

Pemilihan vendor untuk kegiatan Dredging di blok Mahakam Kalimantan Timur menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process*

Aris Prasetyo^{*1}, Nur Aini Masruroh², Kusnanto³

¹Magister Teknik Sistem, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

²Departemen Teknik Mesin dan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

³Departemen Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Article Info

Article history:

Received November 15, 2021

Accepted December 28, 2021

Published May 1, 2022

Keywords:

Analytical Hierarchy Process

Dredging

Pemilihan vendor

ABSTRACT

Sebelum melakukan pengeboran, *rig* dan armada pendukungnya harus melewati wilayah rawa di Blok Mahakam. Agar dapat melewati wilayah tersebut maka diperlukan kegiatan *dredging*. Kesalahan dalam memilih *vendor dredging* akan mengakibatkan keterlambatan yang menimbulkan biaya yang sangat besar. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kriteria yang tepat untuk memilih *vendor* menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Dengan menggunakan AHP sistem terbuka melalui *rating approach*, maka berapapun jumlah *vendor* akan dapat diberikan penilaian. Hasil penelitian yaitu bobot kriteria dan intensitas rating: kriteria harga (bobot 0,36) dengan 3 intensitas rating (bobot sesuai estimasi: 1, diatas estimasi: 0,794, dibawah estimasi: 0,630), kriteria HSE *Index* (bobot 0,263) dengan 5 intensitas rating (bobot *excellent*: 1, *good*: 0,626, *adequate*: 0,292, *fair*: 0,158, *poor*: 0,138), kriteria fasilitas produksi dan kapasitas (bobot 0,176) dengan 3 intensitas rating (bobot diatas target: 1, sesuai target: 0,437, dibawah target 0,191), kriteria kualitas (bobot 0,113) dengan 4 intensitas rating (bobot sangat baik: 1, baik: 0,516, cukup: 0,191, kurang: 0,135) dan kriteria keadaan finansial (bobot 0,089) dengan 3 intensitas rating (bobot sehat: 1, tidak sehat: 0,252, pailit: 0,159).



Corresponding Author:

Aris Prasetyo,

Magister Teknik Sistem, Fakultas Teknik,
Universitas Gadjah Mada

Jl. Teknik Utara, No.3, Barek, Kocoran, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa
Yogyakarta 55281

Email: *prasetyo.aris@gmail.com

1. PENGANTAR

Dalam kehidupan sehari-hari kebutuhan manusia terhadap energi sangatlah besar. Energi tersebut digunakan untuk menggerakkan mesin-mesin industri, alat-alat transportasi, pembangkit listrik dan sebagainya. Energi tersebut terbagi menjadi dua golongan yaitu energi terbarukan dan energi tidak terbarukan. Energi tidak terbarukan dapat berupa batu bara & *fossil fuel*. Sementara energi terbarukan seperti panas bumi, angin, matahari, gelombang laut dan sebagainya. Dalam usaha mendapatkan energi yang tidak terbarukan khususnya minyak bumi masih mengandalkan proses pengeboran yang dilakukan ke dalam perut bumi. Untuk melakukan pengeboran, maka diperlukan berbagai usaha pendukung untuk melakukannya. Beberapa hasil *seismik* yang diperoleh PT. PHX di Blok Mahakam Kalimantan Timur, didapatkan hasil bahwa banyak kantong *reservoir* yang diduga mengandung minyak atau gas bumi berada di wilayah rawa. Wilayah rawa ini tidak bisa diakses oleh *rig* dan armada pendukung lainnya secara langsung, dikarenakan kedalaman air yang tidak cukup untuk bisa dilalui oleh *rig* & armada pendukung lainnya tersebut. Sehingga diperlukan usaha untuk mendapatkan kedalaman yang diinginkan melalui kegiatan *dredging* atau pengerukan [1].

Kegiatan *dredging* akan melibatkan 3 rangkaian kegiatan yaitu menggali, mengangkat dan membuang lumpur ke *dumping area*. Adapun untuk keperluan menggali ada beberapa metode yang diketahui hingga saat ini. Menggali atau memisahkan material dari dasar laut bisa menggunakan metode pengikisan (*erosion*), memecah (*breaking*), memancarkan air tekanan tinggi (*jetting*), menghisap (*suction*), memotong (*cutting*) dan mengambil dengan menggunakan *bucket* (*grabbing*). Rangkaian kedua adalah mengangkat material hasil *dredging*. Proses pengangkutan ini dapat menggunakan tongkang yang didesain khusus untuk memiliki wadah penampung (*hopper barge*), menggunakan pipa terapung (*floating pipeline*) [2], menggunakan *conveyor belt* dan terakhir menggunakan truk untuk pekerjaan di darat. Rangkaian terakhir adalah membuang material hasil *dredging* ke daerah penampungan atau *dumping area*. Untuk lokasi pembuangan material di laut, perlu ditentukan koordinatnya dengan mempertimbangkan kondisi perairan (arus laut & gelombang) dan dampaknya terhadap lingkungan. Untuk area *dumping* di Blok Mahakam sudah ditentukan oleh Dirjen Perhubungan Laut dan terdapat 4 (empat) wilayah *dumping area* yang sudah disetujui oleh Pemerintah Republik Indonesia [3]. Adanya *vendor* yang mengundurkan diri saat proses kegiatan *dredging* sedang berlangsung, akan berimbas terhadap kelancaran PT. PHX dalam proses pencarian cadangan sumber minyak dan gas alam dan akan berakibat tidak tercapainya target dari Pemerintah Republik Indonesia dalam menopang ketahanan energi nasional.

Di dalam proses tender terdapat faktor kriteria harga yang sangat dominan. *Vendor* dengan harga yang lebih murah cenderung akan memenangkan proses tender tersebut. Padahal dalam pelaksanaan pekerjaan *dredging* akan terdapat berbagai kendala yang memerlukan biaya yang tidak sedikit untuk menyelesaikannya. Sehingga PT. PHX selaku pemberi kerja perlu memberikan perhatiannya terhadap penilaian yang lain selain harga agar mendapatkan *vendor dredging* yang berkualitas. *Vendor* yg berkualitas akan dapat menyelesaikan durasi kontrak dengan aman. Untuk mendapatkan *vendor* yang terbaik, diperlukan penelitian mengenai kriteria apa saja selain harga yang seharusnya dijadikan pertimbangan oleh *decision maker*. Demikian juga bagi para pihak *vendor* akan mendapatkan parameter yang jelas untuk memperbaiki kualitasnya setiap tahun.

Ketika sebuah *vendor dredging* menyatakan mundur ditengah kontrak bersama yang sudah disepakati dengan PT. PHX, maka imbasnya bagi PT. PHX sangat besar dari sisi *cost*, waktu dan usaha lainnya. Untuk mencegah hal tersebut, maka proses pemilihan *vendor dredging* menjadi sangat penting. Dalam menentukan keputusan terhadap pemilihan sebuah *vendor*, terdapat beberapa metode yang diketahui saat ini yaitu *Technique For Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS), *Simple Additive Weighting* (SAW), *Elimination by Aspect* (EBA), *Standardized Unitless Rating* (SUR), *Analytical Network Process* (ANP) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Dalam penelitian ini, penulis akan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* untuk mendapatkan parameter yang jelas dan terukur dari para *user* untuk memilih *vendor dredging* yang berkualitas. Keunggulan dari metode AHP dengan *open system* melalui *rating approach* yaitu seberapa banyak *vendor* yang akan dilakukan penilaian dikemudian hari maka tidak diperlukan lagi perhitungan ulang terhadap bobot melalui penggunaan kuesioner kepada para *user*. Hasil dari penelitian ini bisa digunakan untuk jangka waktu yang lama selama kriterianya masih relevan. Penggunaan AHP ditemukan dalam banyak aplikasi pengambilan keputusan yang menggunakan multi kriteria, perencanaan dan alokasi sumber daya. T. L. Saaty mengembangkan AHP pada tahun 1971- 1975 [4].

Dalam sebuah perusahaan akan terdapat beberapa pihak yang berkepentingan dalam proses pengambilan keputusan. Berbagai pihak tersebut akan mempunyai kriteria yang menurut mereka layak dan paling penting. AHP menjembatani kebutuhan ini dengan memberikan nilai atau bobot dari setiap kriteria yang diajukan oleh masing-masing pihak dengan melakukan perbandingan berpasangan. Hasil dari AHP adalah memberikan perbandingan bobot dari setiap kriteria tersebut, sehingga bobot kriteria bisa ditentukan prioritasnya. Kriteria dengan bobot terberat maka dia akan menjadi prioritas pertama, diikuti oleh bobot terberat kedua akan menjadi kriteria urutan kedua, begitu seterusnya untuk bobot kriteria selanjutnya. Kriteria ini akan mewakili keinginan dari para pengambil keputusan. Beberapa penelitian telah dilakukan dengan menggunakan metode AHP. Salah satunya adalah penelitian yang bertujuan mendapatkan mitra yang berkualitas dalam kegiatan pengeboran, adapun yang menjadi kriteria adalah kelengkapan administrasi, *delivery*, finansial, teknis dan harga penawaran [5]. Penelitian yang lain menggunakan metode DELPHI-AHP untuk menyeleksi kontraktor *chemical demulsifier* sektor hulu migas dengan tujuan untuk memilih kriteria dan didapatkan enam kriteria (*quality, delivery, service, flexibility, price, safety and environment*) dan 20 sub kriteria [6]. Penelitian lainnya bertujuan memilih sistem canggih untuk bangunan dengan kriteria yang dipilih adalah sebagai berikut *work efficiency, user comfort, safety* dan *cost effectiveness* dengan dua sub kriteria yaitu *reliability* dan *operating and maintenance cost* [7].

Berdasarkan studi literatur pustaka di atas, maka penelitian ini belum pernah dilakukan sebelumnya dengan adanya perbedaan yang terdapat pada objek penelitian. Pada penelitian ini akan melakukan pemberian bobot terhadap kriteria dan rating dari masing-masing kriteria yang telah dipilih oleh *user*. Adapun beberapa kriteria yang akan ditawarkan kepada responden, dari 23 kriteria pemilihan *vendor* [8], akan ditawarkan sejumlah 12 kriteria yaitu : fasilitas produksi & kapasitas, harga, HSE *Index*, keadaan finansial, kinerja masa lalu, kualitas, layanan perbaikan, lokasi geografis, manajemen & organisasi, pemenuhan prosedural, sistem

komunikasi, total kandungan dalam negeri. Kriteria tersebut ditawarkan karena mendekati keadaan sebenarnya berdasarkan pengalaman dalam pekerjaan *dredging*. Selain 23 kriteria pemilihan *vendor*, ditambahkan kriteria TKDN karena merupakan salah satu syarat utama yang harus dipenuhi dalam proses tender di PT. PHX. Selain itu bagi setiap responden akan diberikan kesempatan untuk memberikan tambahan 3 kriteria yang belum tercantum dalam 12 kriteria tersebut.

Dari kriteria yang dipilih tersebut akan menggunakan penilaian bobot secara *distributive mode* (jumlah bobot kriteria secara keseluruhan adalah sama dengan satu), sedangkan nilai bobot dari rating tiap kriteria akan mendapatkan penilaian secara *ideal mode* yaitu rating tertinggi dari tiap kriteria akan diberikan nilai satu dan bobot rating yang lain dalam kriteria yang sama akan dibagi dengan nilai rating tertinggi tersebut. Dengan demikian, *vendor* dengan total skor tertinggi adalah yang paling berkualitas. Dengan metode ini, penambahan *vendor* yang baru tidak akan memerlukan lagi proses pengulangan pengambilan data (kuesioner) kepada para *user*. Penelitian ini akan menghasilkan *software* sederhana untuk mendapatkan *vendor* yang berkualitas dari pembobotan yang telah dilakukan oleh para *user*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi kasus yang dimulai dengan melakukan identifikasi kriteria yang akan dijadikan parameter dalam memilih *vendor dredging*. Untuk mendapatkan kriteria ini dilakukan dengan cara membagikan kuesioner secara *online* terhadap lima *Lead (user)* dari departemen yang membidangi masalah *dredging* di PT. PHX. Setelah didapatkan ranking dari kriteria maka diambil lima kriteria teratas. Setelah itu ditentukan rating dari lima kriteria tersebut dan kuesioner kembali dikirimkan kepada *user* untuk dapat memberikan pembobotan rating dari tiap kriteria. Saat proses pengisian kuesioner oleh *user*, dilakukan pendampingan kepada *user*, agar *user* memahami pertanyaan yang ada di kuesioner dan dapat memberikan jawaban sesuai kenyataan yang ada di lapangan. Setelah mendapatkan bobot dari kriteria dan rating, maka langkah berikutnya adalah dilakukan analisis pengambilan keputusan mengenai pemilihan *vendor dredging*. Metode pemilihan *vendor dredging* akan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Metode AHP ini telah terbukti mampu memberikan solusi terhadap permasalahan pengambilan keputusan yang melibatkan multi kriteria. Metode AHP mudah dipahami dan memiliki tahap-tahap yang mudah untuk dikerjakan, sehingga metode ini banyak dipakai secara luas untuk menangani masalah serupa. Dengan metode ini diharapkan dapat dibuat sebuah aplikasi sederhana yang memudahkan *user* untuk melakukan penilaian terhadap *vendor dredging* secara cepat dan akurat.

a. Sumber Data

Proses mendapatkan data di dalam penelitian ini akan dilakukan dengan dua macam cara yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari sumber pertama baik secara individu atau perseorangan, seperti hasil wawancara atau hasil pengumpulan kuesioner [9]. Data primer dalam penelitian ini didapatkan dari wawancara dan kuesioner yang dibagikan kepada *user* atau responden. Data sekunder adalah data - data primer yang telah diolah lebih lanjut dan disajikan baik oleh pihak pengumpul dari data primer atau pihak lain. Data sekunder yang dikumpulkan antara lain seperti profil perusahaan (*company profile*), studi pustaka dan catatan dari dokumen perusahaan.

b. Variabel Penelitian

Di dalam penelitian ini akan menawarkan 12 kriteria yang akan dipilih oleh responden sebagai *user*. Jumlah responden pada penelitian ini adalah 5 orang. Selain 12 kriteria tersebut, responden juga diberikan kesempatan untuk menambahkan 3 kriteria yang belum tercantum dalam 12 kriteria tersebut. Sehingga setiap responden akan mendapatkan 15 kriteria yang bisa dipilih. 12 kriteria tersebut penulis pilih dikarenakan paling relevan atau mendekati dengan keadaan sebenarnya dalam lingkungan pekerjaan penulis di dunia *dredging*. 12 kriteria tersebut adalah fasilitas produksi dan kapasitas, harga, HSE *Index*, keadaan finansial, kinerja masa lalu, kualitas, layanan perbaikan, lokasi geografis, manajemen dan organisasi, pemenuhan prosedural, sistem komunikasi dan tingkat kandungan dalam negeri.

c. Analisis Data

Berdasarkan data - data yang sudah didapatkan maka langkah berikutnya akan dilakukan analisa data dengan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dengan langkah pengerjaan [10] sebagai berikut :

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang ingin dicapai.
2. Membuat struktur hierarki yang diawali dengan tujuan utama atau *goal*.
3. Membuat matrik perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh dari setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria yang satu tingkat di atasnya.
4. Mendefinisikan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh jumlah penilai seluruhnya adalah sebanyak $n \times [(n-1)/2]$ buah, dengan n adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.

5. Menghitung nilai *eigen* (*eigenvalue*) dan menguji konsistensinya. Jika tidak konsisten maka pengambilan data harus dilakukan pengulangan.

Untuk menghitung *eigenvalue* akan digunakan pendekatan komputasi yang hingga saat ini ada 2 metode yang diketahui yaitu *row geometric mean* dan *column normalization method*. Metode *row geometric mean* lebih diprioritaskan daripada metode *column normalization method* dikarenakan nilai yang dihasilkan oleh *row geometric mean* lebih mendekati kepada hasil dari metode *exact* daripada metode *column normalization method*.

$$GM = \sqrt[n]{(x_1)(x_2) \dots (x_n)} \quad (1)$$

Dimana GM adalah *geometric mean*, x_i = penilai ke i dan i adalah banyaknya penilai ($1, 2, \dots, n$)

Pada matriks konsisten, secara praktis $\lambda_{max} = n$, sedangkan pada matriks tak konsisten, setiap variasi dari a_{ij} akan membawa perubahan pada nilai λ_{max} . Deviasi λ_{max} dari n adalah sebuah parameter *consistency index* (CI), yang dinyatakan dengan:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

Dimana CI adalah *consistency index*, λ_{max} adalah *eigenvalue* maksimum dan n adalah orde matriks.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

Dimana CR adalah *consistency ratio* dan RI adalah *random index*. Dengan nilai *random index* dapat dilihat pada Tabel 1. *Random Index* [11].

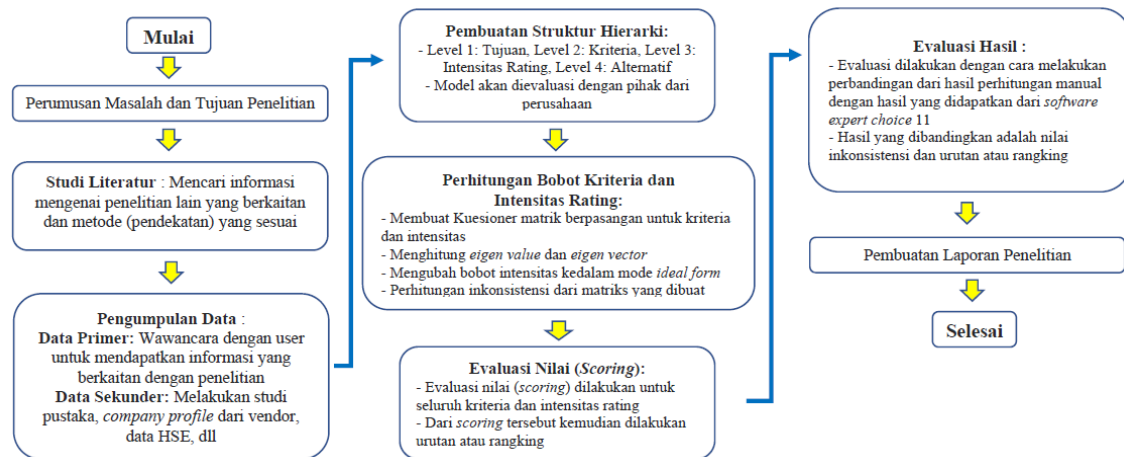
Tabel 1. *Random Index*

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Random consistency index (R.I.)	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

6. Mengulangi langkah 3, 4, dan 5 untuk seluruh tingkat hierarki.
7. Menghitung vektor *eigen* dari setiap matriks perbandingan berpasangan yang merupakan bobot dari setiap elemen untuk penentuan prioritas elemen pada tingkat hierarki dari level terendah hingga mencapai level tujuan.
8. Memeriksa konsistensi hierarki. Yang diukur dalam metode AHP adalah rasio konsistensi dengan melihat besarnya indeks konsistensi. Konsistensi yang diharapkan adalah yang mendekati sempurna agar menghasilkan keputusan yang mendekati valid. Walaupun sulit untuk mencapai yang sempurna, rasio konsistensi diharapkan kurang dari atau sama dengan 10%.

d. Diagram Alir Penelitian

Untuk mempermudah pemahaman dalam langkah-langkah penelitian ini, maka dapat dilihat pada Gambar 1 tentang diagram alir penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

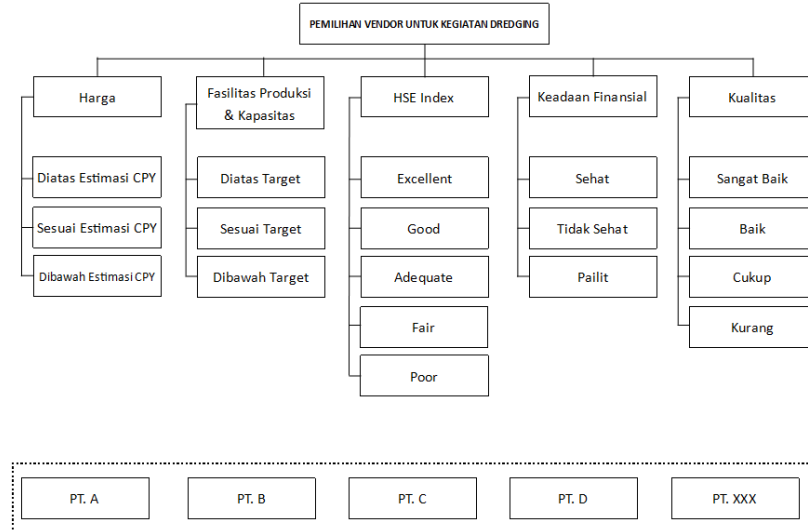
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Struktur Hierarki

Berikut adalah struktur AHP dalam proses pemilihan *vendor* untuk kegiatan *dredging* di Blok Mahakam Kalimantan Timur, ditampilkan pada Gambar 2. Struktur ini terdiri dari *goal* atau tujuan, kriteria dan intensitas rating untuk tiap kriteria dan jumlah alternatif yang tidak terhingga jumlahnya. Dalam menyusun struktur pemilihan *vendor* ini memerlukan berbagai data yang didapatkan dari kuesioner terhadap 5 responden yang berkompeten atau ahli pada bidang ini. Di dalam struktur tersebut dapat dijabarkan sebagai level 1 adalah tujuan atau *goal* yaitu pemilihan *vendor* untuk kegiatan *dredging*. Pada level 2 adalah kriteria

yang menjadi dasar utama bagi pengambil keputusan. Terdapat 5 kriteria yaitu harga, fasilitas produksi dan kapasitas, HSE *Index*, keadaan finansial dan kualitas. Pada level ke 3 adalah intensitas rating dari tiap kriteria.

Kriteria harga memiliki 3 intensitas rating, kriteria fasilitas produksi dan kapasitas memiliki 3 intensitas rating, kriteria HSE *Index* memiliki 5 intensitas rating, keadaan finansial memiliki 3 intensitas rating dan kriteria kualitas memiliki 4 intensitas rating. Pada level 4 adalah alternatif – alternatif, yaitu *vendor – vendor* yang akan menjadi pilihan dalam struktur ini, dikarenakan menggunakan sistem *open loop* maka jumlah *vendor* tidak dibatasi.



Gambar 2. Struktur Hierarki Pemilihan *Vendor* Untuk Kegiatan *Dredging*

3.2 Penentuan Kriteria

Secara keseluruhan akan dilakukan melalui 2 (dua) tahap survey. Tahap yang pertama yaitu pemilihan kriteria dan tahap yang kedua adalah pembobotan. Pada tahap pertama, responden akan diberikan kesempatan untuk menentukan ranking tiap kriteria yang diajukan oleh penulis. Berdasarkan [12] terdapat 23 kriteria dalam proses pemilihan *vendor* dan hanya ditampilkan yang relevan dengan kegiatan *dredging* menurut penulis. Sehingga total ada 12 kriteria yang akan dipilih oleh kelima responden. Dari hasil pilihan kelima responden tersebut akan dilakukan rangkingisasi, sehingga kriteria yg memiliki nilai peringkat paling kecil adalah yang akan dipilih. Responden diberikan kesempatan untuk menambahkan hingga 3 kriteria yang tidak terdapat pada 12 kriteria yang penulis ajukan.

Adapun 12 kriteria yang dimaksudkan adalah sebagai berikut yaitu fasilitas produksi & kapasitas, harga, HSE *Index*, keadaan finansial, kinerja masa lalu, kualitas, layanan perbaikan, lokasi geografis, manajemen & organisasi, pemenuhan prosedural, sistem komunikasi, total kandungan dalam negeri. Dan berikut adalah usulan kriteria dari responden 1 yaitu sumber daya manusia, dan responden 2 memberikan usulan kriteria yaitu *fairness* (kejujuran), *continuous improvement* dan efisiensi. Sementara responden 3, 4 dan 5 tidak memberikan tambahan usulan kriteria.

Berikut adalah hasil rekapitulasi kuesioner tahap pertama, yaitu pemilihan kriteria. Kriteria yg mendapatkan *score* paling rendah adalah yang paling tinggi prioritasnya, sedangkan semakin banyak *score* yang didapatkan maka semakin rendah prioritasnya. Dapat dilihat pada Tabel 2. Pemilihan Kriteria dibawah.

Tabel 2. Pemilihan Kriteria

KRITERIA	RESPONDEN					Score	Rangking
	1	2	3	4	5		
Fasilitas Produksi & Kapasitas	7	2	1	2	5	17	2
Harga	6	4	3	1	1	15	1
HSE Index	3	1	2	9	3	18	3
Keadaan Finansial	4	10	4	3	6	27	4
Kinerja Masa Lalu	5	9	5	4	9	32	
Kualitas	8	5	9	5	2	29	5
Layanan Perbaikan	10	6	10	6	12	44	
Lokasi Geografis	13	12	11	11	11	58	
Manajemen & Organisasi	1	7	8	10	4	30	

Pemenuhan Prosedural	9	3	6	8	7	33
Sistem Komunikasi	11	8	7	7	8	41
TKDN	12	11	12	12	10	57
SDM	2	16	13	13	13	57
Fairness (Kejujuran)	14	13	14	14	14	69
Continuous Improvement	15	14	15	15	15	74
Effisiensi	16	15	16	16	16	79

Dengan demikian didapatkan untuk peringkat pertama adalah harga, peringkat kedua adalah fasilitas produksi dan kapasitas, peringkat ketiga adalah HSE *Index*, peringkat keempat adalah keadaan finansial dan peringkat kelima adalah kualitas.

3.3 Perhitungan Bobot Kriteria

Untuk memudahkan penulisan maka untuk penulisan kriteria akan dibuat penyederhanaan sebagai berikut : A adalah harga, B adalah fasilitas produksi dan kapasitas, C adalah HSE *Index*, D adalah keadaan finansial dan E adalah kualitas. Berikut adalah hasil pengolahan data dari kuesioner ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Matriks Berpasangan Kriteria

KRITERIA	A	B	C	D	E	Geometric Mean	Normalisasi Bobot
A	1	2	2	3	3	2,048	0,360
B	0,5	1	1	2	1	1	0,176
C	0,5	1	1	5	3	1,496	0,263
D	0,333	0,5	0,2	1	1	0,506	0,089
E	0,333	1	0,333	1	1	0,644	0,113
Total						5,695	1

Langkah selanjutnya adalah usaha untuk mendapatkan *eigenvalue* maksimal yaitu dengan cara menghitung 5 *eigenvalue* yang didapatkan dari tiap baris kemudian dibagi dengan 5 sehingga akan didapatkan rata-rata nilai λ (nilai λ_{maks}). Untuk perhitungan nilai λ dari tiap baris adalah sebagai berikut :

$$\lambda_1 = ((1 \times 0,36) + (2 \times 0,176) + (2 \times 0,263) + (3 \times 0,089) + (3 \times 0,113)) / 0,36 = 5,124$$

$$\lambda_2 = ((0,5 \times 0,36) + (1 \times 0,176) + (1 \times 0,263) + (2 \times 0,089) + (1 \times 0,113)) / 0,176 = 5,177$$

$$\lambda_3 = ((0,5 \times 0,36) + (1 \times 0,176) + (1 \times 0,263) + (5 \times 0,089) + (3 \times 0,113)) / 0,263 = 5,337$$

$$\lambda_4 = ((0,333 \times 0,36) + (0,5 \times 0,176) + (0,2 \times 0,263) + (1 \times 0,089) + (1 \times 0,113)) / 0,089 = 5,198$$

$$\lambda_5 = ((0,333 \times 0,36) + (1 \times 0,176) + (0,333 \times 0,263) + (1 \times 0,089) + (1 \times 0,113)) / 0,113 = 5,171$$

Dari perhitungan tersebut dapat dirata-rata sebagai berikut :

$$\lambda_{maks} = (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5) / 5 = (5,124 + 5,177 + 5,337 + 5,198 + 5,171) / 5 = 5,202$$

Jadi didapatkan nilai *eigenvalue* (λ_{maks}) adalah 5,202

Kemudian dilakukan perhitungan konsistensi sesuai Persamaan 2 dan Persamaan 3.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = (5,202 - 5) / (5 - 1) = 0,0504$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0504}{1,11} = 0,0454$$

Dikarenakan nilai CR adalah lebih kecil dari 0,1, maka matriks berpasangan kriteria adalah konsisten (dapat diterima).

3.4 Perhitungan Bobot Intensitas kriteria

Berikut adalah intensitas rating dari setiap kriteria. Jumlah intensitas rating tiap kriteria berbeda-beda. Untuk kriteria harga terdapat 3 intensitas rating (diatas *owner estimate*, sesuai *owner estimate* dan dibawah *owner estimate*), kriteria fasilitas produksi dan kapasitas terdapat 3 intensitas rating (diatas target, sesuai target dan dibawah target), kriteria HSE *Index* terdapat 5 intensitas rating (*excellent*, *good*, *adequate*, *fair* dan *poor*), kriteria keadaan finansial terdapat 3 intensitas rating (sehat, tidak sehat dan pailit), kriteria kualitas terdapat 4 intensitas rating (sangat baik, baik, cukup dan kurang).

a. Pembobotan Intensitas Rating Kriteria Harga

Tabel 4. Bobot Intensitas Rating Kriteria Harga

HARGA	Diatas <i>OE</i>	Sesuai <i>OE</i>	Dibawah <i>OE</i>	<i>Geometric Mean</i>	Normalisasi Bobot	<i>Ideal Form</i>
Diatas <i>OE</i>	1	1	1	1	$\frac{1}{3,054} = 0,327$	$\frac{0,327}{0,413} = 0,794$
Sesuai <i>OE</i>	1	1	2	1,260	$\frac{1,26}{3,054} = 0,413$	$\frac{0,413}{0,413} = 1$
Dibawah <i>OE</i>	1	0,5	1	0,794	$\frac{0,794}{3,054} = 0,260$	$\frac{0,260}{0,413} = 0,63$
Total				3,054	1	

Didapatkan nilai *eigenvalue* (λ_{\max}) = 3.054, CI = 0,0268 dan CR = 0,0516, karena nilai CR berada dibawah 0,1 maka matriks intensitas rating untuk kriteria harga dapat diterima atau konsisten.

b. Pembobotan Intensitas Rating Kriteria Fasilitas Produksi dan Kapasitas

Tabel 5. Bobot Intensitas Rating Kriteria Fasilitas Produksi dan Kapasitas

FASILITAS	Diatas Target	Sesuai Target	Dibawah Target	<i>Geometric Mean</i>	Normalisasi Bobot	<i>Ideal Form</i>
Diatas Target	1	3	4	2,289	$\frac{2,289}{3,726} = 0,614$	$\frac{0,614}{0,614} = 1$
Sesuai Target	0,333	1	3	1	$\frac{1}{3,726} = 0,268$	$\frac{0,268}{0,614} = 0,437$
Dibawah Target	0,25	0,333	1	0,437	$\frac{0,437}{3,726} = 0,117$	$\frac{0,117}{0,614} = 0,191$
Total				3,726	1	

Didapatkan nilai *eigenvalue* (λ_{\max}) = 3.074, CI = 0,037 dan CR = 0,071, karena nilai CR berada dibawah 0,1 maka matriks intensitas rating untuk kriteria fasilitas produksi dan kapasitas dapat diterima.

c. Pembobotan Intensitas Rating Kriteria HSE Index

Untuk penyederhanaan penulisan maka akan dilakukan penyingkatan yaitu *excellent* sebagai A, *good* sebagai B, *adequate* sebagai C, *fair* sebagai D dan *poor* sebagai E.

Tabel 6. Intensitas Rating Kriteria HSE Index

HSE Index	A	B	C	D	E	<i>Geometric Mean</i>	Normalisasi Bobot	<i>Ideal Form</i>
A	1	2	5	5	5	3	$\frac{3}{6,682} = 0,452$	$\frac{0,452}{0,452} = 1$
B	0,5	1	3	4	4	1,888	$\frac{1,888}{6,682} = 0,283$	$\frac{0,283}{0,452} = 0,626$
C	0,2	0,333	1	2	4	0,882	$\frac{0,882}{6,682} = 0,132$	$\frac{0,132}{0,452} = 0,292$
D	0,2	0,25	0,5	1	1	0,478	$\frac{0,478}{6,682} = 0,072$	$\frac{0,072}{0,452} = 0,158$
E	0,2	0,25	0,25	1	1	0,416	$\frac{0,416}{6,682} = 0,062$	$\frac{0,062}{0,452} = 0,138$
Total						6,682	1	

Didapatkan nilai *eigen value* (λ_{\max}) = 5,193, CI = 0,048 dan CR = 0,043, karena nilai CR berada dibawah 0,1 maka matriks intensitas rating untuk kriteria HSE Index dapat diterima.

d. Pembobotan Intensitas Rating Kriteria Keadaan Finansial

Tabel 7. Intensitas Rating Kriteria Keadaan Finansial

FINANSIAL	Sehat	Tidak Sehat	Pailit	<i>Geometric Mean</i>	Normalisasi Bobot	<i>Ideal Form</i>
Sehat	1	5	5	2,924	$\frac{2,924}{4,125} = 0,709$	$\frac{0,709}{0,709} = 1$

Tidak Sehat	0,2	1	2	0,737	$\frac{0,737}{4,125} = 0,179$	$\frac{0,179}{0,709} = 0,252$
Pailit	0,2	0,5	1	0,464	$\frac{0,464}{4,125} = 0,113$	$\frac{0,113}{0,709} = 0,159$
Total				4,125	1	

Didapatkan nilai *eigenvalue* (λ_{\max}) = 3.054, CI = 0,027 dan CR = 0,052, karena nilai CR berada dibawah 0,1 maka matriks intensitas rating untuk kriteria keadaan finansial dapat diterima.

e. Pembobotan Intensitas Rating Kriteria Kualitas

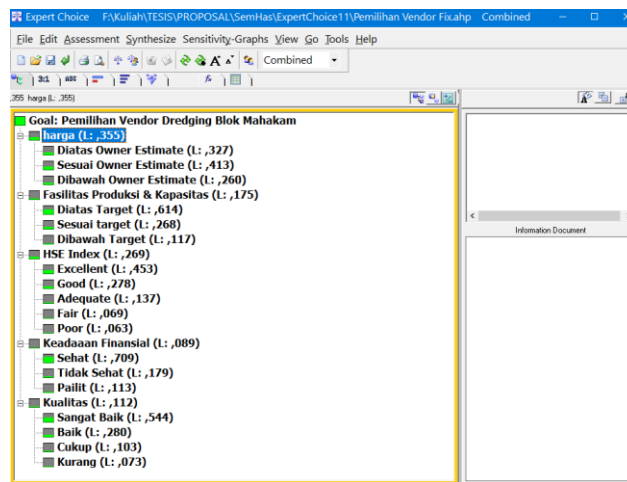
Tabel 8. Intensitas Rating Kriteria Kualitas

KUALITAS	Sangat Baik	Baik	Cukup	Kurang	Geometric Mean	Normalisasi Bobot	Ideal Form
Sangat Baik	1	3	5	5	2,943	$\frac{2,943}{5,422} = 0,543$	$\frac{0,543}{0,543} = 1$
Baik	0,333	1	4	4	1,520	$\frac{1,52}{5,422} = 0,280$	$\frac{0,280}{0,543} = 0,516$
Cukup	0,2	0,25	1	2	0,562	$\frac{0,562}{5,422} = 0,104$	$\frac{0,104}{0,543} = 0,191$
Kurang	0,2	0,25	0,5	1	0,398	$\frac{0,398}{5,422} = 0,073$	$\frac{0,073}{0,543} = 0,135$
Total					5,422	1	

Didapatkan nilai *eigenvalue* (λ_{\max}) = 4.158, CI = 0,053 dan CR = 0,059, karena nilai CR berada dibawah 0,1 maka matriks intensitas rating untuk kriteria keadaan kualitas dapat diterima.

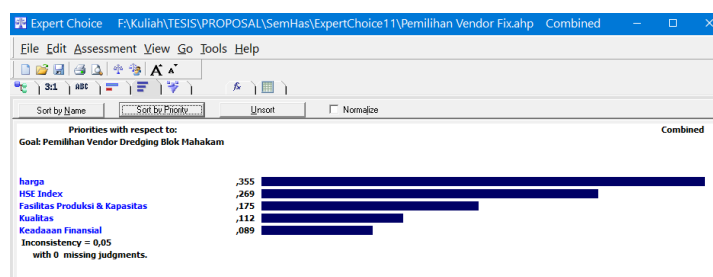
3.5 Verifikasi Dengan Software Expert Choice 11

Selain dengan menggunakan rumus perhitungan *geometric mean* diatas, akan dilakukan proses verifikasi hasil perhitungan dengan *software* yaitu *expert choice* 11. Dengan harapan hasil perhitungan tersebut mendapatkan hasil yang sesuai dengan *software expert choice*. Apabila hasil perhitungan diatas dan hasil simulasi dari *expert choice* didapatkan hasil yang sama, dengan demikian perhitungan dengan *row geometric mean* sudah benar.



Gambar 3. Tampilan Awal Expert Choice 11

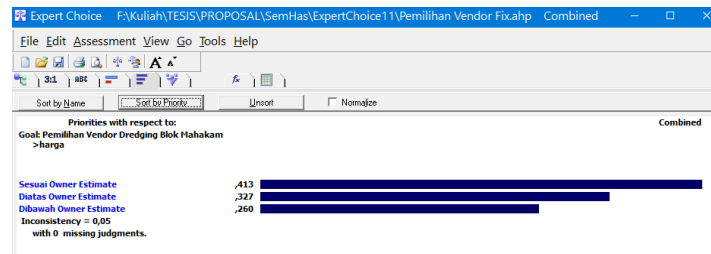
a. Verifikasi Matriks Berpasangan Kriteria



Gambar 4. Hasil *Expert Choice* Untuk Kriteria

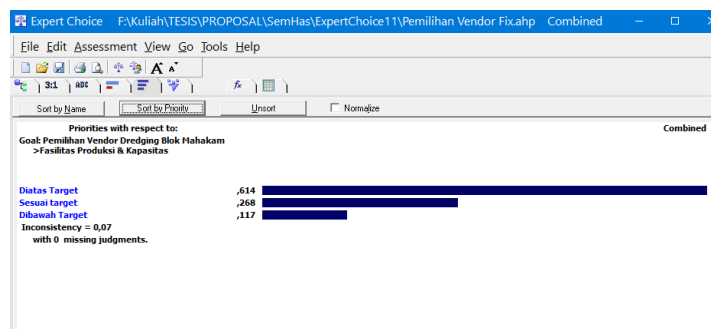
Dari hasil diatas terlihat bahwa untuk kriteria rangking pertama adalah harga, diikuti HSE *Index*, kemudian Fasilitas produksi dan kapasitas, kemudian kualitas dan keadaan finansial. Hasil yang sama dengan menggunakan perhitungan *geometric mean* sebelumnya. Dan nilai inkonsistensi menunjukkan nilai 0,05 yaitu dibawah 0,1 sehingga matriks berpasangan kriteria adalah konsisten (dapat diterima).

b. Verifikasi Matriks Berpasangan Intensitas Rating Kriteria Harga

Gambar 5. Hasil *Expert Choice* Untuk Intensitas Rating Kriteria Harga

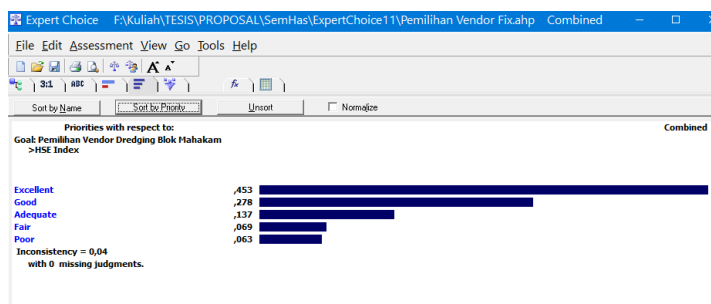
Dari hasil diatas terlihat bahwa untuk intensitas rating kriteria harga untuk rangking pertama adalah sesuai *owner estimate*, diikuti diatas *owner estimate* dan terakhir adalah dibawah *owner estimate*. Hasil yang sama dengan menggunakan perhitungan *geometric mean* sebelumnya. Dan nilai inkonsistensi menunjukkan nilai 0,05 yaitu dibawah 0,1 sehingga matriks intensitas rating kriteria harga adalah konsisten (dapat diterima).

c. Verifikasi Matriks Berpasangan Intensitas Rating Kriteria Fasilitas Produksi Dan Kapasitas

Gambar 6. Hasil *Expert Choice* Untuk Kriteria Fasilitas

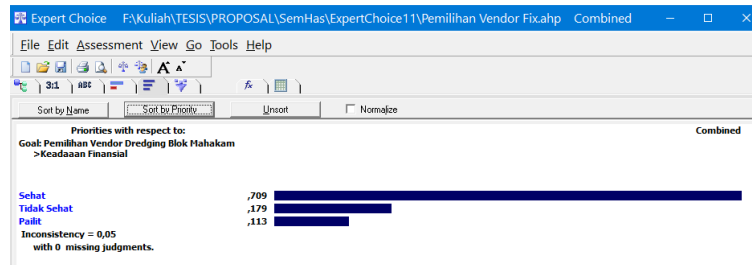
Dari hasil diatas terlihat bahwa untuk intensitas rating kriteria fasilitas produksi dan kapasitas untuk rangking pertama adalah diatas target, diikuti sesuai target dan terakhir adalah dibawah target. Hasil yang sama dengan menggunakan perhitungan *geometric mean* sebelumnya. Dan nilai inkonsistensi menunjukkan nilai 0,07 yaitu dibawah 0,1 sehingga matriks intensitas rating kriteria fasilitas produksi dan kapasitas adalah konsisten.

d. Verifikasi Matriks Berpasangan Intensitas Rating Kriteria HSE *Index*

Gambar 7. Hasil *Expert Choice* Untuk Kriteria HSE *Index*

Dari hasil diatas terlihat bahwa untuk intensitas rating kriteria HSE *Index* untuk rangking pertama adalah *excellent*, diikuti *good*, kemudian *adequate*, kemudian *fair* dan terakhir adalah *poor*. Hasil yang sama dengan menggunakan perhitungan *geometric mean* sebelumnya. Dan nilai inkonsistensi menunjukkan nilai 0,04 yaitu dibawah 0,1 sehingga matriks intensitas rating kriteria HSE *Index* adalah konsisten (dapat diterima).

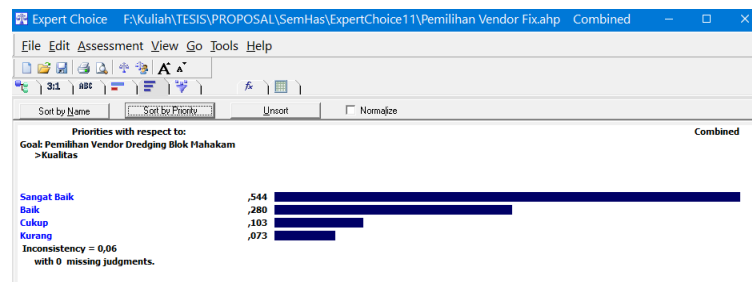
e. Verifikasi Matriks Berpasangan Intensitas Rating Kriteria Keadaan Finansial



Gambar 8. Hasil *Expert Choice* Untuk Kriteria Keadaan Finansial

Dari hasil diatas terlihat bahwa untuk intensitas rating kriteria keadaan finansial untuk rangking pertama adalah sehat, diikuti tidak sehat, kemudian yang terakhir adalah pailit. Hasil yang sama dengan menggunakan perhitungan *geometric mean* sebelumnya. Dan nilai inkonsistensi menunjukkan nilai 0,05 yaitu dibawah 0,1 sehingga matriks intensitas rating kriteria keadaan finansial adalah konsisten.

f. Verifikasi Matriks Berpasangan Intensitas Rating Kriteria Kualitas

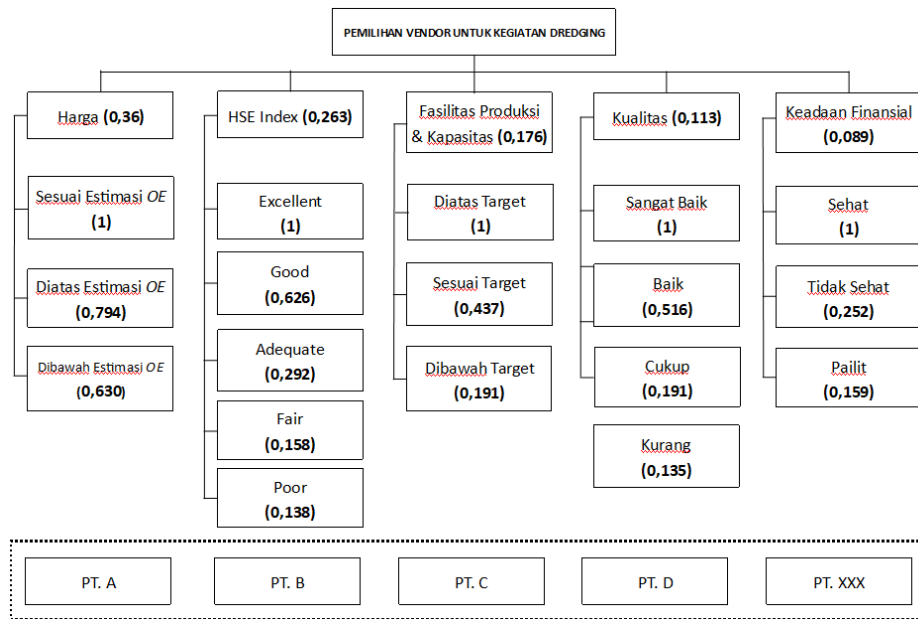


Gambar 9. Hasil *Expert Choice* Untuk Kriteria Kualitas

Dari hasil diatas terlihat bahwa untuk intensitas rating kriteria kualitas untuk rangking pertama adalah sangat baik, diikuti baik, kemudian cukup dan yang terakhir adalah kurang. Hasil yang sama dengan menggunakan perhitungan *geometric mean* sebelumnya. Dan nilai inkonsistensi menunjukkan nilai 0,06 yaitu dibawah 0,1 sehingga matriks intensitas rating kriteria kualitas adalah konsisten (dapat diterima).

3.6 Struktur Lengkap Hierarki

Dengan didapatkannya seluruh nilai dari hasil perhitungan untuk bobot kriteria dan intensitas rating dan keseluruhan matriks berpasangan, baik untuk kriteria ataupun intensitas rating adalah konsisten, maka berikut adalah struktur lengkap hierarki pemilihan *vendor* untuk kegiatan *dredging* di Blok Mahakam



Gambar 10. Struktur Lengkap Hierarki

3.7 Proses Sintesis

Setelah didapatkan bobot nilai untuk kriteria dan intensitas ratingnya, maka akan kita gunakan untuk menganalisa 15 *vendor* secara hipotetis. Berikut adalah data *vendor* yang dimaksud.

Tabel 9. Data 15 *Vendor*

Nama Vendor	Harga	HSE Index	Fasilitas Produksi & Kapasitas	Kualitas	Keadaan Finansial
PT. A	Diatas	<i>Good</i>	Sesuai	Baik	Sehat
PT. B	Dibawah	<i>Excellent</i>	Dibawah	Baik	Sehat
PT. C	Dibawah	<i>Good</i>	Sesuai	Kurang	Tidak Sehat
PT. D	Diatas	<i>Fair</i>	Dibawah	Sangat Baik	Sehat
PT. E	Sesuai	<i>Good</i>	Dibawah	Cukup	Sehat
PT. F	Sesuai	<i>Poor</i>	Sesuai	Baik	Tidak Sehat
PT. G	Di atas	<i>Adequate</i>	Sesuai	Cukup	Sehat
PT. H	Dibawah	<i>Good</i>	Diatas	Sangat Baik	Sehat
PT. I	Sesuai	<i>Good</i>	Dibawah	Sangat Baik	Pailit
PT. J	Diatas	<i>Poor</i>	Dibawah	Cukup	Sehat
PT. K	Dibawah	<i>Excellent</i>	Sesuai	Cukup	Sehat
PT. L	Dibawah	<i>Good</i>	Sesuai	Kurang	Sehat
PT. M	Sesuai	<i>Fair</i>	Sesuai	Baik	Sehat
PT. N	Dibawah	<i>Good</i>	Diatas	Sangat Baik	Tidak Sehat
PT. O	Sesuai	<i>Poor</i>	Diatas	Cukup	Sehat

Dengan melakukan sintesis ke struktur hierarki yang lengkap, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 10. Bobot Total

Nama Vendor	Harga	0,36	HSE Index	0,263	Fasilitas Produksi & Kapasitas	0,176	Kualitas	0,113	Keadaan Finansial	0,089	Bobot Total
PT. H	Dibawah	0,63	<i>Good</i>	0,626	Diatas	1	Sangat Baik	1	Sehat	1	0,769
PT. N	Dibawah	0,63	<i>Good</i>	0,626	Diatas	1	Sangat Baik	1	Tidak Sehat	0,252	0,703
PT. O	Sesuai	1	<i>Poor</i>	0,138	Diatas	1	Cukup	0,191	Sehat	1	0,683
PT. K	Dibawah	0,63	<i>Excellent</i>	1	Sesuai	0,437	Cukup	0,191	Sehat	1	0,677
PT. A	Diatas	0,794	<i>Good</i>	0,626	Sesuai	0,437	Baik	0,516	Sehat	1	0,675
PT. B	Dibawah	0,63	<i>Excellent</i>	1	Dibawah	0,191	Baik	0,516	Sehat	1	0,671
PT. E	Sesuai	1	<i>Good</i>	0,626	Dibawah	0,191	Cukup	0,191	Sehat	1	0,669
PT. M	Sesuai	1	<i>Fair</i>	0,158	Sesuai	0,437	Baik	0,516	Sehat	1	0,626
PT. L	Dibawah	0,63	<i>Good</i>	0,626	Sesuai	0,437	Kurang	0,135	Sehat	1	0,573

PT. D	Diatas	0,794	<i>Fair</i>	0,158	Dibawah	0,191	Sangat Baik	1	Sehat	1	0,563
PT. F	Sesuai	1	<i>Poor</i>	0,138	Sesuai	0,437	Baik	0,516	Tidak Sehat	0,252	0,554
PT. G	Diatas	0,794	<i>Adequate</i>	0,292	Sesuai	0,437	Cukup	0,191	Sehat	1	0,550
PT. I	Sesuai	1	<i>Adequate</i>	0,292	Dibawah	0,191	Cukup	0,191	Pailit	0,159	0,506
PT. C	Dibawah	0,63	<i>Good</i>	0,626	Sesuai	0,437	Kurang	0,135	Tidak Sehat	0,252	0,506
PT. J	Diatas	0,794	<i>Poor</i>	0,138	Dibawah	0,191	Cukup	0,191	Sehat	1	0,466

Dari Tabel 10 terlihat untuk kriteria memiliki angka bobot disebelahnya dan juga rating untuk masing-masing kriteria memiliki angka bobot disebelahnya. Dengan melakukan penilaian berdasarkan angka tersebut seperti untuk PT. D akan dilakukan perhitungan sebagai berikut: untuk kriteria harga dengan rating (diatas) maka $0,36 \times 0,794$ kemudian ditambahkan kriteria HSE *Index* dengan ratingnya (fair) maka $0,263 \times 0,158$ ditambahkan kriteria fasilitas produksi dan kapasitas dengan ratingnya (dibawah) maka $0,176 \times 0,191$ ditambahkan dengan kriteria kualitas dengan ratingnya (sangat baik) maka $0,113 \times 1$ ditambahkan kriteria keadaan finansial dengan ratingnya (sehat) maka $0,089 \times 1$ didapatkan bobot untuk PT. D sebesar 0,563. *Vendor* dengan bobot terberat adalah sebagai *vendor* yang paling berkualitas. Dalam contoh diatas PT. H memiliki bobot total terberat daripada *vendor* lainnya, sehingga bisa dikatakan PT. H adalah *vendor* yang paling berkualitas diantara *vendor* yang lainnya.

Penelitian ini menjadi berbeda dengan penelitian-penelitian yang lainnya, dikarenakan penelitian ini menggunakan sistem terbuka. Dengan sistem terbuka, berapapun jumlah *vendor* yang akan dinilai pada tahun-tahun berikutnya, hasil penelitian ini masih bisa digunakan. Sedangkan pada penelitian lain yang menggunakan sistem tertutup, maka kuesioner harus kembali disebar setiap ada penambahan *vendor* baru dalam proses penilaian. Penelitian dengan sistem tertutup hanya berlaku untuk obyek pada penelitian tersebut saja. PT. PHX menerapkan standard baku mutu 9001 pada operasionalnya, salah satu produk dari PT. PHX dari sisi mutu adalah HSE *Index* yang terpilih menjadi 5 kriteria teratas oleh *user*.

4. KESIMPULAN

Dengan menentukan kriteria yang penting selain harga maka proses pemilihan *vendor* akan menjadi lebih terukur dan bertanggung jawab. Adapun mengenai TKDN yang menjadi salah satu parameter utama dalam proses tender di PT. PHX ternyata tidak terlalu penting bagi *user*, terbukti *user* tidak memasukkan TKDN ke dalam 5 kriteria teratas pemilihan *vendor*. Berikut adalah hasil dari penelitian ini yaitu bobot dari kriteria dan intensitas ratingnya: kriteria harga dengan bobot 0,36 dengan 3 intensitas rating dan bobotnya yaitu sesuai estimasi: 1, diatas estimasi: 0,794 dan dibawah estimasi: 0,630, kriteria HSE *Index* dengan bobot 0,263 dengan 5 intensitas rating dan bobotnya yaitu *excellent*: 1, *good*: 0,626, *adequate*: 0,292, *fair*: 0,158 dan *poor*: 0,138, kriteria fasilitas produksi dan kapasitas dengan bobot 0,176 dengan 3 intensitas rating dan bobotnya yaitu diatas target: 1, sesuai target: 0,437 dan dibawah target: 0,191, kriteria kualitas dengan bobot 0,113 dengan 4 intensitas rating dan bobotnya yaitu sangat baik: 1, baik: 0,516, cukup: 0,191 dan kurang: 0,135 dan terakhir adalah kriteria keadaan finansial dengan bobot 0,089 dengan 3 intensitas rating dan bobotnya yaitu sehat: 1, tidak sehat: 0,252 dan pailit: 0,159.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Menteri Perhubungan No 125 Tahun 2018 tentang Pengerukan dan Reklamasi.
- [2] R. N. Bray, A. D. Bates, and J. M. Land, "Dredging: A Handbook for Engineers."
- [3] KDJPL.. Dumping & dredging area. Balikpapan, 2020
- [4] 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.
- A. F. Firdaus, S. Madelan, and A. B. Saluy, "Supplier / Partnership Selection System Analysis Based on Analytic Hierarchy Method Process in Oil and Gas Drilling Project (Case Study: PT. KMI)," *Int. J. Innov. Sci. Res. Technol.*, vol. 6, no. 3, pp. 403–411, ISSN 2456-2165, 2021.
- [5] K. A. All, J. I. Manajemen, and V. Vii, "Kurniawan At All 252 – 266 MIX: Jurnal Ilmiah Manajemen, Volume VII, No. 2, Juni 2017," vol. VII, no. 2, pp. 252–266, 2017.
- [6] J. K. W. Wong and H. Li, "Application of the analytic hierarchy process (AHP) in multi-criteria analysis of the selection of intelligent building systems," *Build. Environ.*, vol. 43, no. 1, pp. 108–125, 2008, doi: 10.1016/j.buildenv.2006.11.019.
- [7] C. A. Weber, J. R. Current, and W. C. Benton, "Vendor selection criteria and methods," *European Journal of Operational Research*, vol. 50, no. 1. North-Holland, pp. 2–18, Jan. 07, 1991, doi: 10.1016/0377-2217(91)90033-R.
- [8] U. Sekaran and R. J. Bougie, *Research methods for business: A skill building approach*, 7th ed. John Wiley & Sons, 2016.

- [9] Darmanto, N. Latifah, and N. Susanti, "Penerapan Metode Ahp (Analythic Hierarchy Process) Untuk Menentukan Kualitas Gula Tumbu," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 1, p. 75, 2014, doi: 10.24176/simet.v5i1.139.
- [10] T. L. Saaty and L. G. Vargas, *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*, vol. 175. Boston, MA: Springer US, 2012. doi: 10.1007/978-1-4614-3597-6.
- [11] C. A. Weber, J. R. Current, and W. C. Benton, "Vendor selection criteria and methods," *European Journal of Operational Research*, vol. 50, no. 1. North-Holland, pp. 2–18, Jan. 07, 1991, doi: 10.1016/0377-2217(91)90033-R.

