

Evaluasi Pemilihan *Supplier* Besi Pada PT.XYZ Menggunakan Metode *Analytical Network Process* (ANP) Dan *Technique For Others Preference By Similarity To Ideal Solution* (TOPSIS)

Rafid Amarullah ¹⁾, Muhammad As'adi ²⁾, Santika Sari ³⁾

^{1) 2) 3)} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta Selatan

ARTICLE INFORMATION

Article history:

Received: 27 Mei 2024

Revised: -

Accepted: Juni 2024

Keywords:

Supplier

ANP

TOPSIS

Cut-Off Point

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan *developer* properti. Dalam penelitian ini digunakan metode *Analytical Network Process* (ANP) dan metode *Technique For Others Preferences by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) dalam merespon masalah evaluasi *supplier* yang terjadi pada perusahaan. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan peringkat dari tiap kriteria. Pada kriteria harga terdiri dari H1 (0.262), H4 (0.261), H5 (0.244), dan H2 (0.233). Pada kriteria kualitas terdiri dari K3 (0.384), K4 (0.377), lalu K1 (0.239). Pada kriteria pengiriman terdiri dari P3 (0.537), P2 (0.251), lalu P1 (0.212). Pada kriteria respon terdiri dari R2 (0.547) lalu R1 (0.453). Pada kriteria pelayanan terdiri dari S3 (0.543) lalu S2 (0.457). Dan pada kriteria Hukum terdiri dari L1 (0.660) lalu L2 (0.340). Pada pemeringkatan *supplier* terbaik didapatkan *supplier* D dengan nilai 0.747, menjadi *supplier* pengadaan besi terbaik, dilanjutkan *supplier* A dengan nilai 0.401, *supplier* B dengan nilai 0.394, serta *supplier* C dengan nilai 0.331.

This is an open access article under the [CC-BY-NC-SA](#) license.



Corresponding Author:

Rafid Amarullah

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Program Studi Teknik Industri, Jakarta Selatan, 12450, Indonesia

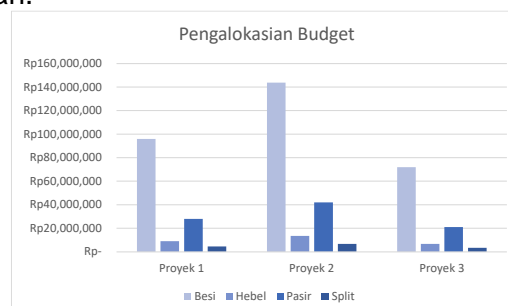
Email: 2010312049@mahasiswa.upnvj.ac.id

© 2023 Some rights reserved

PENDAHULUAN

Dikutip dari Kadin.id (2023) bahwa Industri properti merupakan salah satu sektor unggulan yang menjadi pendorong ekonomi Indonesia. Hal ini terbukti dari realisasi investasi di sektor properti yang mencapai peringkat keempat terbesar, mencapai nilai sebesar Rp. 109,4 triliun. Setiap tahun, kontribusi sektor properti terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia berkisar antara 14-16%, dengan efek domino yang melibatkan 183 sektor lainnya dalam hal output, pendapatan, dan dampak terhadap pembangunan. Selain itu, sektor properti juga berperan signifikan dalam menciptakan lapangan kerja, menyerap sekitar 13,8 juta pekerja atau sekitar 10,2% dari total tenaga kerja di Indonesia.

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan *developer* properti. Salah satu proses yang perlu direncanakan ialah penyusunan kebutuhan material atas proyek yang akan berjalan. pemilihan material yang baik dari segi kualitas dan harga, juga sesuai spesifikasi yang dibutuhkan, perlu dilakukan perusahaan demi berjalannya proses bisnis yang sehat. Besi menjadi material yang paling penting dalam menunjang proses bisnis PT. XYZ. Dapat dilihat dari data pengalokasian biaya proyek yang didominasi oleh material besi. Sehingga, proses pengadaan material besi ini perlu menjadi perhatian perusahaan agar proses bisnis perusahaan bisa terus berjalan tanpa ada hambatan.



Gambar 1. Data Pengalokasian Budget Material

Dalam setiap proses pengadaan material, perusahaan selalu memiliki lebih dari satu kandidat *supplier*. Guna nantinya perusahaan memilih *supplier* mana yang layak. Tiap proses pemilihan *supplier* material, harga tidak menjadi pertimbangan utama bagi Perusahaan dalam menentukan *supplier* mana yang akan dipilih. Perusahaan memiliki kendala dalam hal performansi *supplier* besi yang belum dapat memenuhi keinginan perusahaan. Kendala yang didapat perusahaan ialah *supplier* sering kali mengirim barang yang tidak sesuai spesifikasi yang dipesan. Selain itu, perusahaan juga belum memiliki sistem evaluasi *supplier* yang baik untuk memilih *supplier* terbaik dalam memenuhi kebutuhan. Dengan demikian, proses operasional proyek yang dilakukan perusahaan menjadi terhambat. Jika masalah ini tidak segera diatasi, tentunya akan merugikan perusahaan dalam menjalankan operasional proyek.

Dalam penelitian ini, metode Analytical Network Process (ANP) digunakan untuk memberikan bobot pada kriteria dan subkriteria evaluasi *supplier*. Selain itu, metode ini juga digunakan untuk menguji tingkat konsistensi pada pentingnya setiap kriteria dalam perbandingan berpasangan. Sementara itu, metode Technique For Others Preferences by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) digunakan untuk melakukan peringkat terhadap *supplier* yang telah berkolaborasi dalam penyediaan produk untuk perusahaan.

Berdasarkan permasalahan yang ditemui, maka diperlukan adanya evaluasi *supplier* pada perusahaan XYZ menggunakan metode *Analytical Network Process* dan TOPSIS.

METODE PENELITIAN

1. Tahap Identifikasi Awal

Tahap ini meliputi studi lapangan dengan tujuan untuk mengetahui serta mengamati secara langsung gambaran kondisi yang terjadi sehingga peneliti dapat menentukan masalah yang akan diteliti, studi literatur yang diambil melalui buku dan jurnal penelitian terdahulu. Terdapat juga rumusan masalah untuk mengidentifikasi dan memahami fokus dari penelitian yang akan dilakukan. Selanjutnya menentukan tujuan dan manfaat penelitian serta penetapan batasan masalah.

2. Tahap Pengumpulan Data

1. Observasi
Observasi yang digunakan dalam penelitian ini dengan cara mengamati alur proses bisnis pengadaan dalam proses penentuan *supplier* dan melihat kesesuaian produk barang/jasa dalam kontrak kerja terhadap *supplier* apakah sesuai yang diharapkan atau tidak.
2. Wawancara
Wawancara pada penelitian ini dilakukan dengan Direktur Utama mengenai permasalahan – permasalahan terhadap pemilihan *supplier*.
3. Studi Pustaka
Studi Pustaka digunakan sebagai acuan penelitian oleh peneliti.
4. Kuesioner
Kuesioner ini disebarkan kepada Direktur Utama, Procurement, dan Purchasing. Kuesioner akan dibagi menjadi 3 tahapan yaitu:
 - a. Kuesioner pemilihan kriteria dan sub kriteria utama (*cut-off point*);
 - b. Kuesioner perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*);
 - c. Kuesioner penentuan hubungan subkriteria;
 - d. Kuesioner pemilihan alternatif dalam tiap sub kriteria.

Pada kuesioner pertama dilakukan untuk menentukan kriteria dan sub kriteria utama penelitian, yang disesuaikan dengan kondisi perusahaan. Pada kuesioner kedua berupa Perbandingan berpasangan dilakukan antara elemen-elemen dalam kriteria atau kelompok untuk menentukan elemen yang memiliki pengaruh lebih besar atau dominan, serta seberapa signifikan perbedaannya jika dipandang dari satu perspektif. Penggunaan skala numerik 1-9 dalam perbandingan ini mencerminkan terjemahan dari penilaian verbal. (Görener, 2012). Pada kuesioner ketiga digunakan untuk menentukan hubungan antar subkriteria baik *Inner Dependence*, maupun *Outer Dependence* serta menentukan Model Rating yang menunjukkan hasil identifikasi hubungan keterkaitan antar kriteria dan subkriteria. Pada kuesioner keempat digunakan untuk pemilihan alternatif *supplier* terbaik dalam tiap-tiap sub kriteria dengan mengolah data menggunakan TOPSIS. Pada penelitian ini, dilakukan pengambilan data dengan tiga responden yang merupakan para ahli. Berikut ini identitas ketiga responden, yaitu:

- a. Bapak Arya Efendi yang merupakan seorang Direktur Utama PT. XYZ;
- b. Bapak Reza Prananta yang merupakan Kepala Divisi Logistik dan Operasional PT. XYZ;
- c. Bapak Hamid yang merupakan Kepala Divisi Quality Control PT. XYZ.

3. Tahap Pengolahan Data

Data yang telah terkumpul selanjutnya diolah dengan berdasarkan kepada teori yang sesuai penelitian ini. Tahap pengolahan data yang dilakukan sebagai berikut:

1. Penentuan Kriteria dan Sub Kriteria Utama Menggunakan Cut Off Point.
Melakukan perhitungan nilai natural cut off point yang dilakukan pemilihan kriteria dan sub kriteria utama yang berguna pada langkah penelitian selanjutnya.
2. Penentuan Kekonsistenan Responden dengan Menggunakan ANP
Melakukan perhitungan dalam menentukan kekonsistenan responden dalam pengisian kuesioner perbandingan, apabila *Consistency Ratio* (CR) $> 0,1$, maka kuesioner responden yang bersangkutan tidak bisa lanjut atau dilakukan pengisian kuesioner kembali.
3. Perhitungan Normalisasi Bobot Vektor Kriteria dan Sub-Kriteria Dengan ANP
Setelah menguji kekonsistenan responden dengan metode ANP, kemudian dilakukan penghitungan normalisasi bobot vektor pada kriteria dan sub kriteria dengan membentuk supermatriks yang merupakan hasil vektor prioritas.
4. Melakukan Pemeringkatan Dari Nilai Preferensi Untuk Setiap Alternatif Menggunakan TOPSIS

Hasil akhir dari perhitungan metode TOPSIS menghasilkan nilai preferensi untuk setiap alternatif, dimana semakin tinggi nilai tersebut menandakan bahwa alternatif tersebut lebih diinginkan.

RESULT AND DISCUSSION

1. Metode *Cut-Off Point*

Tabel 1. Nilai Natural Cut-Off Point

Kriteria	Sub Kriteria	Kode	Natural Cut-Off Point
Harga	Kesesuaian harga yang ditawarkan dengan spesifikasi	H1	8
	Kemampuan memberikan diskon atas penawaran harga	H2	
	Kemudahan negosiasi harga	H4	
	Biaya pengiriman dan asuransi pengiriman barang	H5	
Kualitas	Kesesuaian barang dengan spesifikasi	K1	8
	Kemampuan memberikan garansi atas barang yang di supply	K3	
	Konsisten terhadap mutu material	K4	
Pengiriman	Ketepatan waktu pengiriman	P1	9
	Ketepatan jumlah barang yang dikirim	P2	
	Jaminan barang yang diterima dalam kondisi baik	P3	
Respon	Respon yang cepat saat menjawab klarifikasi maupun negosiasi	R1	9
	Kemudahan dihubungi pada situasi tertentu	R2	
Pelayanan	Menangani keluhan konsumen dengan baik	S2	7,5
	Memberikan bantuan dalam keadaan darurat	S3	
Hukum	Memiliki izin usaha sesuai dengan peraturan perundang-undangan	L1	9
	Dapat menunjukkan kepemilikan NPWP dan telah memenuhi wajib pajak tahunan (SPT tahunan)	L2	

Pada tabel 1, didapatkan dari enam kriteria yang ada, terdapat 16 subkriteria yang digunakan

2. *Analytical Network Process (ANP)*

2.1 Perbandingan Berpasangan antar Kriteria dan Subkriteria

Setelah didapatkan hubungan antar subkriteria yang akan memengaruhi bobot dari masing-masing subkriteria, setelah itu dilakukan pembobotan antar subkriteria berupa perbandingan berpasangan antar masing-masing kriteria dan subkriteria yang bertujuan untuk mendapatkan bobot prioritas global sub kriteria. Pengambilan Data *Pairwise Comparison* dilakukan dengan penyebaran kuesioner kepada 3 responden.

Setelah dilakukan perbandingan berpasangan antar kriteria dan subkriteria pada masing-masing responden, maka selanjutnya menggabungkan nilai ketiga kuesioner menggunakan rata-rata geometri (*geometric mean*). Pengolahan rata-rata geometri ini dilakukan menggunakan perhitungan microsoft excel yang terdapat pada tabel berikut.

Tabel 2. Rata-Rata Geometri Kriteria

Kriteria	Harga	Kualitas	Legal	Pelayanan	Pengiriman	Respon
Harga	1	1.82	0.79	2	3.56	3
Kualitas	05	1	1	2.29	3	3.11
Legal	1.266	1	1	3	3	3
Pelayanan	0.5	0.44	0.33	1	1.27	1.59
Pengiriman	0.28	0.33	0.33	0.79	1	0.79
Respon	0.33	0.32	0.33	0.63	1.27	1

Setelah dilakukan perhitungan pada rata-rata geometri pada perhitungan microsoft excel untuk masing-masing kriteria dan subkriteria, maka didapatkan nilai matriks untuk kriteria dan subkriteria sehingga dapat dilakukan penginputan bobor ke dalam model input matrix dikarenakan hasil dari perhitungan rata-rata geometric menggunakan angka decimal seperti pada gambar.5 di bawah.

2. Cluster comparisons with respect to Kriteria

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Harga is 1.82 times more important than Kualitas

Inconsistency	Kualitas ~	Legal ~	Pelayanan ~	Pengiriman~	Respon ~
Harga ~	← 1.82	↑ 1.26582	← 2	← 3.56	← 3
Kualitas ~		← 1	← 2.29	← 3	← 3.11
Legal ~			← 3	← 3	← 3
Pelayanan ~				← 1.26582	← 1.587
Pengiriman~					↑ 1.26582

Gambar 5. Matriks Kriteria Rata-Rata Geometri

Pada gambar diatas terlihat panah yang mengarah ke atas dan ke kiri. Tanda Panah tersebut menunjukkan hubungan kriteria yang ditunjukkan oleh panah kepada kriteria lainnya. Contohnya pada Angka 1.26582 berwarna merah yang mengarah ke legal menandakan legal bernilai 1.26582 lebih penting dibandingkan dengan kriteria harga. Pada angka 1.82 tanda panah warna biru mengarah ke kiri sehingga kriteria harga bernilai 1.82 lebih penting dibandingkan dengan kriteria kualitas.

2.2 Rekapitulasi Nilai *Consistency Ratio*

Setelah dilakukan penginputan nilai matriks kriteria dan subkriteria, maka akan didapatkan nilai CR (*Consistency Ratio*) dari pengolahan data. Hasil *Consistency Ratio* ini dapat dilihat pada Aplikasi Super decision. Apabila Nilai CR < 1 maka nilai tersebut menunjukkan nilai perbandingan berpasangan konsisten.

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai CR Kriteria

Kriteria	CR
Harga	0,05011
Kualitas	0,00216

Kriteria	CR
Pengiriman	0,03671
Respon	0,00000
Pelayanan	0,00000
Legal	0,00000

2.3 Matriks Perbandingan Berpasangan

Hasil perhitungan bobot prioritas akhir dihasilkan dari pembobotan limit matrix yang telah didapatkan sebelumnya yaitu subkriteria global yang dipengaruhi oleh bobot subkriteria keseluruhan dalam model rating. Sedangkan bobot prioritas normalisasi cluster merupakan bobot subkriteria antar cluster yang didapatkan dari perbandingan antar subkriteria. Untuk hasil lengkap serta contoh perhitungan bobot prioritas akhir dan perbandingan normal seluruh kriteria dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Bobot Akhir Kriteria dan Subkriteria

Kriteria	Sub Kriteria	Bobot Prioritas Akhir	Bobot Prioritas hasil normalisasi cluster
Harga/Cost (H)	Kesesuaian harga yang ditawarkan dengan spesifikasi (H1)	0.04593	0.262
	Kemampuan memberikan diskon atas penawaran harga (H2)	0.0408	0.233
	Kemudahan negosiasi harga (H4)	0.04578	0.261
	Biaya pengiriman dan asuransi pengiriman barang (H5)	0.04278	0.244
Jumlah Bobot Prioritas Akhir Kriteria Harga		0.17529	
Kualitas/Quality (K)	Kesesuaian barang dengan spesifikasi (K1)	0.0378	0.239
	Kemampuan memberikan garansi atas barang yang di supply (K3)	0.06077	0.384
	Konsisten terhadap mutu material (K4)	0.0597	0.377
Jumlah Bobot Prioritas Akhir Kriteria Kualitas		0.15827	
Pengiriman/Delivery (P)	Ketepatan waktu pengiriman (P1)	0.0363	0.212
	Ketepatan jumlah barang yang dikirim (P2)	0.04307	0.251
	Jaminan barang yang diterima dalam kondisi baik (P3)	0.09216	0.537
Jumlah Bobot Prioritas Akhir Kriteria Pengiriman		0.17153	
Respon/Response (R)	Respon yang cepat saat menjawab klarifikasi maupun negosiasi (R1)	0.04566	0.453

Kriteria	Sub Kriteria	Bobot Prioritas Akhir	Bobot Prioritas hasil normalisasi cluster
	Kemudahan dihubungi pada situasi tertentu (R2)	0.05522	0.547
Jumlah Bobot Prioritas Akhir Kriteria Respon		0.10088	
Pelayanan/Service (S)	Menangani keluhan konsumen dengan baik (S2)	0.03823	0.457
	Memberikan bantuan dalam keadaan darurat (S3)	0.04544	0.543
Jumlah Bobot Prioritas Akhir Kriteria Pelayanan		0.08367	
Hukum/Legal (L)	Memiliki izin usaha sesuai dengan peraturan perundang-undangan (L1)	0.10056	0.66
	Dapat menunjukkan kepemilikan NPWP dan telah memenuhi wajib pajak tahunan (SPT tahunan) (L2)	0.05185	0.34
Jumlah Bobot Prioritas Akhir Kriteria Hukum		0.15241	

3. Technique for Others Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

Tabel 5. Nilai Preferensi dan Perankingan

Supplier	Nilai	Rank
A	0.401	2
B	0.394	3
C	0.331	4
D	0.747	1

Nilai preferensi menunjukkan nilai kedekatan pemenuhan supplier terhadap kriteria berdasarkan pembobotan yang telah didapatkan. Berdasarkan perhitungan di atas, maka Supplier D memiliki nilai preferensi tertinggi yaitu 0.747, dilanjutkan dengan supplier A dengan nilai preferensi sebesar 0.401, lalu supplier B sebesar 0,394 serta supplier C dengan nilai preferensi terendah yaitu 0.331. Dari hasil perhitungan evaluasi di atas, maka didapatkan Supplier D memiliki nilai preferensi tertinggi. Hal ini sejalan dengan hasil kuesioner pada masing-masing responden memperlihatkan bahwa Supplier D memiliki performa dan rekam jejak yang baik dengan perusahaan selama perusahaan melakukan Kerjasama dengan Supplier D sepanjang rentang waktu 2022.







KESIMPULAN

Penelitian ini menggunakan metode *cut-off points* untuk memilih sub-kriteria yang signifikan dalam proses pengambilan keputusan evaluasi supplier. Dari 21 subkriteria yang tersedia, hanya 16 subkriteria yang dianggap penting, dikategorikan dalam 6 perspektif: harga, kualitas, pengiriman, respon, pelayanan, dan hukum. Pembobotan dilakukan untuk setiap kriteria dan subkriteria, menunjukkan bahwa kriteria harga memiliki bobot normalisasi tertinggi, diikuti oleh kualitas, pengiriman, respon, pelayanan, dan hukum, dengan subkriteria tertentu memiliki bobot lebih tinggi dibandingkan yang lain di setiap kriteria. Penggunaan metode TOPSIS dalam pengolahan data memberikan hasil evaluasi yang menunjukkan bahwa supplier D memiliki nilai preferensi tertinggi (0.747), menjadikannya supplier terbaik dalam pengadaan besi, diikuti oleh supplier A (0.401), supplier B (0.394), dan supplier C (0.331) secara berurutan. Dengan demikian, supplier D dapat dianggap sebagai pilihan terbaik berdasarkan evaluasi supplier yang dilakukan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anwar, S. N. (2013). *MANAJEMEN RANTAI PASOKAN (SUPPLY CHAIN MANAGEMENT) : KONSEP DAN HAKIKAT*.
- [2] Pujawan, I. Nyoman. 2005. *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
- [3] Arif Umaindra, M., Pujotomo, D., Adi, P. W., & Korespondensi, P. (2018). Perancangan Model Pemilihan Supplier Produk Cetakan Dengan Menggunakan Grey Based TOPSIS (Studi Kasus: Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang). In *Jurnal Teknik Industri* (Vol. 13, Issue 2).
- [4] Ascarya. (2013). *THE PERSISTENT LACK OF PROFIT-AND-LOSS SHARING FINANCING IN INDONESIA'S ISLAMIC BANKS*. <https://www.researchgate.net/publication/301787480>.
- [5] Eko, D., Purnomo, H., & Sunardiansyah, A. (2021). *IMPLEMENTASI METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) UNTUK EVALUASI PEMASOK KAYU PADA INDUSTRI FURNITUR*. 4(1), 1–7.
- [6] Saaty, Thomas. (2008). Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales - Serie A: Matematicas*. 102. 251-318.
- [7] Irawan, A. P. (2008). *Buku Ajar Manajemen Rantai Pasokan*. <https://www.researchgate.net/publication/328039585>.
- [8] Khorshidi, R., & Hassani, A. (2013). Comparative analysis between TOPSIS and PSI methods of materials selection to achieve a desirable combination of strength and workability in Al/SiC composite. *Materials & Design (1980-2015)*, 52, 999–1010. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.06.011>.
- [9] Tam, M. C. Y., & Rao Tummala, V. M. (2001). An application of the AHP in vendor selection of a telecommunications system. In *Omega* (Vol. 29). www.elsevier.com/locate/dsw.
- [10] Xu, Q., Zhang, Y. B., Zhang, J., & Lv, X. G. (2015). Improved TOPSIS Model and its Application in the Evaluation of NCAA Basketball Coaches. *Modern Applied Science*, 9(2). <https://doi.org/10.5539/mas.v9n2p259>.
- [11] Shi, J., & Wang, K. (2023). *Fatigue driving detection method based on Time-Space-Frequency features of multimodal signals. Biomedical Signal Processing and Control*, 84.
- [12] Zhu, X., Wang, F., Wang, H., Liang, C., Tang, R., Sun, X., & Li, J. (2014). TOPSIS method for quality credit evaluation: A case of air-conditioning market in China. *Journal of Computational Science*, 5(2), 99–105. <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2013.02.001>.
- [13] Styani, Y. H. (2020). Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Untuk Pemilihan Pembelajaran. *Jurnal Sistem Informasi*.
- [14] Renny Oktapiani, R. S. (2020). PENERAPAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) UNTUK PEMILIHAN JURUSAN DI SMK DOA BANGSA PALABUHANRATU. *Jurnal Swabumi*.
- [15] Renny Oktapiani, R. S. (2020). PENERAPAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) UNTUK PEMILIHAN JURUSAN DI SMK DOA BANGSA PALABUHANRATU. *Jurnal Swabumi*.

BIOGRAPHIES OF AUTHORS

Author 1	
	Rafid Amarullah    menerima gelar Sarjana Teknik dibidang teknik industri dari Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Dapat dihubungi melalui email: 2010312049@mahasiswa.upnvj.ac.id
Author 2	
	Muhamad As'adi    meraih gelar Sarjana Teknik dibidang Teknik Mesin (Konversi Energi), Magister Teknik dibidang yang sama, dan memperoleh Sertifikat Insinyur Profesional Madya (IPM) dan Profesi Insinyur, serta beberapa sertifikat keterampilan profesional. Disamping sebagai Kaprodi Teknik Industri UPNV Jakarta periode 2016 - 2024, juga banyak terlibat dalam Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah sebagai Pejabat Pembuat Komitmen di UPN Veteran Jakarta. Pada beberapa tahun terakhir banyak melakukan penelitian tentang Pengembangan Aplikasi Digital, Majajemen Proyek, dan Rekayasa Keandalan dan Risiko. Beliau dapat dihubungi di email: asadi@upnvj.ac.id.
Author 3	
	Santika Sari, ST., MT    menerima gelar Sarjana Teknik dibidang teknik industri dari Universitas Telkom. Kemudian melanjutkan pendidikan S2 dibidang teknik industri dari Institut Teknologi Bandung. Beliau adalah dosen tetap pada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta dengan mata kuliah <i>Industrial Engineering</i> dan <i>Ergonomy</i> . Beliau memiliki keahlian di beberapa bidang misalnya pada <i>Ergonomic</i> , <i>Supply Chain Management</i> , <i>Logistic</i> , <i>Human Factors Psychology</i> , dan <i>Industrial Ergonomics</i> . Saat ini beliau menjabat sebagai kepala program studi teknik industri di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Beliau dapat dihubungi pada email: santika.sari@upnvj.ac.id

ACKNOWLEDGEMENTS

Terima kasih kepada PT. Arken Jaya Kreasi yang sudah mengizinkan penulis dalam melaksanakan penelitian baik dalam proses observasi hingga pengumpulan data yang dibutuhkan.