facilities support system



Tabel 5.22. Matrik *local priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar kriteria

Criteria	A	B	C	D	Sum	Eigen vector /Local Priority
A	0.4179	0.3125	0.6452	0.3889	1.7645	<b>0.4411</b>
B	0.4179	0.3125	0.1613	0.2778	1.1695	<b>0.2924</b>
C	0.1045	0.3125	0.1613	0.2778	0.8560	<b>0.2140</b>
D	0.0597	0.0625	0.0323	0.0556	0.2100	<b>0.0525</b>
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	<b>1.0000</b>

Tabel 5.24. Matrik *local priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier cabality criteria*

Kriteria	B1	B2	B3	B4	Jumlah	Eigen vector /Local Priority
B1	0.5060	0.3636	0.6000	0.5833	2.0530	<b>0.5132</b>
B2	0.2530	0.1818	0.1000	0.1667	0.7015	<b>0.1754</b>
B3	0.1687	0.3636	0.2000	0.1667	0.8990	<b>0.2247</b>
B4	0.0723	0.0909	0.1000	0.0833	0.3465	<b>0.0866</b>
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	<b>1.0000</b>

Tabel 5.27. Matrik *glocal priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier cabality criteria*

Kriteria	B1	B2	B3	B4	Jumlah	Global Priority
B1	0.5060	0.3636	0.6000	0.5833	2.0530	0.1501
B2	0.2530	0.1818	0.1000	0.1667	0.7015	0.0513
B3	0.1687	0.3636	0.2000	0.1667	0.8990	0.0657
B4	0.0723	0.0909	0.1000	0.0833	0.3465	0.0253
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	<b>0.2924</b>

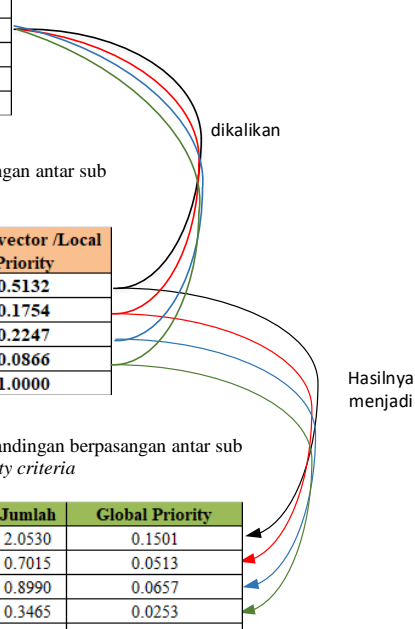
Gambar 5.4. Proses pembentukan *glocal priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier capability criteria*

Tabel 5.29. Matrik *glocal priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier sustainability criteria*

Kriteria	C1	C2	C3	C4	Jumlah	Global Priority
C1	0.0500	0.0385	0.0741	0.0425	0.2051	0.0110
C2	0.2500	0.1923	0.1852	0.1915	0.8190	0.0438
C3	0.2500	0.3846	0.3704	0.3830	1.3880	0.0743
C4	0.4500	0.3846	0.3704	0.3830	1.5880	0.0850
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	<b>0.2140</b>

- C1 = Sub criteria Reputation and Experience
- C2 = Sub criteria Disaster prone
- C3 = Sub criteria Technology capability
- C4 = Sub criteria Green competence

Hasil dari matrik *glocal priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier sustainability criteria* dapat dilihat dalam Tabel 5.29. Adapun proses pembentukan *global priority* dari matrik perbandingan



berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier sustainability criteria* (Tabel 5.29) dapat dilihat dalam Gambar 5.5.

Tabel 5.22. Matrik *local priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar kriteria

Criteria	A	B	C	D	Sum	Eigen vector /Local Priority
A	0.4179	0.3125	0.6452	0.3889	1.7645	<b>0.4411</b>
B	0.4179	0.3125	0.1613	0.2778	1.1695	<b>0.2924</b>
C	0.1045	0.3125	0.1613	0.2778	0.8560	<b>0.2140</b>
D	0.0597	0.0625	0.0323	0.0556	0.2100	<b>0.0525</b>
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	<b>1.0000</b>

Tabel 5.25. Matrik *local priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier sustainability criteria*

Kriteria	C1	C2	C3	C4	Jumlah	Eigen vector /Local Priority
C1	0.0500	0.0385	0.0741	0.0425	0.2051	<b>0.0513</b>
C2	0.2500	0.1923	0.1852	0.1915	0.8190	<b>0.2047</b>
C3	0.2500	0.3846	0.3704	0.3830	1.3880	<b>0.3470</b>
C4	0.4500	0.3846	0.3704	0.3830	1.5880	<b>0.3970</b>
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	<b>1.0000</b>

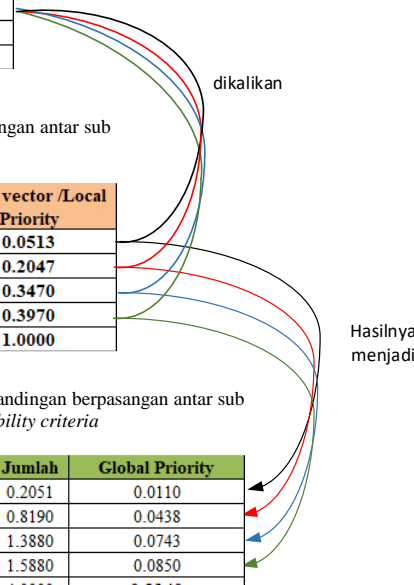
Tabel 5.28. Matrik *global priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier sustainability criteria*

Kriteria	C1	C2	C3	C4	Jumlah	Global Priority
C1	0.0500	0.0385	0.0741	0.0425	0.2051	0.0110
C2	0.2500	0.1923	0.1852	0.1915	0.8190	0.0438
C3	0.2500	0.3846	0.3704	0.3830	1.3880	0.0743
C4	0.4500	0.3846	0.3704	0.3830	1.5880	0.0850
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	<b>0.2140</b>

Gambar 5.5. Proses pembentukan *global priority* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier sustainability criteria*

### 5.2.3. Logical consistency

Dalam hal ini, ada dua makna tentang konsistensi. Makna pertama adalah bahwa objek-objek yang serupa bisa dikelompokkan berdasarkan pada keseragaman dan relevansinya. Makna kedua adalah tingkat hubungan antara objek-objek sesuai dengan kriteria tertentu. Pengukuran *local consistency* adalah dimulai dari perhitungan indek konsistensi dengan menggunakan Persamaan (2.4) dan perhitungan rasio konsistensi dengan menggunakan Persamaan (2.5).



Tabel 5.30. Matrik *local consistency* dari matrik perbandingan berpasangan antar kriteria

Criteria	A	B	C	D	Sum	Eigen value ( $\lambda$ )	
<b>A</b>	0.4411	0.2924	0.8560	0.3675	1.9571	4.4366	
<b>B</b>	0.4411	0.2924	0.2140	0.2625	1.2100	4.1386	
<b>C</b>	0.1103	0.2924	0.2140	0.2625	0.8792	4.1081	
<b>D</b>	0.0630	0.0585	0.0428	0.0525	0.2168	4.1292	
<b>Total</b>	1.0555	0.9356	1.3269	0.9451	4.2630	4.2031	
						<b>CI</b>	<b>0.0677</b>
						<b>RI</b>	<b>0.9000</b>
						<b>CR</b>	<b>0.0752</b>
						<b>conclusion</b>	<b>valid</b>

A = Supplier essential criteria

B = Supplier cabality criteria

C = Supplier sustainability criteria

D = Supplier relationship criteria

Tabel 5.31. Matrik *local consistency* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier essential criteria*

Criteria	A1	A2	A3	A4	Sum	Eigen value ( $\lambda$ )	
<b>A1</b>	0.4984	0.5600	0.8267	0.3106	2.1956	4.4056	
<b>A2</b>	0.2492	0.2800	0.3543	0.3106	1.1941	4.2648	
<b>A3</b>	0.0712	0.0933	0.1181	0.2071	0.4897	4.1467	
<b>A4</b>	0.1661	0.0933	0.0590	0.1035	0.4220	4.0760	
<b>Total</b>	0.9849	1.0266	1.3581	0.9319	4.3015	4.2233	
						<b>CI</b>	<b>0.0744</b>
						<b>RI</b>	<b>0.9000</b>
						<b>CR</b>	<b>0.0827</b>
						<b>conclusion</b>	<b>valid</b>

A1 = Sub criteria flexibility

A2 = Sub criteria location

A3 = Sub criteria Organization and Management

A4 = Sub criteria Social Community Assistance

Tabel 5.32. Matrik *local consistency* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier cabality criteria*

Kriteria	B1	B2	B3	B4	Jumlah	Eigen value ( $\lambda$ )	
<b>B1</b>	0.5132	0.3507	0.6742	0.6064	2.1447	4.1786	
<b>B2</b>	0.2566	0.1754	0.1124	0.1733	0.7176	4.0920	
<b>B3</b>	0.1711	0.3507	0.2247	0.1733	0.9198	4.0928	
<b>B4</b>	0.0733	0.0877	0.1124	0.0866	0.3600	4.1556	
<b>Total</b>	1.0143	0.9646	1.1237	1.0396	4.1422	4.1298	
						<b>CI</b>	<b>0.0433</b>
						<b>RI</b>	<b>0.9000</b>
						<b>CR</b>	<b>0.0481</b>
						<b>conclusion</b>	<b>valid</b>

B1 = Sub criteria accessibility

B2 = Sub criteria HRD

B3 = Sub criteria Production planning

B4 = Sub criteria Facilities support system

Tabel 5.33. Matrik *local consistency* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier sustainability criteria*

Kriteria	C1	C2	C3	C4	Jumlah	Eigen value ( $\lambda$ )	
<b>C1</b>	0.0513	0.0409	0.0694	0.0441	0.2057	4.0125	
<b>C2</b>	0.2564	0.2047	0.1735	0.1985	0.8331	4.0690	
<b>C3</b>	0.2564	0.4095	0.3470	0.3970	1.4098	4.0630	
<b>C4</b>	0.4615	0.4095	0.3470	0.3970	1.6150	4.0679	
<b>Total</b>	1.0255	1.0647	0.9369	1.0366	4.0636	4.0531	
						<b>CI</b>	<b>0.0177</b>
						<b>RI</b>	<b>0.9000</b>
						<b>CR</b>	<b>0.0197</b>
						<b>conclusion</b>	<b>valid</b>

C1 = Sub criteria Reputation and Experience

C2 = Sub criteria Disaster prone

C3 = Sub criteria Technology capability

C4 = Sub criteria Green competence

Hasil *local consistency* untuk matrik perbandingan berpasangan antar kriteria dapat dilihat di Tabel 5.30. Hasil *local consistency* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier essential criteria* dapat dilihat dalam Tabel 5.31. Adapun untuk hasil *local consistency* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier capability criteria* dapat dilihat dalam

Tabel 5.32. Hasil berikutnya adalah *local consistency* dari matrik perbandingan berpasangan antar sub kriteria dalam *supplier sustainability criteria* dapat dilihat dalam Tabel 5.33. Berdasarkan pada semua tabel tersebut, maka dapat dilihat bahwa semua nilai rasio konsistensi (*consistency ratio*) bernilai kurang dari 0,1. Oleh sebab itu, maka dapat disimpulkan bahwa hasil dari semua matrik perbandingan berpasangan yang sebelumnya dinyatakan valid atau sah dan tidak perlu dilakukan perulangan pengisian matrik perbandingan. Dengan demikian, *global priority* untuk sub kriteria dan *local priority* untuk kriteria dapat digunakan sebagai pembobotan kriteria dan sub kriteria dalam pemilihan pemasok. Rangkuman hasil *local* dan *global priority* dapat dilihat dalam Tabel 5.27.

Tabel 5.34. Hasil akhir *local* dan *global consistency* dari kriteria dan sub kriteria

No	Criteria	Sub-criteria	Local priority	Global priority
1	A = Supplier essential criteria 0.4411	A1 = Sub criteria flexibility	0.4984	0.21984
		A2 = Sub criteria location	0.2800	0.12351
		A3 = Sub criteria Organization and Management	0.1181	0.05209
		A4 = Sub criteria Social Community Assistance	0.1035	0.04567
2	B = Supplier cabality criteria 0.2924	B1 = Sub criteria accessibility	0.5132	0.15006
		B2 = Sub criteria HRD	0.1754	0.05127
		B3 = Sub criteria Production planning	0.2247	0.06571
		B4 = Sub criteria Facilities support system	0.0866	0.02533
3	C = Supplier sustainability criteria 0.2140	C1 = Sub criteria Reputation and Experience	0.05127	0.01097
		C2 = Sub criteria Disaster prone	0.20474	0.04382
		C3 = Sub criteria Technology capability	0.34699	0.07426
		C4 = Sub criteria Green competence	0.39700	0.08496
4	D = Supplier relationship criteria 0.0525	D1 = Sub criteria relationship	0.05250	0.05250
	1.0000			1.00000

## 5.2. Pemilihan pemasok

Dalam hal ini, PT. Wijaya Karya Beton Tbk memiliki empat pemasok besi beton, yakni PT. ISBS, PT. MS, PT. CBS, dan PT. ICT. Pengambil keputusan dalam masalah pemilihan pemasok berada pada department *purchasing* PT. Wijaya Karya Beton Tbk. Oleh karena itu, team yang ada dalam departemen tersebut memberikan penilaian terhadap masing-masing pemasok. Untuk dapat dilakukan penilaian masing-masing pengambil keputusan terhadap tiap pemasok berdasarkan pada sub kriteria maka diperlukan aturan dalam memberikan penilaian itu sendiri.

Secara umum, aturan dalam pemberian nilai adalah dengan menggunakan skala likert antara angka 1 (satu) sampai dengan angka 5 (lima). Skala likert angka 2 (dua) bermakna *bad*, sedangkan skala liker angka 3 (tiga) adalah berarti *neither good but not bad*, dan skala liker tangka 4 (empat) memiliki arti *good*. Skala likert tertinggi yakni 5 (lima) memiliki makna *very good*, sedangkan skala likert terendah yakni 1 (satu) memiliki arti *very bad*. Namun, aturan ini hanya berlaku untuk dua sub kriteria saja, yakni sub kriteria HRD dan sub kriteria *production planning*, sedangkan yang lainnya mengikuti kondisi sifat dari masing-masing sub kriterianya. Hal ini dapat dilihat secara lengkap dalam Tabel 5.27.

Tabel 5.35. Aturan penilaian dari tiap sub kriteria

No	Criteria	Sub-criteria	Likert scale				
			1	2	3	4	5
1	A = Supplier essential criteria	A1 = Sub criteria flexibility	very inflexible	inflexible	a little flexible	flexible	very flexible
		A2 = Sub criteria location	very close	nearby	a little far	far	very far
		A3 = Sub criteria Organization and Management	very not complicated	not complicated	a little complicated	complicated	very complicated
		A4 = Sub criteria Social Community Assistance	very rarely	rarely	sometimes	often	very often
2	B = Supplier cabality criteria	B1 = Sub criteria accessibility	very easy	easy	not easy	hard	very hard
		B2 = Sub criteria HRD	very bad	bad	not bad	good	very good
		B3 = Sub criteria Production planning	very bad	bad	not bad	good	very good
		B4 = Sub criteria Facilities support system	very not complete	not complete	a little complete	complete	very complete
3	C = Supplier sustainability criteria	C1 = Sub criteria Reputation and Experience	very not reputable	not reputable	a little reputable	reputable	very reputable
		C2 = Sub criteria Disaster prone	very low risk	low risk	a little high risk	high risk	very high risk
		C3 = Sub criteria Technology capability	very not capable	not capable	a little capable	capable	very capable
		C4 = Sub criteria Green competence	very incompetence	incompetence	a little competence	competence	very competence
4	D = Supplier relationship	D1 = Sub criteria relationship	very can not be trusted	can not be trusted	a little trustworthy	trustworthy	very trustworthy

Pengambil keputusan yang ada di departemen *purchasing* kemudian melakukan penilaian kepada tiap pemasok berdasarkan pada aturan penilaian yang sudah ditetapkan sebelumnya. Setiap pemasok mendapatkan penilaian dari lima pengambil keputusan tersebut untuk masing-masing sub kriteria. Hasil penilaian dari semua pengambil terhadap setiap pemasok dari masing-masing sub kriteria dapat dilihat pada Tabel 5.29. Sebelum dikalikan dengan bobot dari masing-masing sub kriteria, maka hasil penilaian dari lima pengambil keputusan harus dijadikan satu menggunakan rata-rata geometrik dengan menggunakan Persamaan (2.6) dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.30. langkah selanjutnya adalah tiap nilai rata-

rata geometrik dari masing-masing sub kriteria dikalikan dengan bobotnya. Apabila hasil perkalian tersebut dijumlahkan, maka akan diperoleh total nilai dari tiap pemasok. Urutan pemasok biasanya didasarkan pada urutan tersebut.

Cara yang tersebut diatas dapat diterapkan apabila skala *likert* dari masing-masing nilai sub kriteria memiliki karakteristik yang sama. Artinya bahwa nilai yang ada di semua sub kriteria memberikan penilaian yang jelek untuk angka terendah dan memeberikan penilaian yang terbaik untuk angka tertinggi. Demikian pula jika sebaliknya, akan sama pula. Namun, dalam penelitian ini, ada beberapa sub kriteria yang memberikan penilaian skala *likert* yang berbeda dengan sub kriteria lainnya. Misalkan saja, sub kriteria *location*, *accessibility*, dan *disaster prone*. Ketiga sub kriteria tersebut memberikan nilai yang baik jika angkanya semakin kecil, sedangkan untuk sub kriteria yang lainnya adalah sebaliknya. Oleh sebab itu, maka matrik penelitian ini menggunakan Persamaan (2.7) sampai dengan Persamaan (2.10). Oleh sebab itu, hasil penilaian di Tabel 5.28 diperbaiki menggunakan Persamaan (2.8) dan Persamaan (2.9) sehingga menghasilkan Tabel 5.30. Akibatnya *table geometric* mean-nya juga berubah dari Tabel 5.30 menjadi Tabel 5.32.

Tabel 5.36. Hasil penilaian dari tiap sub kriteria

No	Criteria	Sub-criteria	Global priority	PT. ISBS					PT. MS					PT. CBS					PT. ICT				
				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	A = Supplier essential criteria	A1 = Sub criteria flexibility	0.21984	4	3	4	5	2	3	5	4	3	2	3	3	2	3	3	5	3	4	3	4
		A2 = Sub criteria location	0.12351	5	4	3	4	5	4	2	4	3	5	3	2	4	2	2	2	2	3	2	1
		A3 = Sub criteria Organization and Management	0.05209	3	4	2	3	2	5	4	2	3	5	5	4	4	3	3	2	4	2	3	2
		A4 = Sub criteria Social Community Assistance	0.04567	2	4	2	4	3	4	3	3	5	4	3	3	3	4	2	2	3	2	4	2
2	B = Supplier cabality criteria	B1 = Sub criteria accessibility	0.15006	3	5	4	3	2	4	3	4	5	2	1	2	3	1	3	4	2	3	4	3
		B2 = Sub criteria HRD	0.05127	4	2	4	3	5	5	4	3	4	5	2	3	1	4	2	5	3	5	4	2
		B3 = Sub criteria Production planning	0.06571	5	4	2	3	5	3	4	2	3	2	4	3	4	5	4	5	3	4	5	4
		B4 = Sub criteria Facilities support	0.02533	4	3	3	5	4	2	4	2	4	3	3	4	3	3	2	3	4	5	3	5
3	C = Supplier sustainability criteria	C1 = Sub criteria Reputation and Experience	0.01097	1	2	3	1	3	3	3	2	3	3	4	3	4	3	5	4	3	4	4	4
		C2 = Sub criteria Disaster prone	0.04382	2	3	1	4	2	3	2	4	2	2	3	4	4	2	3	3	3	4	3	3
		C3 = Sub criteria Technology capability	0.07426	4	3	4	5	4	5	4	4	3	3	3	4	3	5	2	3	2	3	2	2
		C4 = Sub criteria Green competence	0.08496	3	4	3	3	2	3	3	3	4	2	4	5	3	3	2	4	2	3	3	2
4	D = Supplier relationship criteria	D1 = Sub criteria relationship	0.05250	5	4	5	4	5	4	5	3	4	5	5	4	4	4	3	3	4	5	4	3





Tabel 5.37. Hasil *geometric mean* dari penilaian untuk tiap sub kriteria

No	Criteria	Sub-criteria	Global priority	Geometric mean			
				PT. ISBS	PT. MS	PT. CBS	PT. ICT
1	A = Supplier essential criteria	A1 = Sub criteria flexibility	0.21984	3.44	3.25	2.77	3.73
		A2 = Sub criteria location	0.12351	4.13	3.44	2.49	1.89
		A3 = Sub criteria Organization and Management	0.05209	2.70	3.59	3.73	2.49
		A4 = Sub criteria Social Community Assistance	0.04567	2.86	3.73	2.93	2.49
2	B = Supplier cabality criteria	B1 = Sub criteria accessibility	0.15006	3.25	3.44	1.78	3.10
		B2 = Sub criteria HRD	0.05127	3.44	4.13	2.17	3.59
		B3 = Sub criteria Production planning	0.06571	3.59	2.70	3.95	4.13
		B4 = Sub criteria Facilities support system	0.02533	3.73	2.86	2.93	3.90
3	C = Supplier sustainability criteria	C1 = Sub criteria Reputation and Experience	0.01097	1.78	2.77	3.73	3.78
		C2 = Sub criteria Disaster prone	0.04382	2.17	2.49	3.10	3.18
		C3 = Sub criteria Technology capability	0.07426	3.95	3.73	3.25	2.35
		C4 = Sub criteria Green competence	0.08496	2.93	2.93	3.25	2.70
4	D = Supplier relationship criteria	D1 = Sub criteria relationship	0.05250	4.57	4.13	3.95	3.73

Tabel 5.38. Hasil penilaian dari tiap sub kriteria yang sudah disesuaikan

No	Criteria	Sub-criteria	Global priority	PT. ISBS					PT. MS					PT. CBS					PT. ICT				
				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	A = Supplier essential criteria	A1 = Sub criteria flexibility	0.21984	4	3	4	5	2	3	5	4	3	2	3	3	2	3	3	5	3	4	3	4
		A2 = Sub criteria location	0.12351	0.2	0.25	0.33	0.25	0.2	0.25	0.5	0.25	0.33	0.2	0.33	0.5	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.33	0.5	1
		A3 = Sub criteria Organization and Management	0.05209	3	4	2	3	2	5	4	2	3	5	5	4	4	3	3	2	4	2	3	2
		A4 = Sub criteria Social Community Assistance	0.04567	2	4	2	4	3	4	3	3	5	4	3	3	3	4	2	2	3	2	4	2
2	B = Supplier cabality criteria	B1 = Sub criteria accessibility	0.15006	0.33	0.2	0.25	0.33	0.5	0.25	0.33	0.25	0.2	0.5	1	0.5	0.33	1	0.33	0.25	0.5	0.33	0.25	0.33
		B2 = Sub criteria HRD	0.05127	4	2	4	3	5	5	4	3	4	5	2	3	1	4	2	5	3	5	4	2
		B3 = Sub criteria Production planning	0.06571	5	4	2	3	5	3	4	2	3	2	4	3	4	5	4	5	3	4	5	4
		B4 = Sub criteria Facilities support	0.02533	4	3	3	5	4	2	4	2	4	3	3	4	3	3	2	3	4	5	3	5
3	C = Supplier sustainability criteria	C1 = Sub criteria Reputation and Experience	0.01097	1	2	3	1	3	3	3	2	3	3	4	3	4	3	5	4	3	4	4	4
		C2 = Sub criteria Disaster prone	0.04382	0.5	0.33	1	0.25	0.5	0.33	0.5	0.25	0.5	0.5	0.33	0.25	0.25	0.5	0.33	0.33	0.33	0.25	0.33	0.33
		C3 = Sub criteria Technology capability	0.07426	4	3	4	5	4	5	4	4	3	3	3	4	3	5	2	3	2	3	2	2
		C4 = Sub criteria Green competence	0.08496	3	4	3	3	2	3	3	3	4	2	4	5	3	3	2	4	2	3	3	2
4	D = Supplier relationship criteria	D1 = Sub criteria relationship	0.05250	5	4	5	4	5	4	5	3	4	5	5	4	4	4	3	3	4	5	4	3

Setelah dilakukan penyesuaian hasil penilaian di Tabel 5.29 menggunakan Persamaan (2.8) dan Persamaan (2.9) yang menghasilkan Tabel 5.30 serta perubahan *table geometric mean* di Tabel 5.29 menjadi Tabel 5.32, maka langkah selanjutnya adalah melakukan normalisasi. Tabel yang dinormalisasi adalah Tabel 5.32 karena tabel ini adalah sudah menggabungkan semua hasil penilaian dari semua pengambil keputusan dan sudah disesuaikan. Hasil dari normalisasi matrik *geometric mean* penilaian ada dalam Tabel 5.33. Langkah selanjutnya adalah dengan mengalikan antara hasil normalisasi tersebut dengan *global priority* dari tiap sub kriteria yang bersesuaian menggunakan Persamaan (2.10). Hasil dari perkalian antara *global priority* dari tiap sub kriteria dengan hasil normalisasi penilaian pengambil keputusan dapat dilihat dalam Tabel 5.34.

Tabel 5.39. Hasil *geometric mean* dari penilaian untuk tiap sub kriteria yang disesuaikan

No	Criteria	Sub-criteria	Global priority	Geometric mean			
				PT. ISBS	PT. MS	PT. CBS	PT. ICT
1	A = Supplier essential criteria	A1 = Sub criteria flexibility	0.21984	3.44	3.25	2.77	3.73
		A2 = Sub criteria location	0.12351	0.24	0.29	0.40	0.53
		A3 = Sub criteria Organization and Management	0.05209	2.70	3.59	3.73	2.49
		A4 = Sub criteria Social Community Assistance	0.04567	2.86	3.73	2.93	2.49
2	B = Supplier cabality criteria	B1 = Sub criteria accessibility	0.15006	0.31	0.29	0.56	0.32
		B2 = Sub criteria HRD	0.05127	3.44	4.13	2.17	3.59
		B3 = Sub criteria Production planning	0.06571	3.59	2.70	3.95	4.13
		B4 = Sub criteria Facilities support system	0.02533	3.73	2.86	2.93	3.90
3	C = Supplier sustainability criteria	C1 = Sub criteria Reputation and Experience	0.01097	1.78	2.77	3.73	3.78
		C2 = Sub criteria Disaster prone	0.04382	0.46	0.40	0.32	0.31
		C3 = Sub criteria Technology capability	0.07426	3.95	3.73	3.25	2.35
		C4 = Sub criteria Green competence	0.08496	2.93	2.93	3.25	2.70
4	D = Supplier relationship criteria	D1 = Sub criteria relationship	0.05250	4.57	4.13	3.95	3.73

Tabel 5.40. Hasil normalisasi dari matrik *geometric mean* penilaian

No	Criteria	Sub-criteria	Global priority	Normalization matrix				Sum
				PT. ISBS	PT. MS	PT. CBS	PT. ICT	
1	A = Supplier essential criteria	A1 = Sub criteria flexibility	0.21984	0.26	0.25	0.21	0.28	1.00
		A2 = Sub criteria location	0.12351	0.17	0.20	0.27	0.36	1.00
		A3 = Sub criteria Organization and Management	0.05209	0.22	0.29	0.30	0.20	1.00
		A4 = Sub criteria Social Community Assistance	0.04567	0.24	0.31	0.24	0.21	1.00
2	B = Supplier cabality criteria	B1 = Sub criteria accessibility	0.15006	0.21	0.20	0.38	0.22	1.00
		B2 = Sub criteria HRD	0.05127	0.26	0.31	0.16	0.27	1.00
		B3 = Sub criteria Production planning	0.06571	0.25	0.19	0.27	0.29	1.00
		B4 = Sub criteria Facilities support system	0.02533	0.28	0.21	0.22	0.29	1.00
3	C = Supplier sustainability criteria	C1 = Sub criteria Reputation and Experience	0.01097	0.15	0.23	0.31	0.31	1.00
		C2 = Sub criteria Disaster prone	0.04382	0.31	0.27	0.21	0.21	1.00
		C3 = Sub criteria Technology capability	0.07426	0.30	0.28	0.24	0.18	1.00
		C4 = Sub criteria Green competence	0.08496	0.25	0.25	0.27	0.23	1.00
4	D = Supplier relationship criteria	D1 = Sub criteria relationship	0.05250	0.28	0.25	0.24	0.23	1.00

Tabel 5.41. Hasil penilaian pemasok

No	Criteria	Sub-criteria	Global priority	Supplier value			
				PT. ISBS	PT. MS	PT. CBS	PT. ICT
1	A = Supplier essential criteria	A1 = Sub criteria flexibility	0.21984	0.05735	0.05414	0.04615	0.06220
		A2 = Sub criteria location	0.12351	0.02043	0.02454	0.03386	0.04468
		A3 = Sub criteria Organization and Management	0.05209	0.01125	0.01496	0.01552	0.01037
		A4 = Sub criteria Social Community Assistance	0.04567	0.01088	0.01418	0.01114	0.00947
2	B = Supplier cabalitiy criteria	B1 = Sub criteria accessibility	0.15006	0.03120	0.02945	0.05679	0.03262
		B2 = Sub criteria HRD	0.05127	0.01322	0.01588	0.00834	0.01383
		B3 = Sub criteria Production planning	0.06571	0.01643	0.01235	0.01805	0.01887
		B4 = Sub criteria Facilities support system	0.02533	0.00704	0.00540	0.00553	0.00736
3	C = Supplier sustainability criteria	C1 = Sub criteria Reputation and Experience	0.01097	0.00162	0.00252	0.00339	0.00344
		C2 = Sub criteria Disaster prone	0.04382	0.01347	0.01173	0.00942	0.00920
		C3 = Sub criteria Technology capability	0.07426	0.02209	0.02086	0.01816	0.01316
		C4 = Sub criteria Green competence	0.08496	0.02108	0.02108	0.02335	0.01944
4	D = Supplier relationship criteria	D1 = Sub criteria relationship	0.05250	0.01466	0.01324	0.01266	0.01195
Total value				0.24073	0.24033	0.26236	0.25658



Gambar 5.6. Ranking pemasok



## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **6.1. Kesimpulan**

Berdasarkan pada beberapa hasil yang diperoleh selama penelitian ini dilakukan dengan menggunakan studi kasus di industri beton, maka ada beberapa kesimpulan yang diperoleh. Kesimpulan tersebut antara lain adalah:

1. Kriteria-kriteria yang penting dalam pemilihan pemasok adalah kriteria utama yang terdiri dari sub kriteria *flexibility*, *location*, *organization and management*, serta *social community assistance*. Adapun kriteria yang lain adalah kemampuan pemasok, keberlanjutan pemasok, dan *relationship* dengan pemasok.
2. Hasil uji coba metode usulan dengan cara mengimplementasikan pada kondisi nyata di industri beton menghasilkan solusi yang konsisten dengan lebih cepat dan sederhana dalam implementasinya.

#### **6.2. Saran**

Penelitian ini bisa dikembangkan untuk kasus yang lain, baik dalam industri manufaktur maupun industri jasa dan juga dapat diteruskan untuk penelitian selanjutnya antara lain adalah dalam masalah penghalusan dalam penentuan *score* dan bobot pemasok dengan menggunakan logika *fuzzy*. Karena dengan logika fuzzy dapat mengakomasi lebih luas dari tiap persepsi para pengambil keputusan. Karena selama ini tingkat kepentingan hanya dibatasi pada angka integer saja. Penilaian dengan persepsi yang sama oleh pengambil keputusan yang berbeda akan menghasilkan nilai yang belum tentu sama.





## DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Basset, M., Manogaran, G., Gamal, A., dan Smarandache F. 2018. A hybrid approach of neutrosophic sets and DEMATEL method for developing supplier selection criteria. *Design Automation for Embedded System* 22(3): 257–278.
- Abdollahi, M., Arvan, M., dan Razmi, J. 2015. An integrated approach for supplier portfolio selection: Lean or agile? *Expert Systems with Applications* 42: 679 – 690.
- Aghdaie, M.M., dan Alimardani, M. 2015. Target market selection based on market segment evaluation: a multiple attribute decision making approach. *International Journal of Operational Research* 24(3): 262-278.
- Alimardani, M., Rabbani, M., dan Rafiei, H. 2014. A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP and TOPSIS for supplier selection in agile supply chains. *International Journal of Services and Operations Management* 18(2): 179-211.
- Alinezhad, A. dan Khalili, J. 2019. *New methods and applications in multiple attribute decision making (MADM)*. International Series in Operations Research and Management Science. Springer.
- Anojkumar, L., Ilangkumaran, M., dan Vignesh, M. 2015. A decision making methodology for material selection in sugar industry using hybrid MCDM techniques. *International Journal of Materials and Product Technology* 51(2): 102-126.
- Arsham, H. & Lovric, M. 2011. Bartlett's Test. *International Encyclopedia of Statistical Science*.
- Asthana, N., dan Gupta, M. 2015. Supplier selection using artificial neural network and genetic algorithm. *International Journal of Indian Culture and Business Management* 11(4): 457-472.
- Atkinson, M.A., dan Bayazit, O. 2014. A multi-criteria approach to CPA firm selection: a case study. *International Journal of Procurement Management* 7(1): 1-18.

- Aytac Adali, E. and Tus isik, A. 2016. Air Conditioner Selection Problem with COPRAS and ARAS Methods. *Manas Journal of Social Studies* 5(2): 124-138.
- Azizi, M., dan Mohebbi, N. 2015. A strategic model for selecting the location of furniture factories: a case of the study of furniture. *International Journal of Multicriteria Decision Making* 5(1/2): 87-108.
- Bahrami, Y., Hassani, H., & Maghsoudi, A. 2019. BWM-ARAS: A new hybrid MCDM method for Cu prospectivity mapping in the Abhar area, NW Iran. *Spatial Statistics* 33: 100382.
- Bafrooei, A.A., Mina, H., dan Ghaderi, S.F. 2014. A supplier selection problem in petrochemical industry using common weight data envelopment analysis with qualitative criteria. *International Journal of Industrial and Systems Engineering* 18(3): 404-417.
- Bakhshimazdeh, M., dan Alikhasi, M. 2015. Analysis of strategic and organisational factors of mobile government by using fuzzy approach. *International Journal of Business Information Systems* 19(1): 119-138.
- Balki, M. K., Erdoğan, S., Aydın, S., & Sayin, C. 2020. The optimization of engine operating parameters via SWARA and ARAS hybrid method in a small SI engine using alternative fuels. *Journal of Cleaner Production* 258: 120685.
- Banaeian, N., Nielsen, I. W., Mobli, H., dan Omid, M. 2014. Green supplier selection edible oil production by a hybrid model using delphi method and green data envelopment analysis (GDEA). *Management and Production Engineering Review* 5(4): 3–8
- Banaeian, N., Nielsen, I. W., Mobli, H., dan Omid, M. 2015. Criteria definition and approaches in green supplier selection – a case study for raw material and packaging of food industry. *Production and Manufacturing Research* 3(1): 149-168.
- Banaeian, N., Mobli, H., Fahimnia, B., Nielsen, I.E., dan Omid, M. 2018. Green supplier selection using fuzzy group decision making methods: A case study

- from the agri-food industry. *Computers & Operations Research* 89: 337-347.
- Barak, S., & Dahooei, J. H. 2018. A novel hybrid fuzzy DEA-Fuzzy MADM method for airlines safety evaluation. *Journal of Air Transport Management* 73: 134-149.
- Beil, D. 2009. *Supplier selection*. Stephen M. Ross School of Business.
- Bose, S., Mandal, N., & Nandi, T. 2020. Selection and experimentation of the best hybrid green composite using advanced MCDM methods for clean sustainable energy recovery: A novel approach. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences* 5(3): 556-566.
- Bose, S., Mandal, N., & Nandi, T. 2019. Comparative and Experimental study on Hybrid Metal Matrix Composites using Additive Ratio Assessment and Multi-Attributive Border Approximation area Comparison methods varying the different Weight Percentage of the Reinforcements. *Materials Today: Proceedings* 22(4): 1745-1754.
- Boyacı, A. C. 2020. Selection of eco-friendly cities in Turkey via a hybrid hesitant fuzzy decision making approach. *Applied Soft Computing Journal* 89: 106090.
- Braglia, M. & Petroni, A. 2000. A quality assurance-oriented methodology for handling trade-offs in supplier selection. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 30(2): 96-111.
- Bruno, G., Esposito, E., Genovese, A., dan Simpson, M. 2016. Applying supplier selection methodologies in a multi stakeholder environment: A case study and a critical assessment. *Expert Systems with Applications* 43: 271 - 285.
- Büyüközkan, G., & Göçer, F. 2018. An extension of ARAS methodology under interval valued intuitionistic fuzzy environment for digital supply chain. *Applied Soft Computing Journal*. 69: 634-654.
- Büyüközkan, G., & Güler, M. 2020<sup>a</sup>. Smart watch evaluation with integrated hesitant fuzzy linguistic SAW-ARAS technique measurement. *Journal of the International Measurement Confederation* 153: 107353.

- Büyüközkan, G., & Güler, M. 2020<sup>b</sup>. Analysis of companies' digital maturity by hesitant fuzzy linguistic MCDM methods. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems* 38(1): 1119-1132.
- Cabrita, M.R. and Frade, R. 2016. Supplier selection approach: integrating analytic hierarchy process and supplier risk analysis. *International Journal of Business and Systems Research* 10(2/3/4): 238-261.
- Cengiza, A. E., Aytakin., O., Ozdemir, I., Kusan, H., & Cabuk, A. 2017. A Multi-Criteria Decision Model for Construction Material Supplier Selection, *Procedia Engineering* 196: 294 – 301.
- Chang, K.H. 2015. A novel efficient approach for supplier selection problem using the OWA-based ranking technique. *Journal of Industrial and Production Engineering* 32(4): 247 – 254.
- Chang, B., Chang, C. W., dan Wu, C. H. 2011. Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. *Expert Systems with Applications* 38(3): 1850 – 1858.
- Chalekaee, A., Turskis, Z., Khanzadi, M., Amiri, G. G., and Keršulienė, V. 2019. A New Hybrid MCDM Model with Grey Numbers for the Construction Delay Change Response Problem. *Sustainability* 11(3), 776-792.
- Chatterjee, K., & Kar, S. 2018. Supplier selection in telecom supply chain management: A fuzzy-rasch based COPRAS-G method. *Technological and Economic Development of Economy* 24(2): 765-791.
- Chen, A., Hsieh, C.Y., dan Wee, H.M. 2014<sup>a</sup>. A resilient global supplier selection strategy—a case study of an automotive company. *The International Journal Advance Manufacturing Technology* 87(5): 1475 - 1490.
- Chen, K. L., Yeh, C. C., and Huang, J. C. 2014<sup>b</sup>. Supplier selection using a hybrid model for 3C industry, *Journal of Business Economics and Management* 15(4): 631-645.
- Cheaitou, A., dan Khan, S.A. 2015. An integrated supplier selection and procurement planning model using product predesign and operational

criteria. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)* 9(3): 213 - 224.

- Cristea, C. & Cristea, M. 2017. A multi-criteria decision making approach for supplier selection in the flexible packaging industry. EDP Scinces.
- Dahooie, J. H., Mohammadi, N., Mohammadi, M., Shahmohammadi, P., Turskis, Z., & Šaparauskas, J. 2019<sup>a</sup>. A framework for valuation and prioritization of patents using a combined MADM approach. Case study: Nanotechnology. *E a M: Ekonomie a Management* 22(3): 100-120.
- Dahooie, J. H., Mohammadi, N., Mohammadi, M., Shahmohammadi, P., Turskis, Z., & Šaparauskas, J. 2019<sup>b</sup>. A new evaluation model for corporate financial performance using integrated CCSD and FCM-ARAS approach. *Economic Research-Ekonomiska Istraživanja* 32(1): 1088-1113.
- Dahooie, J. H., Zavadskas, E. K., Abolhasani, M., Vanaki, A., & Turskis, Z. 2018. A novel approach for evaluation of projects using an interval-valued fuzzy additive ratio assessment (ARAS) method: A case study of oil and gas well drilling projects. *Symmetry* 10(2): 45-77.
- Dahooie, J. H., Abadi, E. B. J., Vanaki, A. S., Firoozfa, H. R. 2017. Competency-based IT personnel selection using a hybrid SWARA and ARAS-G methodology. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries* 28(1): 5-16.
- Darabi, S., dan Heydari. J. 2016. An Interval-Valued Hesitant Fuzzy Ranking Method based on Group Decision Analysis for Green Supplier Selection. *IFAC (International Federation of Automatic Control) Papers On-Line* 49(2): 12–17.
- Dargi, A., Anjomshoe, A., Galankashi, M.R., Memari, A., dan Tap, M.B.M. 2014. Supplier Selection: A Fuzzy-ANP Approach. *Procedia Computer Science* 31: 691 – 700.
- De Araújo, M.C.B., Alencar, L.H., dan Viana, J.C. 2015. Structuring a model for supplier selection. *Management Research Review* 38(11): 1213 – 1232.
- De Boer, L. 1998. *Operations research in support of purchasing, in Design of a toolbox for supplier selection*. University of Twente: The Netherlands.

- Deng, X., Hu, Y., Deng, Y., dan Mahadevan, S. 2014. Supplier selection using AHP methodology extended by D numbers. *Expert Systems with Applications* 41(1): 156 – 167.
- Ding, J., Dong, W., Bi, G., dan Liang, L. 2014. A decision model for supplier selection in the presence of dual-role factors. *Journal of the Operational Research Society* 66(5): 737 – 746.
- Dobos, I. dan Vörösmarty, G. 2014. Green supplier selection and evaluation using DEA-type composite indicators. *International Journal of Production Economics* 157: 273 – 278.
- Dragincic J., dan Vraneševic, M. 2014. AHP Based Group Decision Making Approach to Supplier Selection of Irrigation Equipment. *Water Resources* 41(6): 782–791.
- Dweiri, F., Kumar, S., Khan, S.A., dan Jain, V. 2016. Designing an integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry. *Expert Systems with Applications* 62: 273–283.
- Durmus, H., & İnel, M. N. 2020. Comparing Aras and Copras Methods to Evaluate Firms By Using Fundamental Analysis. *International Journal of Social, Political and Economic Research* 7(2): 214-230.
- Ecer, F. 2018. An integrated fuzzy AHP and ARAS model to evaluate mobile banking services. *Technological and Economic Development of Economy* 24(2): 670–695.
- El Mokadem, M. 2017. The classification of supplier selection criteria with respect to Lean or Agile manufacturing strategies. *Journal of Manufacturing Technology Management* 28(2): 232-249.
- Erginel, N., dan Gecer, A. 2017. Fuzzy Multi-Objective Decision Model for Calibration Supplier Selection Problem. *Computers & Industrial Engineering* 102: 166-174.
- Eshtehardian, E., Ghodousi, P., dan Bejanpour, A. 2013. Using ANP and AHP for the Supplier Selection in the Construction and Civil Engineering

- Companies; Case Study of Iranian Company. *Journal of Civil Engineering* 17(2): 262 - 270.
- Faez, F., Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C. 2009. Vendor selection and order allocation using an integrated fuzzy case-based reasoning and mathematical programming model. *International Journal of Production Economics* 121(2): 395-408.
- Fallahpour, A., Wong, K.Y., Olugu, E.U., dan Musa, S.N. 2017. A Predictive Integrated Genetic-Based Model for Supplier Evaluation and Selection. *International Journal of Fuzzy System* 19(4): 1041–1057.
- Felice, F.D., Deldoost, M.H., dan Faizollahi, M. 2015. Performance Measurement Model for the Supplier Selection Based on AHP. *International Journal of Engineering Business Management* 7(17): 1-13.
- Freeman, J., dan Chen, T. 2015. Green supplier selection using an AHP-Entropy-TOPSIS framework. *Supply Chain Management* 20(3): 327 – 340.
- Frej, E. A., Roselli, L. R. P., Araújo de Almeida, J. & Teixeira de Almeida, A. 2017. A Multicriteria Decision Model for Supplier Selection in Food Industry Based on FITradeoff Method. *Mathematical Problems in Engineering* 2017: 4541914, 9 pages.
- Fu, Y. K. 2019. An integrated approach to catering supplier selection using AHP-ARAS-MCGP methodology. *Journal of Air Transport Management* 75: 164-169.
- Galankashi, M.R., Helmi, S.A., dan Hashemzahi, P. 2016. Supplier selection in automobile industry: A mixed balanced scorecard–fuzzy AHP approach. *Alexandria Engineering Journal* 55: 93–100.
- Ghadimi, P., dan Heavey, C. 2014. Sustainable Supplier Selection in Medical Device Industry: Toward Sustainable Manufacturing. *Procedia CIRP* 15: 165 – 170.
- Ghenai, C., Albawab, M., dan Bettayeb, M. 2020. Sustainability indicators for renewable energy systems using multi-criteria decision-making model and extended SWARA/ARAS hybrid method. *Renewable Energy* 146: 580-597.



- Ghorabae, M. K., Amiri, M., Zavadskas, E. K., & Antucheviciene, J. 2017. Supplier evaluation and selection in fuzzy environments: A review of MADM approaches. *Economic Research-Ekonomiska Istrazivanja* 30(1): 1073-1118.
- Girubha, J., Vinodh, S., dan Vimal, K. E. K. 2016. Application of Interpretative Structural Modelling integrated Multi Criteria Decision Making methods for sustainable supplier selection. *Journal of Modelling in Management* 11(2): 358-388.
- Gold, S., dan Awasthi, A. 2015. Sustainable global supplier selection extended towards sustainability risks from (1+n) th tier suppliers using fuzzy AHP based approach. *IFAC-Papers On Line* 48(3): 966 – 971.
- Goswami, S. S. & Mitra, S. 2020. Selecting the best mobile model by applying AHP-COPRAS and AHP-ARAS decision making methodology. *International Journal of Data and Network Science* 4(1): 27-42.
- Gupta, R. O. dan Walton, A. 2016. Interpretive structural modelling to assess third party logistics providers. *World Review of Intermodal Transportation Research* 6(1): 59-73.
- Haldar, A., Ray, A., Banerjee, D., dan Ghosh, S. 2014. Resilient supplier selection under a fuzzy environment. *International Journal of Management Science and Engineering Management* 9(2): 147 - 156.
- Han, Z.Q., Luo, X.X., Chen, X.H., dan Yang, W.E. 2015. Selecting supplier combination based on fuzzy multicriteria analysis, *International Journal of General Systems* 44(5): 572–590.
- Handfield, R. B., Monczka, R. M., Giunipero, L. C., Patterson, J. L. 2009. *Sourcing and supply chain management*. 4th edition.
- Hashemi, S.H., Karimi, A., dan Tavana, M. 2015. An integrated green supplier selection approach with analytic network process and improved Grey relation analysis. *International Journal of Production Economics* 159: 178 – 191.

- Hassanpour, M. 2019. Evaluation of Iranian electronic products manufacturing industries using an unsupervised model, ARAS, SAW and DEA models. *Journal of Industrial Engineering and Management Studies* 6(2): 1-24.
- Heidarzade, A., Mahdavi, I., dan Amiri, N.M. 2016. Supplier selection using a clustering method based on a new distance for interval type-2 fuzzy sets: A case study. *Applied Soft Computing* 38: 213 – 231.
- Hill, B. D. 2011. *Sequential Kaiser-Meyer-Olkin Procedure as an alternative for determining the number of factors in common-factor analysis: a Monte Carlo Simulation*. Doctoral dissertation, Oklahoma State University.
- Hosseini, S., dan Al-Khaled, A. (2018). A hybrid ensemble and AHP approach for resilient supplier selection. *Journal of Intelligent Manufacturing* 38: 207–228.
- Hruška, R., Průša, P., and Babić, D. 2014. The use of AHP method for selection of supplier. *Transport* 29(2): 195 - 203.
- Hsu, Y.C., Lu, H.A., dan Chu, C.W. 2015. Evaluating and selecting maritime suppliers. *Maritime Policy and Management: The flagship journal of international shipping and port research* 43(1): 39-58.
- Humphreys, P., Mak, K. L., & McIvor, R. 1998. Procurement. *Logistics Information Management*. 11(1): 28-37.
- Hwang, C. L. & Yoon, K. 1981. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. New York: Springer-Verlag.
- Igoulalene, I., Benyoucef, L., dan Tiwari, M.K. 2015. Novel fuzzy hybrid multi-criteria group decision making approaches for the strategic supplier selection problem. *Expert Systems with Applications* 42(7): 3342 – 3356.
- Ighravwe, D. E., & Oke, S. A. 2019. A multi-criteria decision-making framework for selecting a suitable maintenance strategy for public buildings using sustainability criteria. *Journal of Building Engineering* 24: 100753.
- Ilangkumaran, M., Sakthivel, G., dan Sasirekha, V. 2014. Waste water treatment technology selection using FAHP and GRA approaches. *Int. J. Environment and Waste Management* 14 (4): 392-413.

- Imeri, S., Shahzad, K., Takala, J., Liu, Y., Sillanpaa, I., dan Ali, T. 2015. Evaluation and selection process of suppliers through analytical framework: An empirical evidence of evaluation tool. *Management and Production Engineering Review* 6(3): 10 – 20.
- Insight, P. 2014. Purchase to Pay, Purchasing & Procurement Process, Electronic Invoicing. The Procurement Process, 2014.
- Iordache, M., Schitea, D., Deveci, M., Akyurt, İ. Z., & Iordache, I. (2019). An integrated ARAS and interval type-2 hesitant fuzzy sets method for underground site selection: Seasonal hydrogen storage in salt caverns. *Journal of Petroleum Science and Engineering* 175: 1088-1098.
- Jain, V., Sangaiah, K., Sakhuja, S., Thoduka, N., dan Aggarwal, R. 2018. Supplier selection using fuzzy AHP and TOPSIS: a case study in the Indian automotive industry. *Neural Computing and Applications* 29(7): 555–564.
- Jovčić, S., Simić, V., Průša, P., and Dobrodolac, M. 2020. Picture Fuzzy ARAS Method for Freight Distribution Concept Selection. *Symmetry* 12: 1062-1085.
- Junior, F.R.L., Osiro, L., dan Carpinetti, L.C.R. 2014. A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. *Applied Soft Computing* 21: 194 – 209.
- Kannan, D., Govindan, K., dan Rajendran, S. 2015. Fuzzy Axiomatic Design approach based green supplier selection: a case study from Singapore. *Journal of Cleaner Production* 96: 194 - 208.
- Kar, A.K. 2014. Revisiting the supplier selection problem: An integrated approach for group decision support. *Expert Systems with Applications* 41(6): 2762 – 2771.
- Kar, A.K. 2015<sup>a</sup>. A hybrid group decision support system for supplier selection using analytic hierarchy process, fuzzy set theory and neural network. *Journal of Computational Science* 6: 23 – 33.
- Kar, A.K. 2015<sup>b</sup>. Reinvestigating vendor selection criteria in the iron and steel industry. *International Journal of Procurement Management* 8(5): 570-586.

- Kar, A. K. dan Pani, A. K. 2014. Exploring the importance of different supplier selection criteria. *Management Research Review* 37(1): 89 – 105.
- Karabasevic, D., Paunkovic, J., & Stanujkic, D. 2016<sup>a</sup>. Ranking of companies according to the indicators of corporate social responsibility based on SWARA and ARAS methods. *Serbian Journal of Management* 11(1): 43-53.
- Karabasevic, D., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Stanujkic, D. 2016<sup>b</sup>. The Framework for the Selection of Personnel Based on the SWARA and ARAS Methods Under Uncertainties. *Informatica* 27(1): 49-65.
- Karpak, B., Kumcu, E., & Kasuganti, R. R. 2001. Purchasing materials in the supply chain: Managing a multi-objective task. *European Journal of Purchasing and Supply Management* 7(3): 209-216.
- Karsak, E.E., dan Dursun, M. 2014. An integrated supplier selection methodology incorporating QFD and DEA with imprecise data. *Expert Systems with Applications* 41(16): 6995 – 7004.
- Karsak, E.E., dan Dursun, M. 2015. An integrated fuzzy MCDM approach for supplier evaluation and selection. *Computers & Industrial Engineering* 82: 82 – 93.
- Keskin, G.A. 2014. Using integrated fuzzy DEMATEL and fuzzy C: means algorithm for supplier evaluation and selection, *International Journal of Production Research* 53(12): 3586-3602.
- Khatwani, G., dan Das, G. 2016. Evaluating combination of individual pre-purchase internet information channels using hybrid fuzzy MCDM technique: demographics as moderators. *International Journal of Indian Culture and Business Management* 12(1): 28-49.
- Kim, M. dan Boo, S. 2010. Understanding Supplier-Selection Criteria: Meeting Planners' Approaches to Selecting and Maintaining Suppliers. *Journal of Travel & Tourism Marketing* 27(5): 507 – 518.
- Koçak, S., Kazaz, A., & Ulubeyli, S. 2018. Subcontractor selection with additive ratio assessment method. *Journal of Construction Engineering, Management & Innovation* 1(1): 18-32.

- Kumar, A., Jain, V., dan Kumar, S. 2014. A comprehensive environment friendly approach for supplier selection. *Omega* 42(1): 109 – 123.
- Kumar, A., Jain, V., Kumar, S., dan Chandra, C. 2015<sup>a</sup>. Green supplier selection: a new genetic/immune strategy with industrial application. *Enterprise Information Systems* 10(8): 911 - 943.
- Kumar, S., Gorane, S., and Kant, R. 2015<sup>b</sup>. Modelling the supplier selection process enablers using ISM and fuzzy MICMAC approach. *Journal of Business & Industrial Marketing* 30(5): 536 – 551.
- Kuo, R. J., Wang, Y. C. & Tien, F. C. 2010. Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection. *Journal of Cleaner Production* 18(12): 1161–1170.
- Kuttler, K. 2016. *Elementary Linear Algebra*, eBooks and textbooks from bookboon. com.
- Lam, K. C., Tao, R., dan Lam, M. C. K. 2010. A material supplier selection model for property developers using Fuzzy Principal Component Analysis. *Automation in Construction* 19(5): 608 – 618.
- Li, Z., Li, J., Liang, D., dan Lee, T. 2016. Building multilevel governance and partnerships: an evaluation approach. *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies* 8(2): 263 – 278.
- Liao, C.N., Fu, Y.K., dan Wu, L.C. 2015. Integrated FAHP, ARAS-F and MSGP methods for green supplier evaluation and selection. *Technological and Economic Development of Economy* 22(5): 651-669.
- Lin, P. C. dan Lin, K. Y. 2008. Supplier Selection Criteria for Dried Striped Mullet Roe Processors. *North American Journal of Fisheries Management* 28(1): 165 – 175.
- Liu, P., & Cheng, S. 2019. An Extension of ARAS Methodology for Multi-criteria Group Decision-Making Problems within Probability Multi-valued Neutrosophic Sets. *International Journal of Fuzzy Systems* 21: 2472–2489.

- Luthra, S., Govindan, K., Kannan, D., Mangla, S.K., dan Garg, C.P. 2017. An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains. *Journal of Cleaner Production* 143(3): 1686-1698.
- Luzon, B., dan El-Sayegh, S.M. 2016. Evaluating supplier selection criteria for oil and gas projects in the UAE using AHP and Delphi. *International Journal of Construction Management* 16(2): 175-183.
- Mahdiloo, M., Saen, R.F., dan Lee, K.H. 2015. Technical environmental and eco-efficiency measurement for supplier selection: An extension and application of data envelopment analysis. *International Journal of Production Economics* 168: 279 – 289.
- Mani.V., Agarwal, R., dan Sharma, V. 2014. Supplier selection using social sustainability: AHP based approach in India. *International Strategic Management Review* 2(2): 98 – 112.
- Marichamy, M. and Babu, S. 2020. The selection of optimum process parameters on A319 aluminum alloy in friction stir welding MCDM method. *Materials Today: Proceedings* 37(2): 228-231.
- Martin, N., & Deepak, F. X. E. 2019. Application of New Additive Ratio Assessment (NARAS) Method in Selection of Material for Optimal Design of Engineering Components. *Materials Today: Proceedings* 11: 1049–1053.
- Mathiyazhagan, K., Sudhakar, S. and Bhalotia, A. 2018. Modeling the criteria for selection of suppliers towards green aspect: a case in Indian automobile industry. *Opsearch* 55(1): 65–84.
- Matić, B., Jovanović, S., Das, D. K., Zavadskas, E. K., Stević, Z., Sremac, S., & Marinković, M. 2019. A new hybrid MCDM model: Sustainable supplier selection in a construction company. *Symmetry* 11(3): 353-377.
- Mavi, K. M., and Shahabi, H. 2015. Using fuzzy DEMATEL for evaluating supplier selection criteria in manufacturing industries. *International Journal of Logistics Systems and Management* 22(1): 15-42.
- Mehregan, M. R., Hashemi, S. H., dan Merikhi, A. K. B. 2014. Analysis of interactions among sustainability supplier selection criteria using ISM and

- fuzzy DEMATEL. *International Journal of Applied Decision Sciences* 7(3): 270-294.
- Memon, M.S., Lee, Y.H., dan Mari, S.I. 2015. Group multi-criteria supplier selection using combined grey systems theory and uncertainty theory. *Expert Systems with Applications* 42(21): 7951 – 7959.
- Min, H. 1994. International Supplier Selection: a Multi-attribute Utility Approach. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 24(5): 24-33.
- Mohammadi, H., Farahani, F.V., Noroozi, M., dan Lashgari, A. 2017. Green supplier selection by developing a new group decision-making method under type 2 fuzzy uncertainty. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 93(1-4): 1443–1462.
- Mohanty, M. K. dan Gahan, P. 2011. Supplier evaluation & selection attributes in discrete manufacturing industry — empirical study on Indian manufacturing industry. *International Journal of Management Science and Engineering Management* 6(6): 431-441.
- Moore, D. L. & Fearson, H. E. 1973. Computer-assisted in decision-making in purchasing. *Journal of Purchasing and Material Management* 9(4): 5-25.
- Mostafaeipour, A., Hosseini Dehshiri, S. J., & Hosseini Dehshiri, S. S. 2020. Ranking locations for producing hydrogen using geothermal energy in Afghanistan. *International Journal of Hydrogen Energy* 45(32): 15924-15940.
- Narasimhan, R. 1983. An analytic approach to supplier selection. *Journal of Purchasing and Materials Management* 19(4): 27-32.
- Nguyen, H. T., Md Dawal, S. Z., Nukman, Y., Rifai, A. P., & Aoyama, H. 2016. An integrated MCDM model for conveyor equipment evaluation and selection in an FMC based on a Fuzzy AHP and Fuzzy ARAS in the presence of vagueness. *PLoS ONE* 11(4): e0153222.
- Nia, A.S., Olfat, L., Esmacili, A., Rostanzadeh, R., dan Antucheviciene, J. 2016. Using fuzzy Choquet Integral operator for supplier selection with

- environmental considerations, *Journal of Business Economics and Management* 17(4): 503-526.
- Nydick, R.L., Hill, R.P. 1992. Using the analytic hierarchy process to structure the supplier selection procedure. *Journal of Purchasing and Materials Management* 25(2): 31-36.
- Olorunniwo, F. and Jolayemi, J. 2014. Using supplier selection sub-criteria: selected illustrative demographic analyses. *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling* 6(1): 94-108.
- Orji, I.J., dan Wei, S. 2015. An innovative integration of fuzzy-logic and systems dynamics in sustainable supplier selection: A case on manufacturing industry. *Computers & Industrial Engineering* 88: 1 – 12.
- Özbek, A. and Erol, E. 2017. Ranking of Factoring Companies in Accordance with ARAS and COPRAS Methods. *International Journal of Academic Research in Accounting Finance and Management Sciences* 7(12): 105-116.
- Özdogoglu, A., Yilmaz, K., & Çircin, E. 2018. An Integration of HF-AHP and ARAS Techniques in Supplier Selection: A Case Study in Waste Water Treatment Facility. *Dokuz Eylul Universitesi Iktisadi ve Idari Bilimler Dergisi* 33(2): 477-497.
- Ozfirat, P.M., dan Tasoglu, G.T. 2014. A fuzzy analytic hierarchy process methodology for the supplier selection problem. *Journal of Enterprise Information Management* 27(3): 292 – 301.
- Pal, O., Gupta, A. K., & Garg, R. K. 2013. Supplier Selection Criteria and Methods in Supply Chains: A Review. *International Journal of Economics and Management Engineering* 7(10): 2667-2673.
- Pandey, P., Shah, B.J., dan Gajjar, H. 2017. A fuzzy goal programming approach for selecting sustainable suppliers. *Benchmarking: An International Journal* 24(5): 1138-1165.
- Parthiban, P., Zubar, H. A., and Garge, C. P. 2012. A multi criteria decision making approach for suppliers selection. *Procedia Engineering* 38: 2312 - 2328.



- Partovi, F. Y., Burton, J. & Banarjee, A. 1989. Application of analytic hierarchy process in operations management. *International Journal of Operations and Product Management* 10(3): 5-19.
- Parvaneh, F., & El-Sayegh, S. M. 2016. Project selection using the combined approach of AHP and LP. *Journal of Financial Management of Property and Construction* 21(1): 39-53.
- Patil, S.K., dan Kant, R. 2014. Ranking the barriers of knowledge management adoption in supply chain using fuzzy AHP method. *International Journal of Business Innovation and Research* 8(1): 52-75.
- Patra, S. K. dan Dash, (2015). Designing a computational tool for supplier selection using analytical hierarchy process. *International Journal of Mathematics in Operational Research*, 7(4), 361-371.
- Paul, S.K. 2015. Supplier selection for managing supply risks in supply chain: a fuzzy approach. *Journal of Intelligent Manufacturing* 79(1): 657 - 664.
- Petrović, G., Mihajlović, J., Čojbašić, Ž., Madić, M., & Marinković, D. 2019. Comparison of three fuzzy MCDM methods for solving the supplier selection problem. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering* 17(3): 455-469.
- Pitchipoo, P., Venkumar, P., dan Rajakarunakaran, S. 2015. Grey decision model for supplier evaluation and selection in process industry: a comparative perspective. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 76(9): 2059 - 2069.
- Poddar, A., dan Ray, A. 2014. Supplier Selection: An Intelligent Approach. *Journal of The Institution of Engineers: Series C* 95(2): 169 – 177.
- Polat, G. 2016. Subcontractor selection using the integration of the AHP and PROMETHEE methods. *Journal of Civil Engineering and Management* 22(8): 1042-1054.
- Polat, G., and Eray, E. 2015. An integrated approach using AHP-ER to supplier selection in railway projects. *Procedia Engineering* 123: 415 – 422.

- Pramanik, D., Haldar, A., Mondal, S.C., Naskar, S.K., dan Ray, A. 2017. Resilient supplier selection using AHP-TOPSIS-QFD under a fuzzy environment. *International Journal of Management Science and Engineering Management* 12(1): 45 – 54.
- Punniyamoorthy, M., Mathiyalagan, P., dan Parthiban, P. 2011. A strategic model using structural equation modeling and fuzzy logic in supplier selection. *Expert Systems with Applications* 38(1): 458 – 474.
- Punniyamoorthy, M., Mathiyalagan, P., dan Lakshmi, G. 2012. A combined application of structural equation modeling (SEM) and analytic hierarchy process (AHP) in supplier selection. *Benchmarking* 19(1): 70 – 92.
- Radović, D., Badi, I., Stević, Ž., Pamučar, D., Zavadskas, E. K., Antuchevičienė, J. and Turskis, Z. 2018. Measuring Performance in Transportation Companies in Developing Countries: A Novel Rough ARAS Model. *Symmetry* 10: 434-458.
- Rajabi, F., Jahangiri, M., Bagherifard, F., Banaee, S., & Farhadi, P. 2020. Strategies for controlling violence against health care workers: Application of fuzzy analytical hierarchy process and fuzzy additive ratio assessment. *Journal of Nursing Management* 28(4): 777-786.
- Ramezanali, A. K., Feizi, F., Jafarirad, A., & Lotfi, M. 2020. Application of Best-Worst Method and Additive Ratio Assessment in Mineral Prospectivity Mapping: A Case Study of Vein-Type Copper Mineralization in the Kuhsiah-e-Urmak Area, Iran. *Ore Geology Reviews* 117: 103268.
- Raut, R. D., Bhasin, H. V., dan Kamble, S. S. 2011. Evaluation of supplier selection criteria by combination of AHP and fuzzy DEMATEL method. *International Journal of Business Innovation and Research* 5(4): 359-392.
- Ravikumar, M.M., Marimuthu, K., dan Parthiban, P. 2015. Evaluating lean implementation performance in Indian MSMEs using ISM and AHP models. *International Journal of Services and Operations Management* 22(1): 21-39.
- Rezaei, J., Fahim, P.B.M., dan Tavasszy, L. 2014. Supplier selection in the airline retail industry using a funnel methodology: Conjunctive screening method and fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications* 41(18): 8165 – 8179.

- Rezaei, J., Nispeling, T., Sarkis, J., dan Tavasszy, L. 2016. A supplier selection life cycle approach integrating traditional and environmental criteria using the best worst method. *Journal of Cleaner Production* 135: 577-588.
- Rezaeisaray, S.E.M., dan Khalili-Damghani, K. 2016. A novel hybrid MCDM approach for outsourcing supplier selection: a case study in pipe and fittings manufacturing. *Journal of Modelling in Management* 11(2): 536-559.
- Ristono, A., Pratikto, Santoso, P. B., & Tama, I. P. 2018. A literature review of criteria selection in supplier. *Journal of Industrial Engineering and Management*.
- Routroy, S., dan Kumar, C.V.S. 2016. An approach to develop green capability in manufacturing supply chain. *International Journal of Process Management and Benchmarking* 6(1): 1-28.
- Saaty, T.L. 1980. *Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. 1997. That is not the analytic hierarchy process: What the AHP is and what it is not. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*.
- Saaty, T. L. 2005. *Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks*. PA: RWS publications.
- Saaty, T.L., dan Kearns, K.P. 1985. *Analytical planning: The organization systems*. Oxford: Pergamon press, 34-36.
- Saaty, T.L., dan Ozdemir, M.S. 2003. Why the magic number seven plus or minus two. *Mathematical and Computer Modelling* 38(3-4): 233-44.
- Sahu, A.K., Datta, S., dan Mahapatra, S.S. 2016. Evaluation and selection of resilient suppliers in fuzzy environment: exploration of fuzzy-VIKOR. *Benchmarking: An International Journal* 23(3): 651-673.
- Sang, X., dan Liu, X. (2015). An interval type-2 fuzzy sets-based TODIM method and its application to green supplier selection. *Journal of the Operational Research Society* 67(5): 722-734.
- Secundo, G., Magarielli, D., Esposito, E., dan Passiante, G. 2017. Supporting decision-making in service supplier selection using a hybrid fuzzy extended

- AHP approach A case study. *Business Process Management Journal* 23(1): 196 – 222.
- Sollish, F. & Semanik, J. 2006. *The Purchasing and Supply Manager's Guide to the C.P.M. Exam* Hoboken. Wiley.
- Stanujkic, D., Zavadskas, E. K., Karabasevic, D., Turskis, Z., & Keršulienė, V. (2017). New group decision-making ARCAS approach based on the integration of the SWARA and the ARAS methods adapted for negotiations. *Journal of Business Economics and Management* 18(4): 599–618.
- Stewart, R., & Mohamed, S. 2002. IT/IS projects selection using multi-criteria utility theory. *Logistics Information Management* 15(4): 254-270.
- Štreimikiene, D., Šliogeriene, J., & Turskis, Z. 2016. Multi-criteria analysis of electricity generation technologies in Lithuania. *Renewable Energy* 85: 148-156.
- Sukwadi, R., and Yang, C. C. 2014. Determining Service Improvement Priority in a Zoological Park. *Journal of Industrial Engineering and Management* 7(1): 1-10.
- Supriyanto, Mesran, Kusnady, D., Weny, & Murtopo. (2019). Implementation of Computer-Based Systems in Efficient Credit Acceptance Decisions Applying the Additive Ratio Assessment (ARAS) Method. *Journal of Physics: Conference Series* 1424: 012018.
- Taherdoost, H. & Brard, A. 2019. Analyzing the Process of Supplier Selection Criteria and Methods. *Procedia Manufacturing* 32: 1024–1034.
- Taherdoost, H. 2017. Decision Making Using the Analytic Hierarchy Process (AHP); A Step by Step Approach. *International Journal of Economics and Management Systems* 2: 244-246.
- Tahriri, F. 2008. A review of Supplier Selection Methods in Manufacturing Industries. *Journal of Science and Technology* 15(3): 201-208.
- Tamošaitienė, J., Zavadskas, E. K., Šileikaite, I., & Turskis, Z. 2017. A Novel Hybrid MCDM Approach for Complicated Supply Chain Management Problems in Construction. *Procedia Engineering* 172: 1137-1145.

- Tavana, M., Yazdani, M., dan Caprio, D.D. 2017. An application of an integrated ANP-QFD framework for sustainable supplier selection. *International Journal of Logistics Research and Applications* 20(3): 254-275.
- Thanaraksakul, W. & Phruksaphanrat, B. 2009. Supplier evaluation framework based on balanced scorecard with integrated corporate social responsibility perspective. *Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists*.
- Thakur, V., dan Anbanandam, R. 2015. Supplier selection using grey theory: a case study from Indian banking industry. *Journal of Enterprise Information Management* 28(6): 769 – 787.
- Thiruchelvam, S., & Tookey, J. E. 2011. Evolving Trends of Supplier Selection Criteria and Methods. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*. 4: p. 437-454.
- Thompson, K. N. 1990. Supplier profile analysis. *Journal of Purchasing and Materials Management* 26(1): 11-18.
- Tosun, O., dan Akyüz, G. 2015. A Fuzzy TODIM Approach for the Supplier Selection Problem. *International Journal of Computational Intelligence Systems* 8(2): 317 - 329.
- Tsai, S. B., Saito, R., Lin, Y. C., and Chen, Q. 2015. Discussing measurement criteria and competitive strategies of green suppliers from a green law perspective. *Journal of Engineering and Manufacture* 229(51): 135–145.
- Tsai, S. B., Wei, Y. M., Chen, K. Y., Xu, L., Du, P., and Lee, H. C. 2016. Evaluating green suppliers from a green environmental perspective. *Environment and Planning B: Planning and Design* 43(5): 941-959.
- Tsaur, S. H. dan Ling, W. R. 2014. Selection criteria of an overseas travel intermediary for group package tours: application of fuzzy analytic hierarchy process. *Journal of Hospitality & Tourism Research* 38(3): 283-303.

- Vasina, E. 2014. Analyzing the process of supplier selection. The application of AHP Method, in Degree Programme in Industrial Management, Centria University of Applied Sciences
- Voss, D. 2013. Supplier choice criteria and the security aware food purchasing manager. *The International Journal of Logistics Management* 24(3): 380 – 406.
- Wang, Q., Yang, C., Lu, J., Wu, F., & Xu, R. 2020. Analysis of preservation priority of historic buildings along the subway based on matter-element model. *Journal of Cultural Heritage* 45: 291-302.
- Weele, A. J., Van, J. 2014. *Purchasing and supply chain management: analysis, strategy, planning and practice*. Andover: Cengage Learning.
- Willis, T. H., & Huston, C. R. 1989. Vendor requirements and evaluation in a just-in-time environment. *International Journal of Operations and Product Management*. 10(4): 41-50.
- Wood, D.A. 2016. Supplier selection for development of petroleum industry facilities, applying multi criteria decision making techniques including fuzzy and intuitionistic fuzzy TOPSIS with flexible entropy weighting. *Journal of Natural Gas Science and Engineering* 28: 594 - 612.
- Wu, Y., Chen, K., Zeng, B., Xu, H., dan Yang, Y. 2016. Supplier selection in nuclear power industry with extended VIKOR method under linguistic information. *Applied Soft Computing* 48: 444–457.
- Xu, L., Kumar, D. T., Shankar, K. M., Kannan, D., and Chen, G. 2013. Analyzing criteria and sub-criteria for the corporate social responsibility-based supplier selection process using AHP. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 68(1): 907 - 916.
- Xu, Y., Patnayakuni, R., Tao, F., dan Wang, H. 2014. Incomplete interval fuzzy preference relations for supplier selection in supply chain management. *Supply Chain Management* 21(3): 379 - 404.
- Yadav, V., dan Sharma, M.K. 2015<sup>b</sup>. Multi-criteria decision making for supplier selection using fuzzy AHP approach. *Benchmarking* 22(6): 1158 – 1174.

- Yadav, V., dan Sharma, M.K. 2015<sup>a</sup>. An application of hybrid data envelopment analytical hierarchy process approach for supplier selection. *Journal of Enterprise Information Management* 28(2): 218 – 242.
- Yadav, V., dan Sharma, M.K. 2016. Multi-criteria supplier selection model using the analytic hierarchy process approach. *Journal of Modelling in Management* 11(1): 326 – 354.
- Yildirim, B. F., & Mercangoz, B. A. 2020. Evaluating the logistics performance of OECD countries by using fuzzy AHP and ARAS-G. *Eurasian Economic Review* 10: 27-45.
- Yilmaz, K., Yuce, E., dan Özdagoglu, A. 2019. An Integration of HF-AHP and ARAS Techniques in Supplier Selection: A Case Study in Waste Water Treatment Facility. *Dokuz Eylul Universitesi Iktisadi ve Idari Bilimler Dergisi* 33(2): 477-497.
- Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Kalibatas, D., dan Kalibatiene, D. 2017. Achieving Nearly Zero-Energy Buildings by applying multi-attribute assessment. *Energy and Buildings* 143: 162-172.
- Zavadskas, E. K., dan Turskis, Z. 2010. A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy* 16(2): 159-172.
- You, X.Y., You, J.X., Liu, H.C., dan Zhen, L. 2015. Group multi-criteria supplier selection using an extended VIKOR method with interval 2-tuple linguistic information. *Expert Systems with Applications* 42(4): 1906 – 1916.
- Yu, C., dan Wong, T.N. 2014. A supplier pre-selection model for multiple products with synergy effect. *International Journal of Production Research* 52(17): 5206-5222.
- Yu, Q., dan Hou, F. 2016. An approach for green supplier selection in the automobile manufacturing industry. *Kybernetes* 45(4): 571-588.
- Žak, J. 2015. Comparative analysis of multiple criteria evaluations of suppliers in different industries. *Transportation Research Procedia* 10: 809 – 819.

- Zakeri, S., and Keramati, M.A. 2015. Systematic combination of fuzzy and grey numbers for supplier selection problem. *Grey Systems: Theory and Application* 5(3): 313 – 343.
- Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Kalibatas, D., & Kalibatiene, D. 2017. Achieving Nearly Zero-Energy Buildings by applying multi-attribute assessment. *Energy and Buildings* 143: 162-172.
- Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. 2010. A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Ukio Technologinis ir Ekonominis Vystymas* 16(2): 159-172.
- Zavadskas, E. K., Pehlivan, N. Y., Şahin, A., & Turskis, Z. 2018. A Comparative Study of Integrated FMCDM Methods for Evaluation of Organizational Strategy Development. *Journal of Business Economics and Management* 19(2): 360–381.
- Zionts, S. 1992. Some thoughts on research in multiple criteria decision making. *Computers and Operations Research* 19(7): 567-570.



Buku ini membahas tentang salah satu teknik integrasi dari *Factor Analysis* (FA), *Analytical Hierarchy Process* (AHP), dan *Adaptive Ratio Assignment* (ARAS) dalam pemilihan pemasok. Penggunaan *Factor Analysis* (FA) dalam pemilihan pemasok ini adalah untuk menentukan factor atau kriteria apa saja yang relevan dalam pemilihan pemasok untuk industri tertentu. Sedangkan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) di dalam pemilihan pemasok digunakan untuk memberikan bobot kriteria yang sudah ditentukan oleh FA. Adapun *Adaptive Ratio Assignment* (ARAS) dalam pemilihan pemasok adalah untuk mengevaluasi atau menilai pemasok yang kemudian dapat diranking guna memperoleh pemasok terbaik. Buku ini, dibahas secara rinci bagaimana cara memanfaatkan model integrase tersebut untuk memilih pemasok untuk masalah industri beton di Indonesia.

ISBN 978-623-5539-60-7

