

## Evaluasi Kinerja Pemasok Solder Pasta Menggunakan Metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)*

Solihin\*<sup>1</sup>, Rifki Muhendra<sup>2</sup>, Murwan Widyantoro<sup>3</sup>, Al Munawir<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jalan Raya Perjuangan Bekasi

<sup>4</sup>Jurusan Mesin, FTEKNIK UTU, Meulaboh

e-mail: \*[solihin@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:solihin@dsn.ubharajaya.ac.id), [rifki.muhendra@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:rifki.muhendra@dsn.ubharajaya.ac.id),  
[murwan@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:murwan@dsn.ubharajaya.ac.id), [almunawir@utu.ac.id](mailto:almunawir@utu.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini membahas evaluasi kinerja pemasok solder pasta untuk perusahaan elektronika dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)*. Solder pasta, sebagai material utama dalam proses chip mounting, memegang peranan penting dalam menentukan kualitas sambungan antara komponen elektronik dan papan sirkuit cetak (PCB). Oleh karena itu, pemilihan pemasok yang tepat sangat krusial untuk menjaga kualitas produk akhir. Penelitian ini dilakukan untuk menilai empat pemasok solder pasta berdasarkan tiga kriteria utama: ketepatan pengiriman, harga produk, dan kualitas produk. Metode AHP digunakan untuk menimbang bobot masing-masing kriteria dan menentukan peringkat kinerja pemasok secara objektif. Hasil analisis menunjukkan bahwa ketepatan pengiriman dan kualitas produk adalah kriteria yang paling penting, sementara harga produk berada di posisi ketiga. Dari hasil evaluasi, pemasok B dinyatakan sebagai pemasok terbaik, diikuti oleh pemasok C, D, dan A. Keputusan ini diambil berdasarkan hasil perhitungan bobot dan skor yang konsisten. Penelitian ini menekankan pentingnya pemilihan pemasok yang tepat untuk menghindari masalah kualitas produk dan memastikan efisiensi dalam proses produksi. Dengan metode AHP, perusahaan dapat melakukan penilaian kinerja pemasok secara lebih terstruktur dan terukur, membantu pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam manajemen rantai pasok.

**Kata kunci**— *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, Evaluasi pemasok, Solder pasta.

### Abstract

This study discusses the performance evaluation of solder paste suppliers for electronics companies using the *Analytic Hierarchy Process (AHP)* method. Solder paste, as the main material in the chip mounting process, plays an important role in determining the quality of the connection between electronic components and printed circuit boards (PCBs). Therefore, selecting the right supplier is crucial to maintain the quality of the final product. This study was conducted to assess four solder paste suppliers based on three main criteria: delivery timeliness, product price, and product quality. The AHP method was used to weigh the weight of each criterion and determine the supplier performance ranking objectively. The results of the analysis showed that delivery timeliness and product quality were the most important criteria, while product price was in third place. From the evaluation results, supplier B was declared the best supplier, followed by suppliers C, D, and A. This decision was made based on consistent weighting and scoring results. This study emphasizes the importance of selecting the right supplier to avoid product quality problems and ensure efficiency in the production process. With the AHP method, companies can conduct supplier performance assessments in a more structured and measurable manner, helping to make more precise decisions in supply chain management.

## 1. PENDAHULUAN

Proses *chip mounting* merupakan tahap krusial dalam perakitan perangkat elektronik modern. Proses ini melibatkan penempelan komponen elektronik berukuran sangat kecil (*chip*) pada *printed circuit board (PCB)*. Kualitas sambungan antara chip dan PCB sangat bergantung pada material yang digunakan, salah satunya adalah solder pasta [1].

Solder pasta merupakan material perekat yang mengandung partikel logam (biasanya timah) dan fluks [2]. Ketika dipanaskan, solder pasta akan meleleh dan membentuk sambungan yang kuat antara chip dan PCB. Kualitas solder pasta sangat mempengaruhi kekuatan sambungan, kehandalan produk elektronik, dan umur pakai produk. Oleh karena itu, pemilihan pemasok solder pasta yang tepat menjadi faktor yang sangat penting dalam proses *chip mounting*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja pemasok solder pasta pada sebuah perusahaan elektronika yang berlokasi di Kabupaten Bekasi. Evaluasi dilakukan dengan pemeringkatan kinerja di antara empat pemasok (A, B, C, dan D) agar diperoleh pemasok solder dapat menjamin pasokan solder pasta dari sisi kualitas dan kuantitas. Pemeringkatan kinerja pemasok akan didasarkan pada beberapa kriteria penting yang mempengaruhi kualitas solder pasta dan kinerja pemasok. Metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* akan digunakan sebagai alat analisis untuk menentukan bobot relatif dari setiap kriteria dan peringkat pemasok secara objektif [3].

Penentuan pemasok solder pasta yang tidak tepat dapat berakibat fatal pada kualitas produk akhir. Solder pasta yang berkualitas rendah dapat menyebabkan berbagai masalah seperti cold joint (sambungan tidak sempurna), solder bridge (jembatan solder), atau bahkan delamination (terkelupasnya lapisan PCB). Masalah-masalah tersebut dapat menyebabkan produk elektronik mengalami malfungsi, kerusakan prematur, atau bahkan gagal total [1].

Selain kualitas produk akhir, penentuan pemasok solder pasta yang tepat juga berdampak pada efisiensi produksi. Solder pasta yang berkualitas baik akan menghasilkan proses soldering yang lebih cepat dan efisien. Hal ini akan mengurangi waktu produksi dan meningkatkan produktivitas perusahaan. Selain itu, solder pasta yang mudah diaplikasikan akan mengurangi tingkat kesalahan produksi dan mengurangi biaya perbaikan [4].

Oleh karena itu, penentuan pemasok solder pasta harus dilakukan dengan hati-hati dan berdasarkan pertimbangan yang matang. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pemeringkatan kinerja pemasok solder pasta antara lain adalah kualitas produk, harga dan ketepatan waktu pengiriman. Dalam penelitian ini, kami akan menganalisis empat pemasok solder pasta yang berbeda menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* untuk menentukan pemasok yang paling sesuai dengan kebutuhan perusahaan [3].

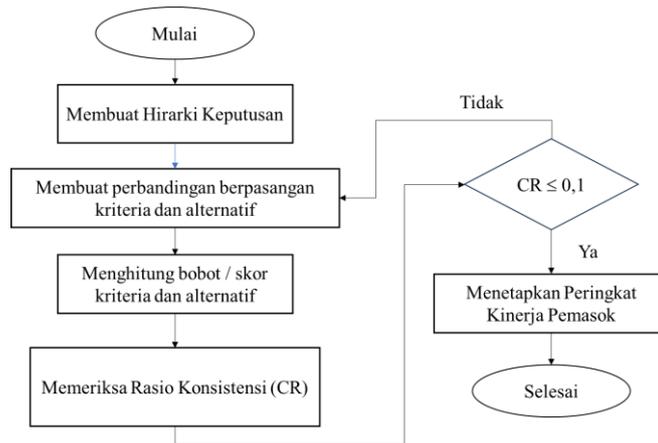
## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja pemasok solder pasta dari empat pemasok yang ada. Metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* dipilih sebagai metode analisis karena kemampuannya dalam menangani masalah pengambilan keputusan multikriteria yang kompleks. *AHP*, yang dikembangkan oleh Saaty (1977) dan digunakan secara luas, merupakan metode multikriteria. Karena ketangguhan dan kesederhanaannya, metode ini dapat digunakan di banyak bidang, seperti teknik, pemasaran, kewirausahaan, dan manajemen rantai pasokan [3] [5]. *AHP* akan digunakan untuk membangun hierarki keputusan yang terdiri dari tujuan utama, kriteria

---

pemilihan, dan alternatif pemasok. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini adalah ketepatan pengiriman, harga produk dan kualitas produk. Kriteria-kriteria tersebut dipilih karena dianggap sangat penting dalam mempengaruhi kinerja dan keberlangsungan produksi. Dengan menggunakan *AHP*, diharapkan dapat diperoleh keputusan untuk menentukan pemasok yang lebih objektif dan terukur.

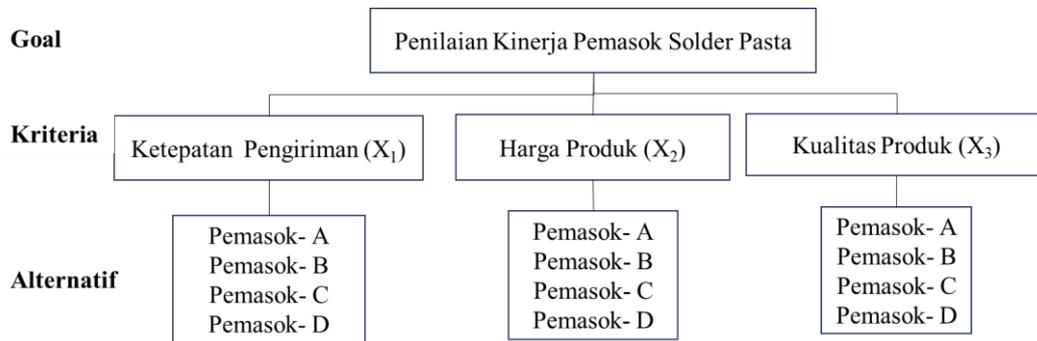
Tahapan pemilihan pemasok solder pasta yang akan dikembangkan seperti ditunjukkan pada Gambar 1 .



Gambar 1 Tahapan Penilaian Kinerja Pemasok Solder Pasta

1. Membangun Struktur Hierarki:

Menyusun masalah ke dalam tingkatan hierarki yang terdiri dari tujuan utama, kriteria dan alternatif keputusan (Gambar 2).



Gambar 2 Stuktur Hirarki *AHP* Penilaian Kinerja Pemasok Solder Pasta

2. Membuat Perbandingan Berpasangan:

Menilai kepentingan relatif setiap elemen dalam setiap tingkat hierarki (kriteria dan alternatif) dengan melakukan perbandingan berpasangan dalam format tiap elemen matriks:

$$a_{ij} = w_i / w_j, \text{ dimana } i, j = 1,2,3,\dots,n \quad (1)$$

$$a_{ji} = 1 / a_{ij} \quad (2)$$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Penilaian perbandingan berpasangan untuk masing-masing kriteria menggunakan skala seperti pada Tabel 1 [5].

Tabel 1 Skala penilaian perbandingan berpasangan

Intensitas penting	Penjelasan
1	Sama pentingnya
3	Cukup penting
5	Sangat penting
7	Sangat penting sekali
9	Absolut penting
2,4,6,8	Nilai perantara antara dua penilaian yang berdekatan

- Menormalkan elemen matriks  $a'_{ij}$ .  
 Membagi setiap nilai elemen pada kolom ke-i dan baris ke-j dengan jumlah nilai elemen pada kolom ke-i:

$$a'_{ij} = a_{ij} / \sum a_{ij} \quad (3)$$

- Menghitung *Eigen value* ( $\lambda_i$ ) setiap kriteria.  
 Perhitungan *eigen value* ( $\lambda_i$ ) menggunakan persamaan

$$\lambda_i = \frac{\sum_{j=1}^n a'_{ij}}{n}$$

- Menghitung nilai *eigen value* maksimal ( $\lambda_{maks}$ ).  
 Perhitungan  $\lambda_{i(maks)}$  dilakukan dengan mengalikan  $\lambda_i$  setiap kriteria dengan jumlah nilai elemen kolom ke-i pada matriks perbandingan berpasangan sebelum normalisasi menggunakan rumus (5). Nilai  $\lambda_{maks}$  diperoleh dengan rumus (6):

$$\lambda_{i(max)} = \lambda_i (\sum a_{ij}) \quad (5)$$

$$\lambda_{maks} = \sum \lambda_{i(max)} \quad (6)$$

- Memeriksa Konsistensi:  
 Memastikan bahwa perbandingan yang dibuat konsisten. Ini dilakukan dengan menghitung rasio konsistensi (*Consistency Ratio, CR*) menggunakan persamaan:

$$CR = \frac{\lambda_{max} - n}{RI(n-1)} \quad (7)$$

Keterangan :

$\lambda_{max}$  = Nilai eigen maksimum

n = Ukuran matriks

RI = Indeks acak (Lihat Tabel 2)

Jika nilai rasio konsistensi (*CR*) melebihi 0,10 (10%), maka penilaian perbandingan berpasangan harus dievaluasi kembali [6]. Rasio konsistensi membantu memvalidasi perbandingan berpasangan yang dibuat oleh pembuat keputusan, memastikan bahwa preferensi mereka selaras secara logis [7]. Dengan mengidentifikasi ketidakkonsistenan, para pengambil keputusan dapat meninjau kembali dan menyempurnakan penilaian mereka, sehingga menghasilkan hasil yang lebih akurat dan dapat diandalkan [8].

Tabel 2. Nilai Random Index [9]

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

7. Menentukan peringkat kinerja pemasok :  
 Mengalikan bobot dari setiap tingkat hierarki untuk mendapatkan skor akhir dari setiap alternatif. dengan mebggunakan perkalian matrik sebagai berikut (8).

$$[\text{Peringkat kinerja alternatif}] = [\text{Bobot alternatif}] \times [\text{Bobot kriteria}] \quad (8)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data yang telah dikumpulkan, untuk menjami kelestarian pasokan solder pasta maka perlu dilakukan evaluasi pemasok dengan melakukan meringkatan terhadap hasil kerja pemasok. Ada sebanyak 4 pemasok bahan solder pasta harus dievaluasi sehingga memperoleh kualitas kinerja pemasok yang terbaik yaitu Pemasok A, B, C, D. Evaluasi pemasok tersebut dilakukan berdasarkan 3 karakteristik ( $X_i$ ) yaitu :

- ( $X_1$ ) = Ketepatan Pengiriman
- ( $X_2$ ) = Harga Produk
- ( $X_3$ ) = Kualitas Produk

#### A. Perhitungan Bobot Kriteria

Perhitungan bobot kriteria merupakan salah satu tahap penting dalam proses pengambilan keputusan multikriteria, seperti metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Dalam proses ini, setiap kriteria yang terlibat dalam pengambilan keputusan dinilai berdasarkan tingkat kepentingannya, dengan cara membandingkan satu kriteria dengan yang lain secara berpasangan.

Tabel perbandingan berpasangan (Tabel 3) digunakan untuk mengukur seberapa penting satu kriteria dibandingkan dengan kriteria lainnya. Pada tabel ini, kriteria seperti Ketepatan Pengiriman ( $X_1$ ), Harga Produk ( $X_2$ ), dan Kualitas Produk ( $X_3$ ) dibandingkan secara berpasangan dengan memberikan nilai intensitas kepentingan. Nilai-nilai ini kemudian digunakan untuk menghitung bobot relatif dari setiap kriteria.

Setelah itu, tabel perhitungan bobot (Tabel 4) menyajikan nilai-nilai bobot yang diperoleh untuk setiap kriteria. Perhitungan dilakukan dengan normalisasi dari setiap nilai pada tabel perbandingan berpasangan, di mana hasil akhir diperoleh dari rata-rata setiap baris dalam tabel yang mewakili bobot relatif ( $\lambda_i$ ). Selain itu, nilai  $\lambda_i(\max)$  menunjukkan konsistensi dari hasil perhitungan bobot tersebut.

Tabel 3 Matriks perbandingan berpasangan antar kriteria

Kriteria	Ketepatan Pengiriman ( $X_1$ )	Harga Produk ( $X_2$ )	Kualitas Produk ( $X_3$ )
Ketepatan Pengiriman ( $X_1$ )	1	4,400558684	0,841
Harga Produk ( $X_2$ )	0,227243873	1	0,452
Kualitas Produk ( $X_3$ )	1,189	2,213	1
S.O.C	2,416	7,614	2,293



Menghitung nilai *consistency ratio* untuk skor alternatif berdasarkan kriteria ketepatan waktu pengiriman menggunakan rumus (7). Hasil perhitungan diperoleh nilai rasio konsistensi sebesar 9,1%

$$CR = \frac{4,245 - 4}{0,9 (4 - 1)} = 0,091 = 9,1\%$$

Tabel 7. Matriks Berpasangan untuk Alternatif Berdasarkan Kriteria Harga Produk

Alternatif	Pemasok-A	Pemasok-B	Pemasok-C	Pemasok-D
Pemasok-A	1,00	1,19	2,00	2,21
Pemasok-B	0,84	1,00	2,00	2,21
Pemasok-C	0,50	0,50	1,00	2,00
Pemasok-D	0,45	0,45	0,50	1,00
S.O.C	2,793	3,141	5,500	7,427

Tabel 8. Matriks Perhitungan Nilai Eigen Vektor Alternatif berdasarkan Kriteria Harga Produk

Alternatif	Pemasok-A	Pemasok-B	Pemasok-C	Pemasok-D	$\lambda_i$	$\lambda_{i(max)}$
Pemasok-A	0,36	0,38	0,36	0,30	0,347	0,968
Pemasok-B	0,30	0,32	0,36	0,30	0,327	1,026
Pemasok-C	0,18	0,16	0,18	0,27	0,203	1,119
Pemasok-D	0,16	0,14	0,09	0,13	0,123	0,914
S.O.C	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	4,028

Perhitungan nilai *consistency ratio* untuk skor alternatif berdasarkan kriteria harga produk menggunakan rumus (7) sebesar 1,03%.

$$CR = \frac{4,028 - 4}{0,9 (4 - 1)} = 0,0103 = 1,03\%$$

Tabel 9. Matriks berpasangan untuk alternatif berdasarkan kriteria Kualitas Produk

Alternatif	Pemasok-A	Pemasok-B	Pemasok-C	Pemasok-D
Pemasok-A	1,00	0,84	2,00	2,21
Pemasok-B	1,19	1,00	2,00	2,00
Pemasok-C	0,50	0,50	1,00	0,84
Pemasok-D	0,45	0,50	1,19	1,00
S.O.C	3,141	2,841	6,189	6,054

Tabel 10 . Matriks Perhitungan Nilai Eigen Vektor Alternatif berdasarkan Kriteria Kualitas Produk

Alternatif	Pemasok-A	Pemasok-B	Pemasok-C	Pemasok-D	$\lambda_i$	$\lambda_{i(max)}$
Pemasok-A	0,32	0,30	0,32	0,37	0,328	1,031
Pemasok-B	0,38	0,35	0,32	0,33	0,335	0,952

Pemasok-C	0,16	0,18	0,16	0,14	0,159	0,983
Pemasok-D	0,14	0,18	0,19	0,17	0,178	1,076
S.O.C	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	4,042

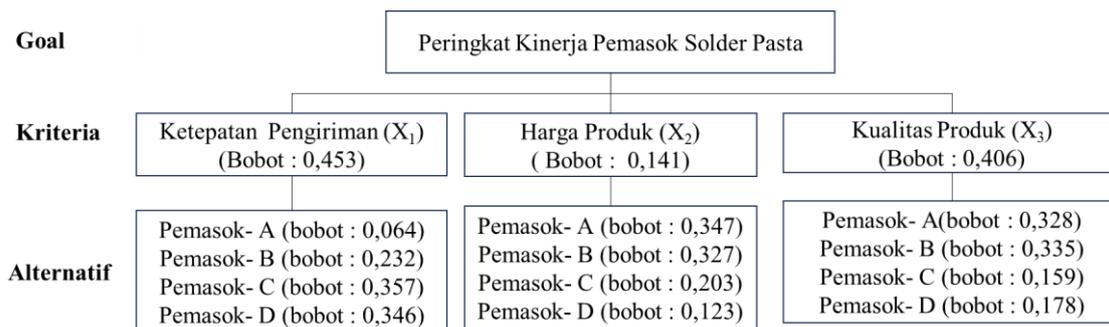
Perhitungan nilai *consistency ratio* untuk skor alternatif berdasarkan kriteria kualitas produk menggunakan rumus (7) sebesar  $1,57\% < 10\%$  artinya perhitungan bobot alternatif dapat diterima.

$$CR = \frac{4,042 - 4}{0,9(4 - 1)} = 0,0157 = 1,57\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan *consistency ratio* untuk semua matrik alternatif dibawah 0,1 artinya hasil perhitungan konsisten dan dapat diterima.

### C. Penentuan Nilai Peringkat Kinerja Pemasok

Hasil dari perhitungan bobot menggunakan matriks perbandingan berpasang diperoleh struktur *AHP* lengkap seperti pada Gambar 4. Penentuan peringkat kinerja alternatif dilakukan dengan menggunakan rumus (8).



Gambar 4. Hasil Perhitungan Pembobotan Kriteria dan Alternatif pada Struktur *AHP*

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus (8) diperoleh skor peringkat kinerja pemasok sebagai berikut.

Tabel 11. Hasil Evaluasi Kinerja Pemasok Solder Pasta Menggunakan *AHP*

Alternatif	Skor	Peringkat
Pemasok-A	0,211	4
Pemasok-B	0,287	1
Pemasok-C	0,255	2
Pemasok-D	0,246	3

Dari tabel 11, urutan kinerja yang terbaik adalah Pemasok B dengan skor nilai 0,287, peringkat kedua Pemasok C dengan skor nilai 0,255, peringkat kinerja terbaik ketiga adalah Pemasok D dengan skor 0,246 dan peringkat terakhir adalah Pemasok A dengan skor 0,211. Hasil analisis menunjukkan bahwa ketepatan pengiriman dan kualitas produk merupakan kriteria yang mempunyai bobot terbesar pertama dan kedua sedangkan harga menempati posisi bobot kriteria ketiga. Sehingga pemasok yang mempunyai bobot kriteria ketepatan waktu pengiriman dan kualitas yang paling buruk menghasilkan penilaian peringkat kinerja yang buruk pula.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pemilihan pemasok solder pasta merupakan faktor krusial yang mempengaruhi kualitas dan efisiensi produksi dalam industri elektronika. Dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, penelitian ini berhasil mengevaluasi kinerja empat pemasok solder pasta berdasarkan tiga kriteria utama: ketepatan pengiriman, harga produk, dan kualitas produk.

Hasil analisis menunjukkan bahwa ketepatan pengiriman dan kualitas produk adalah dua kriteria terpenting yang paling berpengaruh terhadap kinerja pemasok, sementara harga menempati posisi ketiga. Dari hasil evaluasi, pemasok B diperingkat sebagai pemasok terbaik, diikuti oleh pemasok C, D, dan A. Konsistensi perhitungan menunjukkan bahwa hasil evaluasi ini dapat diterima dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan.

Penelitian ini menegaskan pentingnya menggunakan metode yang objektif dan terukur seperti *AHP* dalam pemilihan pemasok untuk memastikan pasokan material yang berkualitas, mengurangi risiko kegagalan produk, serta meningkatkan efisiensi produksi. Pemilihan pemasok yang tepat dapat meminimalkan kesalahan produksi dan biaya perbaikan, serta menjamin kehandalan produk elektronik yang dihasilkan.

#### 5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Penambahan Kriteria Evaluasi: Selain ketepatan pengiriman, harga, dan kualitas produk, disarankan untuk menambahkan kriteria lain seperti layanan purna jual, fleksibilitas pemasok dalam menangani permintaan mendadak, dan kepatuhan terhadap standar lingkungan. Hal ini dapat memberikan penilaian yang lebih komprehensif terhadap pemasok.
2. Perluasan Jumlah Pemasok: Penelitian ini hanya melibatkan empat pemasok solder pasta. Di masa depan, jumlah pemasok yang dievaluasi bisa ditambah untuk mendapatkan hasil yang lebih representatif dan memungkinkan perbandingan yang lebih luas.
3. Pengujian Lapangan: Selain analisis teoretis, disarankan untuk melakukan uji lapangan terhadap kinerja pemasok dalam situasi nyata, seperti pengujian kualitas solder pasta di kondisi produksi aktual. Hal ini dapat membantu memvalidasi hasil evaluasi yang telah dilakukan.
4. Pemantauan Berkala: Disarankan agar evaluasi kinerja pemasok dilakukan secara berkala untuk memastikan bahwa kualitas dan ketepatan layanan pemasok tetap konsisten. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk beradaptasi dengan perubahan pasar dan teknologi yang mungkin memengaruhi kinerja pemasok.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Griffith, C. Rowland, D. Sbiroli, and J. Sjoberg, "Innovations in Soldering Materials and Optimization of Solder Paste Printing and Inspection Parameters for System-in-Package Assembly," *Adv. Microelectron.*, vol. 2022, pp. 338–344, 2022, doi: 10.4071/001c.74547.
- [2] K. S. Jang *et al.*, "Anisotropic Solder Paste (ASP) Material Solution for Laser Assisted Bonding (LAB) Process," *Adv. Microelectron.*, vol. 2023, no. EMPC, pp. 171–174, 2023, doi: 10.4071/001c.94707.
- [3] E. Ramírez Olivares and M. Castillo-Vergara, "Analytical Hierarchical Process to Establish the Criteria for Choosing Explosives Suppliers in Small and Medium Mining Companies," *Eng.*, vol. 4, no. 3, pp. 2407–2420, 2023, doi: 10.3390/eng4030137.
- [4] F. W. Zhang *et al.*, "Solder paste metamorphism," *Rare Met.*, vol. 40, no. 5, pp. 1329–1336,

- 
- 2021, doi: 10.1007/s12598-019-01356-6.
- [5] T. L. Saaty, "Decision making with the analytic hierarchy process," *JInt. J. Serv. Sci.*, p. 791, 2008.
- [6] A. Ishizaka and A. Labib, "Review of the main developments in the analytic hierarchy process," *Expert Syst. Appl.*, vol. 38, no. 11, pp. 14336–14345, 2011, doi: 10.1016/j.eswa.2011.04.143.
- [7] W.-H. Wu, C. T. Chiang, and C. L. Lin, "Comparing the aggregation methods in the analytic hierarchy process under normal and uniform distribution," *IMSCI 2008 - 2nd Int. Multi-Conference Soc. Cybern. Informatics, Proc.*, vol. 3, pp. 180–185, 2008.
- [8] Y. Xu, K. W. Li, and H. Wang, "Consistency test and weight generation for additive interval fuzzy preference relations," *Soft Comput.*, vol. 18, no. 8, pp. 1499–1513, 2014, doi: 10.1007/s00500-013-1156-x.
- [9] R. W. Saaty, "The analytic hierarchy process-what it is and how it is used," *Math. Model.*, vol. 9, no. 3–5, pp. 161–176, 1987, doi: 10.1016/0270-0255(87)90473-8.
- [10] W. Gaul and D. Gastes, "A note on consistency improvements of AHP paired comparison data," *Adv. Data Anal. Classif.*, vol. 6, no. 4, pp. 289–302, 2012, doi: 10.1007/s11634-012-0119-x.
-