

ANALISIS PERINGKAT FAKTOR KEPUTUSAN *VALUE ENGINEERING* PADA BANGUNAN SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM)

Niko Nathanael¹ dan Basuki Anondho²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1 Jakarta, Indonesia
niko.325180080@stu.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, Indonesia
basukia@ft.untar.ac.id

Masuk: 21-07-2022, revisi: 12-09-2022, diterima untuk diterbitkan: 09-11-2022

ABSTRACT

Water Supply System (WTP) is a provider of drinking water that was developed to fulfill the water needs in Indonesia. Currently, many construction projects uses value engineering to save costs. However, the implementation of construction projects in Indonesia especially the Water Supply System still very limited. Evaluation is one of the phase in value engineering that works to choose one alternative from various alternatives resulting from the creative phase. In decision making, the choice is influenced by several factors. Therefore, it is necessary identify the factors related to decisions on WTP buildings through a literature study, and then the results found are to be shared with WTP workers. The data processing uses relative importance index (RII) method to rank the influence factors. The calculation result of relative importance index (RII) shows that availability of water sources is ranked first with a score of 0,9371 and the factor labor that is needed is ranked last with a score of 0,8. With the result as the basis, hopefully it can be used as a reference to help the decision makers on WTP construction project and in taking decisions on other factors in choosing alternatives on Water Supply System buildings.

Keywords: water supply system (WTP); decision factors rank; value engineering; relative importance index

ABSTRAK

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) merupakan penyedia air layak konsumsi yang diperuntukkan untuk memenuhi kebutuhan air minum di Indonesia. Saat ini, banyak proyek konstruksi menerapkan rekayasa nilai untuk penghematan biaya. Namun, implementasi pada proyek konstruksi di Indonesia khususnya Sistem Penyediaan Air Minum masih sangat terbatas. Evaluasi merupakan satu tahap rekayasa nilai yang bertujuan untuk memilih satu alternatif dari berbagai alternatif hasil tahap kreatif. Dalam pengambilan keputusan pemilihan alternatif dipengaruhi oleh beberapa faktor. Oleh sebab itu, perlu adanya identifikasi terkait faktor pengaruh keputusan pada bangunan Sistem Penyediaan Air Minum melalui studi literatur, lalu hasil identifikasi faktor disusun menjadi kuesioner dan disebarkan kepada para pekerja SPAM. Pengolahan data menggunakan metode indeks kepentingan relatif (RII) untuk mengurutkan peringkat faktor pengaruh. Hasil perhitungan RII menunjukkan bahwa faktor ketersediaan sumber air merupakan peringkat pertama dengan nilai RII sebesar 0,9371 dan faktor jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan merupakan peringkat terakhir dengan nilai RII sebesar 0,8. Berdasarkan hasil tersebut diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengambil keputusan pada proyek bangunan SPAM dan pengambil keputusan dapat memperhatikan faktor-faktor lain dalam pemilihan alternatif pada bangunan Sistem Penyediaan Air Minum.

Kata kunci: Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM); peringkat faktor keputusan; rekayasa nilai; indeks kepentingan relatif

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk tiap tahun tidak dapat dihindari sehingga mengakibatkan meningkatnya permintaan kebutuhan. Salah satu kenaikan permintaan yaitu kebutuhan akan air bersih. Riset yang dilakukan Indonesia Water Institute (IWI) menunjukkan bahwa kebutuhan air bersih meningkat setiap tahun seiring bertambahnya angka kelahiran dan ditambah dengan adanya pandemi Covid-19. Sedangkan untuk kapasitas sistem penyedia air minum di Indonesia masih sedikit bila dibandingkan dengan total penduduk Indonesia (IWI, 2020 dalam Bayu, 2021). Sehingga pemerintah sedang gencar membangun Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) guna mencukupi kebutuhan air penduduk Indonesia.

Dalam dunia konstruksi, tidak sedikit proyek yang mengalami pembengkakan biaya (*cost overrun*). Salah satu metode untuk menjaga anggaran dan penghematan biaya adalah rekayasa nilai (*value engineering*). Penerapan *value engineering* memiliki berbagai manfaat baik bagi pemilik proyek, konsultan, maupun kontraktor (Yanita & Mochtar, 2018). *Value engineering* adalah metode sistematis untuk mengurangi biaya, memecahkan masalah, meningkatkan fungsi dan kualitas suatu produk atau barang (Rad & Yamini, 2016). *Value engineering* merupakan metode sistematis dan pendekatan nilai yang efektif sehingga digunakan pada proyek konstruksi. Dengan menggunakan *value engineering*, diperoleh produk dengan biaya rendah namun kualitas yang didapatkan lebih baik (Mehta et al., 2020). Penerapan *value engineering* pada proyek konstruksi sebagai salah satu pendekatan kreatif dalam inovasi proyek (Chen & Su, 2017).

Salah satu tahap dalam *value engineering* adalah evaluasi. Tahap evaluasi merupakan tahap untuk mengurangi ide alternatif tahap kreatif dan mengambil keputusan untuk memilih ide yang paling potensial guna meningkatkan fungsi produk atau proyek (Rad & Yamini, 2016). Dalam proses pemilihan desain alternatif yang akan digunakan, pihak pengambil keputusan perlu melakukan penilaian terhadap berbagai kriteria seperti pelaksanaan, biaya, ataupun dampak terhadap lingkungan (Tantyonimpuno & Retnaningias, 2006). Pengambilan keputusan adalah proses pemilihan terhadap alternatif terbaik dari beberapa alternatif secara sistematis. Dalam pengambilan keputusan, aspek biaya perlu diperhatikan untuk mencapai penghematan biaya maksimum, seluruh biaya perlu diperhitungkan dan dievaluasi (Heralova, 2014). Pengambilan keputusan harus dipikirkan secara matang karena akan mempengaruhi keberhasilan suatu proyek (Wang & Li, 2013).

Namun, sering ditemukan pada tahap desain dimana konsultan tidak mempertimbangkan inovasi ide sehingga mengakibatkan tingginya biaya dan tidak diterapkannya *value engineering*. Sedangkan para kontraktor mengaplikasikan *value engineering* tetapi masih ragu terkait waktu penerapan *value engineering* yang paling efektif dan menghasilkan penghematan terbesar. Hal ini mengakibatkan terjadinya kesalahan dalam penerapan *value engineering*, dimana waktu penerapan akan mempengaruhi hasil dan keberhasilan suatu proyek (Shahhosseini et al., 2017).

Di sisi lain, pengambil keputusan (*owner*) seringkali menjadikan biaya terendah sebagai satu-satunya prioritas dalam penyusunan anggaran dan dijadikan patokan utama dalam pemilihan keputusan terhadap desain. Sebagian *owner* cenderung tidak melihat dan mempertimbangkan aspek lain seperti biaya perawatan dan pemeliharaan, kekuatan, umur bangunan (Heralova, 2014). Dari permasalahan tersebut, rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana peringkat faktor-faktor keputusan *value engineering* pada bangunan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) dan tujuan dari penelitian ini untuk mengurutkan peringkat faktor keputusan *value engineering* pada bangunan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM).

Value engineering

Value engineering adalah suatu teknik manajemen untuk mencari keseimbangan fungsi yang terbaik antara kinerja, biaya, dan penampilan suatu produk atau proyek melalui pendekatan sistematis (Zimmerman & Hart, 1982). *Value engineering* merupakan metode untuk menganalisis permasalahan dengan tujuan mendapatkan fungsi yang diinginkan dengan biaya ekonomis dan optimal (Chandra, 1988). Dapat disimpulkan bahwa *value engineering* merupakan teknik manajemen dengan pendekatan sistematis, terorganisasi dan kreatif untuk mengidentifikasi dan menganalisis fungsi dengan tujuan mendapat fungsi dengan biaya optimal tanpa mengabaikan kegunaan, mutu, dan kualitas.

Value engineering digunakan untuk mendapat sebuah ide alternatif dengan tujuan memperoleh biaya ekonomis dari biaya perencanaan awal (Chandra, 1988). Penerapan *value engineering* bertujuan untuk menghemat biaya, mengurangi waktu, dan meningkatkan kualitas, kinerja, dan pemeliharaan. Penerapan *value engineering* juga dapat digunakan untuk pengeluaran lainnya dengan menghilangkan biaya-biaya yang tidak perlu.

Manfaat *value engineering* dalam proyek konstruksi yaitu dapat mengurangi biaya proyek, meningkatkan kinerja dan produktivitas, memberikan kepuasan pada *owner*, meningkatkan komunikasi semua pihak, terciptanya banyak ide kreatif dan inovasi, meningkatkan efisiensi (Berawi, 2014).

Tahap evaluasi *value engineering*

Makalah yang Tahap evaluasi merupakan tahap untuk mendapatkan alternatif yang akan digunakan berdasarkan alternatif atau ide yang dihasilkan pada tahap kreatif. Dalam memilih sebuah alternatif, hampir selalu dihadapkan dengan pilihan layak atau tidak alternatif tersebut. Tujuan memilih ide alternatif baru yaitu untuk mendapatkan hasil yang optimal sehingga pemilihan ide dipengaruhi oleh situasi alternatif yang akan dipilih (Pujawan, 1995). Langkah-langkah dalam pengambilan keputusan pada permasalahan yang terjadi dalam *value engineering* yaitu:

- Memahami permasalahan.
- Menentukan tujuan perencanaan yang digunakan sebagai dasar dalam membandingkan alternatif.
- Mengidentifikasi ide yang layak.

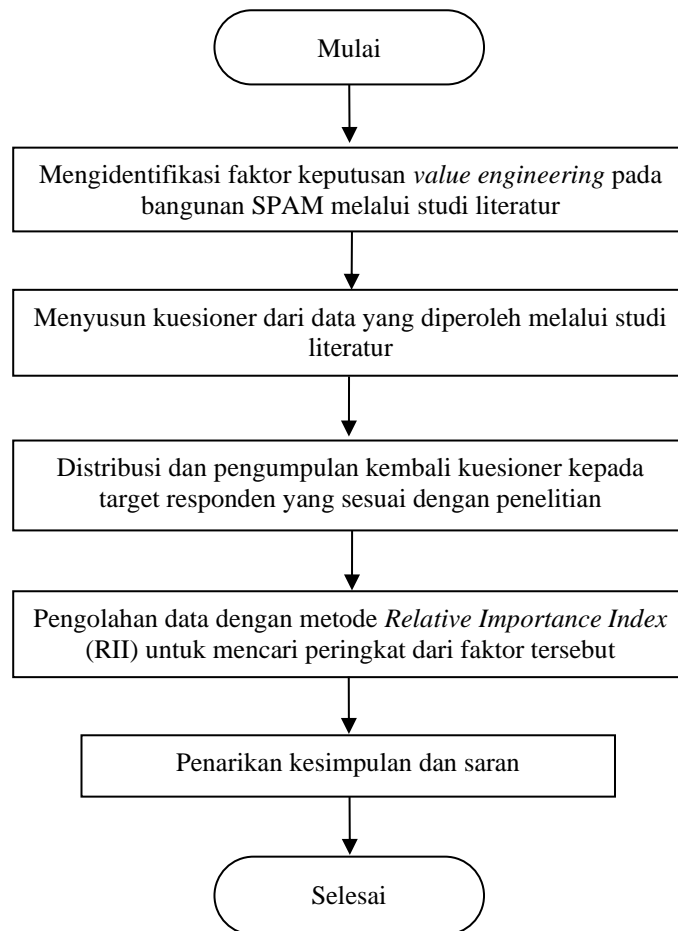
- Menyeleksi ide alternatif.
- Menganalisis setiap alternatif.
- Memilih alternatif terbaik.

Selanjutnya, pada tahap evaluasi dilakukan beberapa analisis terhadap alternatif yang diajukan untuk mendapatkan hasil dari segi biaya dan waktu. Analisis yang dilakukan seperti analisis keuntungan dan kerugian, *life cycle cost*, pembobotan dengan *paired comparison matrix* dan *decision matrix*.

Sistem penyediaan air minum (SPAM)

Air bersih termasuk salah satu kebutuhan pokok bagi manusia. Air bersih merupakan air untuk mandi, mencuci, dan kegiatan kebersihan lingkungan lainnya. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 menyatakan bahwa penyediaan air minum adalah kegiatan untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih kepada masyarakat guna kehidupan yang bersih dan sehat. SPAM merupakan kesatuan antara sistem fisik dan non fisik dari sarana dan prasarana air minum. Selanjutnya, pengembangan SPAM merupakan sebuah kegiatan membangun, memperluas, dan meningkatkan kesatuan sistem dalam kesatuan yang utuh untuk menyediakan air minum pada penduduk.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Dari ilustrasi Gambar 1, penelitian dimulai dengan mengidentifikasi faktor-faktor keputusan *value engineering* melalui studi literatur. Studi literatur digunakan untuk memudahkan dalam mencari faktor yang dibutuhkan. Referensi studi literatur yang digunakan berupa jurnal penelitian, buku, dan laporan terkait *value engineering* pada sistem penyediaan air. Setelah itu, hasil identifikasi faktor ditabulasikan ke dalam tabel.

Langkah berikutnya melakukan penyusunan kuesioner dengan menggunakan hasil tabulasi identifikasi faktor keputusan. Kuesioner menggunakan skala *likert* dimana responden cukup memilih jawaban yang dianggap sesuai.

Selanjutnya, dilakukan penyebaran kuesioner kepada responden yang berpengalaman khususnya pada bangunan SPAM. Penyebaran kuesioner dilakukan untuk memperoleh nilai pengaruh dari variabel yang diteliti. Hasil yang telah terkumpul dari jawaban responden akan dikelompokkan ke dalam tabel untuk digunakan dalam pengolahan data.

Hasil kuesioner yang telah dikumpulkan, dilakukan tabulasi dan dimasukkan ke program SPSS untuk dilakukan uji kelayakan. Variabel faktor yang dinyatakan valid dan reliabel selanjutnya dilakukan perhitungan nilai RII dan pengurutan peringkat dari faktor tersebut berdasarkan nilai RII. Langkah terakhir adalah penarikan kesimpulan terhadap hasil peringkat faktor yang tersusun.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi awal faktor yang dilakukan berdasarkan studi literatur menghasilkan 20 faktor yang berpengaruh terhadap pengambilan keputusan *value engineering*. Hasil identifikasi faktor beserta sumber referensi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil identifikasi faktor keputusan *value engineering* pada bangunan SPAM

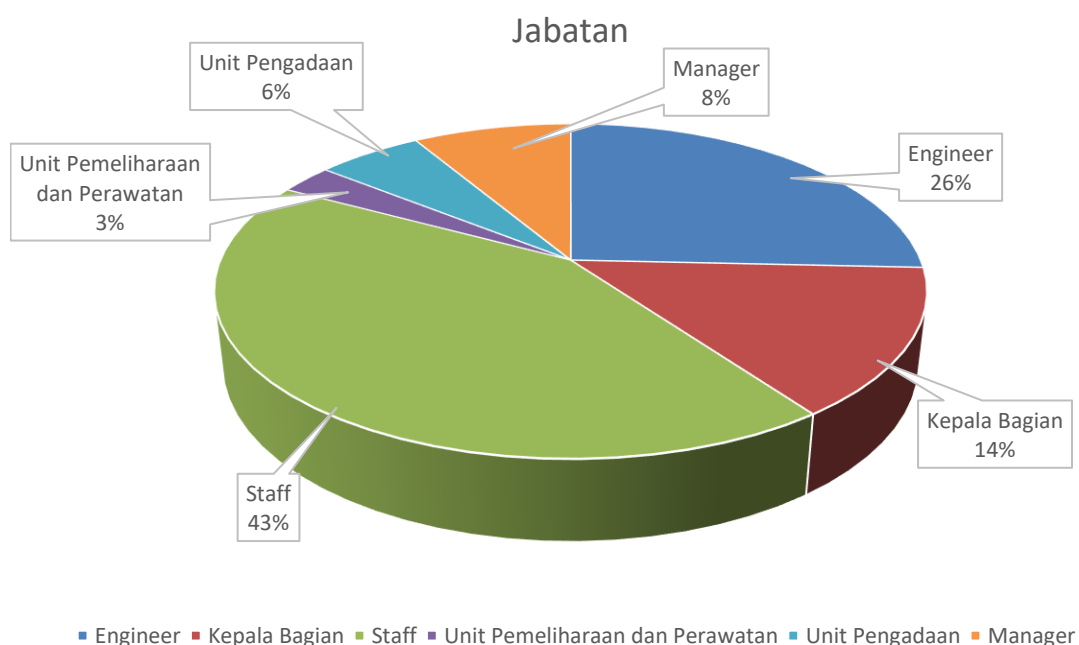
No	Faktor	Sumber
1	Biaya pengembangan dan implementasi alternatif	(Zhong et al., 2021), (Lin et al., 2011), (Abarghani et al., 2019), (Daza et al., 2019), (Dell'Isola, 1997), (Wright-Pierce, 2016), (Infra Tama Yakti Consultant, 2021)
2	Lama waktu pengerjaan	(Zhong et al., 2021), (Lin et al., 2011), (Enshassi et al., 2018), (Abarghani et al., 2019), (Daza et al., 2019), (Dell'Isola, 1997), (Infra Tama Yakti Consultant, 2021)
3	Besar penghematan biaya	(Zhong et al., 2021), (Abarghani et al., 2019), (RJH Consultant, 2014), (Dell'Isola, 1997), (Wright-Pierce, 2016)
4	Tingkat kesulitan penerapan alternatif	(Lin et al., 2011), (Abarghani et al., 2019), (Daza et al., 2019), (RJH Consultant, 2014), (Dell'Isola, 1997)
5	Jumlah tenaga kerja	(Enshassi et al., 2018), (RJH Consultant, 2014), (Infra Tama Yakti Consultant, 2021)
6	Inovasi desain	(Zhong et al., 2021), (Lin et al., 2011), (Abarghani et al., 2019), (RJH Consultant, 2014)
7	Dampak terhadap lingkungan dan masyarakat akibat kegiatan proyek	(Zhong et al., 2021), (Lin et al., 2011), (Enshassi et al., 2018), (Abarghani et al., 2019), (Daza et al., 2019), (RJH Consultant, 2014), (Infra Tama Yakti Consultant, 2021)
8	Analisis keuntungan kerugian	(Lin et al., 2011), (RJH Consultant, 2014), (Dell'Isola, 1997), (Wright-Pierce, 2016)
9	Analisis <i>life cycle cost</i>	(Lin et al., 2011), (Enshassi et al., 2018), (Daza et al., 2019), (RJH Consultant, 2014), (Dell'Isola, 1997), (Wright-Pierce, 2016)
10	Spesifikasi desain dan material yang digunakan	(Zhong et al., 2021), (Enshassi et al., 2018), (Daza et al., 2019), (Infra Tama Yakti Consultant, 2021)
11	Alternatif mengikuti standar dan ketentuan yang berlaku	(Lin et al., 2011), (Enshassi et al., 2018), (Infra Tama Yakti Consultant, 2021)
12	Memenuhi fungsi bangunan SPAM	(Lin et al., 2011), (RJH Consultant, 2014), (Wright-Pierce, 2016)
13	Kekuatan dan umur bangunan SPAM	(Enshassi et al., 2018), (RJH Consultant, 2014), (Wright-Pierce, 2016)
14	Perawatan dan pemeliharaan	(Daza et al., 2019), (RJH Consultant, 2014), (Wright-Pierce, 2016), (Infra Tama Yakti Consultant, 2021)
15	Letak proyek	(Zhong et al., 2021), (Enshassi et al., 2018), (Daza et al., 2019), (RJH Consultant, 2014), (Infra Tama Yakti Consultant, 2021)
16	Ketersediaan sumber air	(Daza et al., 2019), (Dell'Isola, 1997), (Wright-Pierce, 2016), (Infra Tama Yakti Consultant, 2021)

Tabel 1 (lanjutan). Hasil identifikasi faktor keputusan *value engineering* pada bangunan SPAM

No	Faktor	Sumber
17	Jenis dan kualitas sumber air	(Dell'Isola, 1997), (Wright-Pierce, 2016), (Infra Tama Yakti Consultant, 2021)
18	Keuangan dan dana proyek	(Zhong et al., 2021), (Enshassi et al., 2018), (Infra Tama Yakti Consultant, 2021)
19	Manfaat bagi masyarakat	(Enshassi et al., 2018), (Abarghani et al., 2019), (RJH Consultant, 2014), (Dell'Isola, 1997), (Infra Tama Yakti Consultant, 2021)
20	Harga air bersih	(Enshassi et al., 2018), (Dell'Isola, 1997) (Infra Tama Yakti Consultant, 2021)

Data kuesioner

Hasil kuesioner terkumpul sebanyak 35 responden yang merupakan para pekerja baik dari pihak perencana, pelaksana, pengembangan dan pemeliharaan bangunan SPAM. Karakteristik responden berdasarkan jabatan kerja dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram *pie chart* responden berdasarkan jabatan kerja

Hasil jawaban responden diolah dan ditabulasikan ke dalam tabel. Hasil tabulasi kuesioner terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabulasi hasil kuesioner

Variabel	Faktor Keputusan	Skala				
		1	2	3	4	5
X1	Biaya pengembangan dan implementasi alternatif	0	0	3	20	12
X2	Lamanya waktu pengerjaan	0	1	5	15	14
X3	Besarnya penghematan biaya	0	1	6	4	24
X4	Tingkat kesulitan dalam menerapkan alternatif	0	1	6	18	10
X5	Jumlah tenaga kerja yang diperlukan	0	2	6	17	10
X6	Inovasi desain	0	1	3	6	25
X7	Dampak terhadap lingkungan dan masyarakat dari kegiatan proyek	0	0	3	12	20

Tabel 2 (lanjutan). Tabulasi hasil kuesioner

Variabel	Faktor Keputusan	Skala				
		1	2	3	4	5
X8	Analisis keuntungan kerugian	0	0	5	13	17
X9	Analisis <i>Life cycle cost</i>	0	0	3	18	14
X10	Pemilihan bahan material dan spesifikasi desain yang digunakan	0	0	3	15	17
X11	Kesesuaian dengan standar aturan yang berlaku	0	0	2	14	19
X12	Kesesuaian dan memenuhi fungsi SPAM	0	0	2	15	18
X13	Kekuatan dan umur bangunan SPAM	0	1	3	11	20
X14	Kemudahan perawatan dan pemeliharaan bangunan SPAM	0	0	2	16	17
X15	Letak proyek SPAM	0	3	6	9	17
X16	Ketersediaan sumber air	0	0	1	9	25
X17	Kualitas dan jenis sumber air	0	0	2	7	26
X18	Keuangan dan dana proyek	0	0	5	8	22
X19	Manfaat bagi masyarakat	0	0	2	11	22
X20	Harga air bersih	0	0	5	11	19

Uji validitas data

Metode uji validitas yang digunakan yaitu korelasi *pearson product moment* dengan bantuan SPSS versi 25. Variabel dinyatakan valid apabila nilai *pearson correlation* lebih besar dari r tabel. Jumlah data yang digunakan pada penelitian sebanyak 35 (N=35) dan menggunakan taraf signifikansi sebesar 5%, sehingga diperoleh nilai r *product moment* tabel sebesar 0,334. Hasil uji validitas data terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil *output* uji validitas

Variabel	<i>Pearson Correlation</i>		Keterangan
	r_{hitung}	r_{tabel}	
X 1	0,491	0,334	Valid
X 2	0,375	0,334	Valid
X 3	0,720	0,334	Valid
X 4	0,503	0,334	Valid
X 5	0,561	0,334	Valid
X 6	0,428	0,334	Valid
X 7	0,468	0,334	Valid
X 8	0,210	0,334	Tidak Valid
X 9	0,593	0,334	Valid
X 10	0,460	0,334	Valid
X 11	0,447	0,334	Valid
X 12	0,705	0,334	Valid
X 13	0,696	0,334	Valid
X 14	0,669	0,334	Valid
X 15	0,789	0,334	Valid
X 16	0,589	0,334	Valid
X 17	0,233	0,334	Tidak Valid
X 18	0,736	0,334	Valid
X 19	0,560	0,334	Valid
X 20	0,448	0,334	Valid

Dari hasil uji validitas yang terdapat pada Tabel 3 di atas, diperoleh variabel X8 dan X17 tidak valid karena nilai r hitung lebih kecil dari r tabel sehingga variabel X8 dan X17 tidak dapat digunakan pada pengujian selanjutnya. 18 variabel yang dinyatakan valid dilakukan uji validitas ulang tanpa mengikutsertakan variabel X8 dan X17.

Tabel 4. Hasil *output* uji validitas ulang

Variabel	Pearson Correlation		Keterangan
	r_{hitung}	r_{tabel}	
X 1	0,489	0,334	Valid
X 2	0,403	0,334	Valid
X 3	0,748	0,334	Valid
X 4	0,503	0,334	Valid
X 5	0,546	0,334	Valid
X 6	0,449	0,334	Valid
X 7	0,468	0,334	Valid
X 9	0,557	0,334	Valid
X 10	0,482	0,334	Valid
X 11	0,432	0,334	Valid
X 12	0,729	0,334	Valid
X 13	0,699	0,334	Valid
X 14	0,686	0,334	Valid
X 15	0,794	0,334	Valid
X 16	0,575	0,334	Valid
X 18	0,745	0,334	Valid
X 19	0,549	0,334	Valid
X 20	0,453	0,334	Valid

Berdasarkan Tabel 4 di atas, 18 variabel dinyatakan valid karena memiliki nilai r hitung lebih besar dari nilai r tabel, pengujian dilanjutkan dengan uji reliabilitas.

Uji reliabilitas data

Uji reliabilitas merupakan lanjutan dari uji validitas, dimana variabel yang diuji merupakan variabel yang valid. Uji reliabilitas bertujuan untuk menguji apakah kuesioner reliabel atau tidak. Uji reliabilitas menggunakan model *Cronbach's Alpha*, batasan nilai yang digunakan sebesar 0,6, dimana bila nilai *Cronbach's Alpha* diatas 0,6 kuesioner dinyatakan reliabel sedangkan bila nilai di bawah 0,6 dinyatakan kurang reliabel.

Tabel 5. Hasil uji reliabilitas

Reability Statistics	
<i>Cronbach's Alpha</i>	N of items
0,879	18

Berdasarkan Tabel 5 di atas, diperoleh nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,879. Nilai *Cronbach's Alpha* yang didapat lebih besar dari 0,6 sehingga disimpulkan bahwa instrumen pengambilan data atau kuesioner dinyatakan reliabel.

Relative importance index (RII)

Setelah melakukan uji kelayakan validitas dan reliabilitas, 18 variabel yang dinyatakan valid dan reliabel akan dilakukan penyusunan *ranking* dengan metode RII. Perhitungan RII bertujuan untuk mengetahui faktor yang memiliki pengaruh tertinggi hingga terendah dari 18 faktor tersebut. Tabulasi hasil perhitungan indeks kepentingan (RII) terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil perhitungan RII

Variabel	Faktor Keputusan	RII	Peringkat	Tingkat Kepentingan
X1	Biaya pengembangan dan implementasi alternatif	0,8514	8	Tinggi
X2	Lamanya waktu pengerjaan	0,84	2	Tinggi
X3	Besarnya penghematan biaya	0,8914	4	Tinggi
X4	Tingkat kesulitan dalam menerapkan alternatif	0,8114	11	Tinggi
X5	Jumlah tenaga kerja yang diperlukan	0,8	12	Tinggi-Sedang
X6	Inovasi desain	0,9143	2	Tinggi

Tabel 6 (lanjutan). Hasil perhitungan RII

Variabel	Faktor Keputusan	RII	Peringkat	Tingkat Kepentingan
X7	Dampak terhadap lingkungan dan masyarakat dari kegiatan proyek	0,8971	3	Tinggi
X9	Analisis <i>Life cycle cost</i>	0,8629	7	Tinggi
X10	Pemilihan bahan material dan spesifikasi desain yang digunakan	0,88	6	Tinggi
X11	Kesesuaian dengan standar aturan yang berlaku	0,8971	3	Tinggi
X12	Kesesuaian dan memenuhi fungsi SPAM	0,8914	4	Tinggi
X13	Kekuatan dan umur bangunan SPAM	0,8857	5	Tinggi
X14	Kemudahan perawatan dan pemeliharaan bangunan SPAM	0,8857	5	Tinggi
X15	Letak proyek SPAM	0,8286	10	Tinggi
X16	Ketersediaan sumber air	0,9371	1	Tinggi
X18	Keuangan dan dana proyek	0,8971	3	Tinggi
X19	Manfaat bagi masyarakat	0,9143	2	Tinggi
X20	Harga air bersih	0,88	6	Tinggi

Berdasarkan Tabel 6 di atas, disimpulkan bahwa faktor X16 (ketersediaan sumber air) memiliki nilai indeks kepentingan tertinggi dengan nilai 0,9371 dan faktor X5 (jumlah tenaga kerja yang diperlukan) memiliki nilai indeks kepentingan terendah dengan nilai 0,8. Dari hasil peringkat yang diperoleh, semakin tinggi peringkat maka semakin besar pengaruh terhadap pengambilan keputusan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis serta pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- Urutan faktor keputusan *value engineering* terhadap pemilihan alternatif pada bangunan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Urutan faktor keputusan *value engineering*

Ranking	Variabel	Faktor Keputusan	RII
1	X16	Ketersediaan sumber air	0,9371
2	X19	Manfaat bagi masyarakat	0,9143
	X6	Inovasi desain	
3	X11	Kesesuaian dengan standar aturan yang berlaku	0,8971
	X18	Keuangan dan dana proyek	
	X7	Dampak terhadap lingkungan dan masyarakat dari kegiatan proyek	
4	X12	Kesesuaian dan memenuhi fungsi SPAM	0,8914
	X3	Besarnya penghematan biaya	
5	X13	Kekuatan dan umur bangunan SPAM	0,8857
	X14	Kemudahan perawatan dan pemeliharaan bangunan SPAM	
6	X10	Pemilihan bahan material dan spesifikasi desain yang digunakan	0,88
	X20	Harga air bersih	
7	X9	Analisis <i>Life cycle cost</i>	0,8629
8	X1	Biaya pengembangan dan implementasi alternatif	0,8514
9	X2	Lamanya waktu pengerjaan	0,84
10	X15	Letak proyek SPAM	0,8286
11	X4	Tingkat kesulitan dalam menerapkan alternatif	0,8114
12	X5	Jumlah tenaga kerja yang diperlukan	0,8

- Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh faktor dengan tingkat kepentingan tertinggi dalam pengambilan keputusan tahap evaluasi *value engineering* pada bangunan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) adalah manfaat bagi masyarakat dengan nilai RII sebesar 0,9371. Sedangkan faktor dengan kepentingan terendah adalah jumlah tenaga kerja yang diperlukan atau dibutuhkan dengan nilai RII sebesar 0,8.
- Berdasarkan hasil analisis, faktor ketersediaan air minum memiliki nilai RII tertinggi dan merupakan peringkat pertama. Hal ini berarti faktor ketersediaan air minum merupakan faktor utama yang wajib diperhatikan oleh para pengambil keputusan dalam melakukan pemilihan ide alternatif yang akan digunakan pada bangunan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM).
- Hasil RII yang sama memiliki arti bahwa kedua atau lebih variabel tersebut memiliki tingkat kepentingan yang sama, contoh variabel X19 dan X6 memiliki nilai RII sebesar 0,9143 yang berarti bahwa variabel X19 dan X6 memiliki tingkat kepentingan yang sama dalam pengambilan keputusan terhadap pemilihan alternatif yang digunakan.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

- Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambah referensi literatur identifikasi terkait faktor-faktor keputusan *value engineering* selain yang digunakan pada penelitian ini.
- Dalam menentukan peringkat faktor, penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan metode selain *relative importance index* (RII).

Pada penelitian selanjutnya, syarat responden dapat diperketat agar hasil yang didapat lebih akurat. Contoh persyaratan terhadap responden berikutnya seperti tingkat jabatan tertentu atau responden memiliki pengalaman kerja di bidang terkait diatas 5 tahun sebagai syarat pengisian kuesioner.

DAFTAR PUSTAKA

- Abarghani, S., Keshvari, A. R., Ahmadvand, M., & Eghbali, H. (2019). Investigating and Developing Factors Affecting the Engineering Value of the Phase of Construction of Urban Gardens (Case Study Of Iranian Gardener In Tehran). *Journal of Management & Technology*, 160-187.
- Bayu, D. (2021). Diakses Maret 2022, dari <https://katadata.co.id/muhammadridhoi/analisisdata/6035e31664846/problem-akses-air-bersih-saat-pandemi>
- Berawi, M. A. (2014). *Aplikasi Value Engineering Pada Industri Konstruksi Bangunan Gedung*. Universitas Indonesia.
- Chandra, S. (1988). *Aplikasi Value Engineering & Analisis Pada Perencanaan dan Pelaksanaan untuk Mencapai Program Efisiensi*. Universitas Diponegoro.
- Chen, T. T., & Su, C. (2017). Fuzzy-Based Decision Making Applied To Performance Evaluation in Value Engineering. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 40(3), 200-206.
- Daza, H. A., Cabrales, S., Santos, R., & Saldarriaga, J. (2019). A New Multi-Criteria Decision Analysis Methodology for the Selection of New Water Supply Infrastructure. *MDPI Water*, 11(4), 805. <https://doi.org/10.3390/w11040805>
- Dell'Isola, A. (1997). *Value Engineering: Practical Applications ... for Design, Construction, Maintenance & Operations*. RS Means.
- Enshassi, A., Ghoul, H. A., & Kilani, S. A. (2018). Exploring Sustainable Factors During Construction Projects' Life Cycle Phases. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33(1), 51-68.
- Heralova, R. S. (2014). Life Cycle Cost Optimization Within Decision Making on Alternative Design of Public Buildings. *Procedia Engineering*, 85, 454-463. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.10.572>
- Infra Tama Yakti Consultant. (2021). *Laporan Akhir Studi Kelayakan Rencana Jaringan Distribusi Penyerapan Air Curah SPAM Jatiluhur I Secara Terintegrasi di Wilayah DKI Jakarta*. Jakarta.
- Lin, G., Shen, G. Q., Sun, M., & Kelly, J. (2011). Identification of Key Performance Indicators for Measuring the Performance of Value Management Studies in Construction. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 137, 698-706.
- Mehta, C., Mehta, E. P., & Pitroda, J. (2020). Value Engineering as an Effective Tool for Construction Projects: A Review. *UGC Care Journal*, 40(60), 1927-1936.
- Pujawan, I. (1995). *Ekonomi Teknik*. PT Candimas Metropole.
- Rad, K. M., & Yamini, O. A. (2016). The Methodology of Using Value Engineering in Construction Projects Management. *Civil Engineering Journal*, 2(6), 262-269.
- RJH Consultant. (2014). *Value Engineering Study Southwest Regional Water Supply (SWRWS) Project*. Solutions Engineering & Facilitating, INC.

- Shahhosseini, V., Afshar, M. R., & Amiri, O. (2017). Value Engineering Practices In Infrastructure Projects: a Case Study of Ilam Gas Refinery's Water Transmission System At Reno Mountain, Iran. *International Journal of Construction Management*, 18(5), 1-13. <https://doi.org/10.1080/15623599.2017.1326298>
- Tantyonimpuno, R., & Retnaningtias, A. D. (2006). Penerapan Metode Analytical Hierarchy process (AHP) pada Proses Pengambilan Keputusan Pemilihan Jenis Pondasi. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 77-87.
- Wang, H., & Li, X. (2013). The Application of Value Engineering in Project Decision-Making. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 5(12), 714-720.
- Wright-Pierce. (2016). *Value Engineering Study of Warren Wastewater Treatment Facility Upgrades*. Portland.
- Yanita, R., & Mochtar, K. (2018). Legal Aspect of Value Engineering Implementation in Jakarta (Indonesia) Construction Projects. *International Journal of Construction Management*, 21(2), 131-139. <https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1511946>
- Zhong, S., Elhegazy, H., & Elzarka, H. (2021). Key Factors Affecting the Decision Making Process for Buildings Projects in Egypt. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(3), 101597. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.09.024>
- Zimmerman, L. W., & Hart, G. D. (1982). *Value Engineering: A Practical Aproach for Owner, Designer, and Contractor*. Mc.Graw Hill.