

Sistem Pakar Deteksi Kerusakan Mesin Mistubishi 6D16 Pada Kapal Nelayan Menggunakan Metode Teorema Bayes

Fahry Muhammad Adid

Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia

Email: fadit0499@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: fadit0499@gmail.com

Abstrak—Kerusakan pada mesin kapal nelayan terjadi akibat kelalaian dalam melakukan perawatan. Kita sering melihat para nelayan mengeluh, atau nelayan itu sendiri pernah mengalami kebingungan jika kapal nelayan gunakan tiba-tiba mengalami mati mesin di tengah perjalanan menuju lautan. Mereka bisa menjalankan kapal tetapi banyak yang tidak paham atau tidak tahu cara mendeteksi dini kerusakan mesin kapal karena sering mengindahkan atau menyepelekan tanda-tanda kerusakan kapal tersebut. Sistem pengetahuan dalam system ini dapat dilakukan klasifikasi kerusakan mesin berdasarkan gejala yang dialami sehingga dapat disimpulkan kerusakan mesin yang dialami oleh pengguna. Pada penelitian ini penulis membuat suatu penerapan metode *Teorema Bayes* agar masyarakat dapat mengenali dan menanggulangi kerusakan mesin yang dialami. *Teorema Bayes* adalah metode yang digunakan penulis untuk memecahkan masalah dalam sistem pakar ini. Sistem ini akan menampilkan pertanyaan dimana pertanyaan tersebut sesuai dengan gejala-gejala yang telah diinput oleh admin (pakar) sehingga, didapatkan hasil perhitungan dari pertanyaan-pertanyaan tersebut dengan menggunakan konsep probabilitas atau kemungkinan. Dalam sistem, login hanya digunakan oleh admin atau pakar dimana admin atau pakar dapat masuk untuk mengedit data-data dalam sistem.

Kata Kunci: Sistem Pakar; Kerusakan Mesin Diesel; Kapal Nelayan; Teorema Bayes

Abstract—Damage to fishing boat engines occurs due to negligence in carrying out maintenance. We often see fishermen complaining, or the fishermen themselves have experienced confusion if the fishing boat they are using suddenly experiences an engine failure on the way to the sea. They can run ships, but many do not understand or do not know how to detect damage to ship engines early because they often ignore or underestimate the signs of damage to the ship. The knowledge system in this system can classify machine damage based on the symptoms experienced so that it can be concluded that the machine damage experienced by the user. Bayes' theorem is the method used by the author to solve problems in this expert system. This system will display questions where the questions are in accordance with the symptoms that have been input by the admin (expert) so that the results of calculations from these questions are obtained using the concept of probability or probability. In the system, login is only used by admins or experts where admins or experts can enter to edit data in the system.

Keywords: Expert System; Diesel Engine Damage; Fishing Boat; Bayes' Theorem

1. PENDAHULUAN

Kerusakan pada mesin kapal nelayan terjadi akibat kelalaian dalam melakukan perawatan[1]. Kita sering melihat para nelayan mengeluh, atau nelayan itu sendiri pernah mengalami kebingungan jika kapal nelayan yang digunakan tiba-tiba mengalami mati mesin dalam perjalanan menuju lautan. Mereka bisa menjalankan kapal tetapi banyak yang tidak paham atau tidak tahu cara mendeteksi dini kerusakan mesin kapal karena sering tidak mengindahkan atau menyepelekan tanda-tanda kerusakan kapal tersebut[2][3].

Untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan suatu cara atau sistem yang dapat mendiagnosa kerusakan yang terjadi pada kapal nelayan tersebut. Nelayan baru menyadari kerusakan kapal tidak dapat setelah kapal tidak dapat beroperasi sebagaimana mestinya. Oleh karena itu dalam penggunaan kapal kemungkinan besar membutuhkan perawatan berkala. Hal inilah yang mendorong pembangunan sistem pakar untuk mendeteksi dini kerusakan mesin kapal nelayan[4].

Sistem pakar (*expert system*) merupakan cabang dari kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) merupakan bidang ilmu yang muncul seiring perkembangan ilmu komputer saat ini. Sistem ini adalah sistem komputer yang bisa menyamai atau meniru kemampuan seorang pakar. Sistem ini bekerja untuk mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer yang menggabungkan dasar pengetahuan (*knowledge base*) dengan sistem inferensi untuk menggantikan fungsi seorang pakar dalam menyelesaikan suatu masalah[5][6][7].

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode *Teorema Bayes* dalam Deteksi Kerusakan Mesin Mitsubishi 6D16 Pada Kapal Nelayan. Sistem pakar dapat mengidentifikasi kerusakan mesin kapal nelayan, agar dapat memudahkan masyarakat khususnya para nelayan dalam mengetahui gejala-gejala kerusakan yang dimiliki. Menurut peneliti sebelumnya Saiful nur arif dkk, Sistem Pakar Mendiagnosa Kerusakan Pada mesin Motor Suzuki Satria Fu Menggunakan Metode *Teorema Bayes*. Hasil penelitiannya berdasarkan analisa pada permasalahan yang terjadi dalam kasus yang diangkat tentang sistem pakar untuk mendiagnosa kerusakan pada mesin Motor Suzuki FU[8]. Menurut peneliti sebelumnya Amrullah, Muhammad Syahril, Sistem Pakar Mendiagnosa Kerusakan Dinamo Start Mobil Menggunakan Metode Teorema Bayes Pada Lubis Dinamo Medan. Hasil penelitiannya Metode *Teorema Bayes* sebagai algoritma perhitungan gejala yang digunakan untuk mendiagnosa kerusakan pada dinamo start mobil mempunyai keakuratan dalam hasil kesimpulan kerusakan[9].

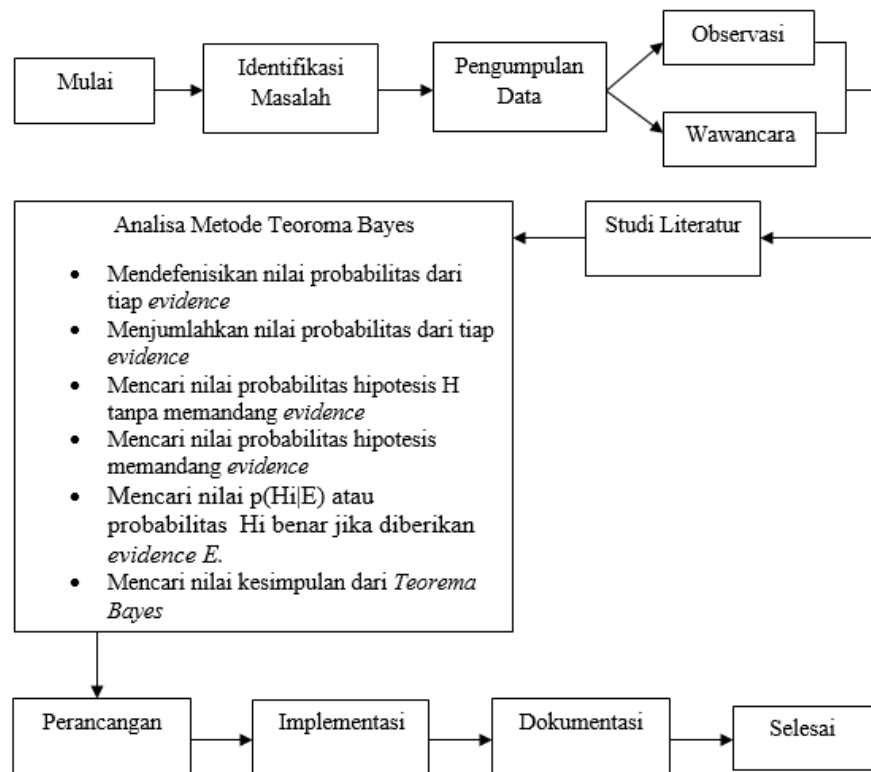
Menurut peneliti sebelumnya Ferdinan Bangun, Jijon Rapita Sagala, Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit TBC Menggunakan Metode *Teorema Bayes*. Hasil penelitiannya dengan merancang sistem pakar diagnosa penyakit TBC (*Tuberculosis*) dengan menggunakan metode *teorema bayes*, masyarakat akan lebih mudah untuk mengetahui penyakit TBC (*Tuberculosis*) dan dapat melakukan tindakan secara cepat gejala yang dialami[9]. Menurut peneliti sebelumnya

Winke Nasrani Sitepu, Jijon Rapita Sagala, Sitem Pakar Diagnosa Penyakit Asma Dengan Menggunakan Metode *Teorema Bayes*. Hasil penelitiannya dengan merancang sistem pakar diagnosa penyakit asma dengan menggunakan metode teorema bayes, masyarakat akan lebih mudah untuk mengetahui penyakit asma dan dapat melakukan secara cepat gejala yang dialami[5].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Kerangka Kerja Penelitian

Pada metodologi penelitian diperlukan kerangka kerja yang dilakukan dalam penelitian. Metodologi penelitian terdiri dari beberapa kerangka kerja yang terkait secara sistematis. Gambar 1 merupakan kerangka kerja ini diperlukan untuk mempermudah dalam melakukan penelitian.



Gambar 1. Flowchart Kerangka Kerja Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari gambar 1 tersebut.

1. Identifikasi Masalah

Pada kerangka kerja penelitian ini merupakan cara penulis untuk dapat memperkirakan dan mengoreksi apa yang sedang menjadi masalah pada kerusakan mesin diesel kapal nelayan di CV.UTAMA

2. Pengumpulan Data

Pada kerangka kerja ini dilakukan pengumpulan data yang berhubungan dengan penelitian ini yaitu observasi dan wawancara pengumpulan data ini bertujuan untuk mendukung penelitian yang akan dilakukan.

a. Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data dengan melakukan tinjauan langsung ke CV.UTAMA dimana akan melakukan penelitian.

b. Wawancara

Wawancara ini dilakukan untuk mendapatkan informasi tambahan dari pihak perusahaan dan berinteraksi langsung dengan sistem yang akan penulis rancang sebagai sumber data yaitu Bapak Safaruddin, SE selaku pimpinan perusahaan.

3. Studi Literatur

Pada kerangka kerja ini, dilakukan pemeriksaan terhadap objek yang akan diteliti dengan membaca beberapa sumber referensi seperti buku-buku, jurnal dan lain-lain.

4. Analisa penerapan metode Teorema Bayes

Pada kerangka kerja ini digunakan untuk mengetahui apa saja yang menjadi masalah pada kerusakan mesin diesel pada kapal nelayan di CV.UTAMA sehingga diharapkan nantinya dapat mengatasi permasalahan yang ada, setelah

itu penulis melakukan penerapan metode Teorema Bayes pada kerusakan mesin diesel pada kapal nelayan. Penerapan metode Teorema Bayes ini dapat membantu untuk menghitung nilai probabilitas terjadinya suatu peristiwa.

5. Perancangan

Pada kerangka kerja ini, penulis memberikan pembaca mengenai sistem kerusakan mesin diesel pada kapal nelayan yang akan diusulkan. Kerangka kerja perancangan merupakan data yang telah dianalisis kedalam bentuk yang mudah dipahami dan di mengerti oleh pemakai (*User*).

6. Implementasi

Merupakan penerapan dari proses sekaligus dimana data akan diproses kedalam perangkat lunak sistem (*source*), tujuannya untuk mengetahui apakah sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan dan dapat berjalan dengan baik. Untuk mengimplementasikan sistem yang akan dibuat dibutuhkan perangkat pendukung yaitu perangkat keras dan perangkat lunak.

7. Dokumentasi

Kerangka kerja dokumentasi tahap akhir dari pelaksanaan penelitian yang dibuat dalam bentuk laporan. Dokumentasi ini dibuat untuk menjelaskan aplikasi agar memudahkan orang lain yang ingin mengembangkan aplikasi lebih lanjut.

2.2 Sistem Pakar

Secara umum, sistem pakar merupakan sistem yang mengadopsi pengetahuan manusia kedalam komputer sehingga komputer dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah. Sistem pakar dibuat pada wilayah pengetahuan tertentu dan untuk suatu keahlian tertentu yang mendekati kemampuan manusia ke dalam komputer sehingga komputer dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah sebagaimana yang dilakukan oleh seorang pakar. Sistem pakar dibuat pada wilayah pengetahuan tertentu yang mendekati kemampuan manusia[6][9][10][11].

2.3 Kapal

Menurut UU RI No.17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, pasal 1 angka 36; Kapal adalah Kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan dibawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah- pindah. Menurut Suyono, mendefinisikan secara lebih singkat “Kapal yaitu kendaraan yang pengangkut penumpang dan barang dilaut”[12].

Dari kedua pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengertian kapal yaitu alat transportasi yang digunakan diperairan laut dengan menggunakan mesin atau sebagai alat penggerak[4].

2.4 Motor Diesel

Motor diesel biasa disebut juga dengan mesin diesel (atau mesin pemicu kompresi). Mesin diesel pertama diperkenalkan oleh Rudolph Diesel, seorang ilmuwan Jerman pada tahun 1892. Mesin diesel adalah mesin pembakaran dalam, karena cara penyalaan bahan bakarnya dilakukan dengan menyemprotkan bahan bakar kedalam udara yang bertekanan dan bertemperatur tinggi, sebagai akibat dari proses kompresi ada beberapa hal yang mempengaruhi kinerja mesin diesel, antara lain besarnya perbandingan kompresi, tingkat homogenitas campuran bahan bakar dengan udara, karakteristik bahan bakar (termasuk catane number), dimana catane number menunjukkan bahan bakar itu sendiri[13][14]. Kerusakan dapat juga didefinisikan sebagai berhentinya mesin pada saat beroperasi yang melibatkan engineering dalam perbaikan. Atau dengan kata lain ketika suatu mesin atau peralatan tidak dapat melakukan fungsinya lagi dengan baik, maka mesin atau peralatan tersebut dapat dikatakan mengalami kerusakan atau breakdown. Breakdown terjadi apabila suatu mesin atau peralatan mengalami kerusakan dimana kerusakan ini akan mempengaruhi kemampuan mesin secara keseluruhan[15].

2.5 Metode Teorema Bayes

Menurut nofriansyah, Metode *Teorema Bayes* adalah sebuah teorema dengan dua penafsiran berbeda. Pada penafsiran Bayes, metode ini menyatakan tingkat kepercayaan subjektif yang harus berubah secara rasional ketika diperoleh petunjuk atau kasus baru yang dibandingkan dengan kasus-kasus yang telah lama terjadi. Probabilitas *bayes* merupakan salah satu cara dalam mengatasi suatu ketidakpastian data dengan menggunakan formula *Bayes*[9][16][17].

Adapun algoritma dari penyelesaian dari metode *Teorema Bayes* yaitu sebagai berikut[3]:

1. Mendefinisikan terlebih dahulu nilai probabilitas dari tiap *evidence* untuk setiap hipotesis berdasarkan data *sample* yang ada menggunakan rumus probabilitas *Bayes*.

$$P(H|E) = \frac{P(E|H).P(H)}{P(E)} \quad (1)$$

2. Menjumlahkan nilai probabilitas dari tiap *evidence* untuk masing-masing hipotesis berdasarkan data *sample*.

$$\sum_{Gn}^n k = 1 = G1 + \dots + Gn \quad (2)$$

3. Mencari nilai probabilitas hipotesis H tanpa memandang *evidence* apapun bagi masing-masing hipotesis.

$$P(Hi) = \frac{P(E|Hi)}{\sum_k^n -n} \quad (3)$$

4. Mencari nilai probabilitas hipotesis memandang *evidence* dengan cara mengalikan nilai probabilitas *evidence* awal dengan nilai-nilai probabilitas hipotesis tanpa mengandung *evidence* dan menjumlahkan masing-masing hipotesis.

$$\sum_{k=1}^n = p(H1) * p(E|H1) + \dots + p(Hi) * p(E|Hi) \quad (4)$$

5. Mencari nilai $p(Hi|E)$ atau probabilitas H_i benar jika diberikan *evidence* E .

$$P(H_i|E_i) = \frac{p(H_i * p(E|H_i))}{\sum_{k=1}^n} \quad (5)$$

6. Mencari nilai kesimpulan dari *Teorema Bayes* dengan cara mengalikan nilai probabilitas *evidence* awal atau $p(E|H_i)$ dengan *evidence* H_i benar jika diberikan *evidence* E atau $p(H_i|E)$ dan menjumlahkan perkalian. $\sum_{k=1}^n \text{Bayes} = 1 + 1 \dots + \text{Bayes } n$

Secara umum *Teorema Bayes* dengan E kejadian dan hipotesis H dapat dituliskan dalam bentuk

$$p(H|E) = \frac{p(E \cap H)}{\sum p(E \cap H)} = \frac{p(E|H)p(H)}{\sum p(E|H)p(H)} \quad (6)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap analisa mendeteksi kerusakan mesin mitsubishi 6D16 pada kapal nelayan, sistem pakar yang dibangun memiliki cara kerja untuk menghasilkan suatu keluaran atau *output* dan cara kerja dari sistem pakar ini. Tujuan diterapkannya analisa terhadap suatu sistem adalah untuk mengetahui alasan mengapa sistem tersebut diperlukan, sehingga fungsi yang terdapat dalam sistem tersebut dapat bekerja secara optimal.

Adapun analisa sistem pakar yang dibangun merupakan *rule* yang menerapkan metode *teorema bayes*, metode *teorema bayes* merupakan suatu metode untuk menghasilkan estimasi parameter dengan menggabungkan informasi dari sampel dan informasi lain yang telah tersedia sebelumnya dalam mengatasi kesulitan mendeteksi gejala kerusakan pada mesin mitsubishi 6d16. Maka setelah itu penulis memasukan bobot atau terminologi kepastian dari gejala yang ada, tabel terminologi dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Terminologi Kepastian

No	Keterangan	Nilai
1	Pasti	1.0
2	Hampir pasti	0.8
3	Cukup pasti	0.6
4	Kurang pasti	0.4
5	Tidak tahu	0.2
6	Tidak pasti	0

Nilai 0 mengartikan bahwa pengguna menyampaikan bahwa *user* tidak mengalami gejala seperti yang ditanyakan oleh sistem. Semakin pengguna yakin bahwa gejala tersebut dialami oleh mesin mitsubishi 6d16, maka proses dalam perhitungan premis majemuk dan akan menjadi kaidah-kaidah yang memiliki premis tunggal. Selanjutnya masing-masing aturan baru dihitung dengan *teorema bayes*, sehingga diperoleh dengan nilai *teorema bayes* untuk masing-masing aturan. Kemudian *teorema bayes* dikombinasikan sebagai contoh, proses pemberian bobot pada setiap premis (gejala) sehingga diperoleh presentase keyakinan untuk mengidentifikasi gejala kerusakan mesin mitsubishi 6d16 pada kapal nelayan. Langkah pertama pakar menentukan nilai *bayes* untuk masing-masing gejala sebagai berikut:

Tabel 2. Pakar Menentukan Nilai *Teorema Bayes*

No	Kode	Gejala kerusakan	Nilai Pakar (hipotesa)
1	G1	Voltage battery terlalu rendah	0,8
2	G2	Kabel atau switch putus	0,6
3	G3	Dinamo starter sudah pendek atau habis	0,4
4	G4	Bahan bakar solar habis	0,6
5	G5	Filter solar kotor	0,6
6	G6	Fuel pump broken	0,8
7	G7	Injector tersumbat	0,4
8	G8	Element filter kotor	0,6
9	G01	Wiring harness tidak terhubung ke battery	0,4
10	G02	Starting switch tidak mengalirkan arus listrik ke penggerak relay utama	0,8
11	G03	Starting motor tidak dapat mengubah tenaga listrik menjadi tenaga putar	0,6
12	G001	Intercooler tidak bisa menghisap udara sehingga menjadikan mesin panas berlebih	0,4
13	G002	Tidak terjadinya pembakaran diruang pembakaran.	0,6
14	G003	Keluarnya asap putih pada knalpot.	0,8

No	Kode	Gejala kerusakan	Nilai Pakar (hipotesa)
15	GA1	Penyumbatan pada bagian dalam filter bahan bakar dan pipa bahan bakar.	0,4
16	GA2	Tekanan yang buruk pada pompa bahan bakar.	0,6
17	GA3	Tekanan kompresi ruang bakar mesin rendah.	0,4

Dari informasi tabel gejala kerusakan mesin mitsubishi 6d16 diatas, maka kasus ini disusun dengan kaidah produksi atau rule *base* yang berkaitan dengan kerusakan mesin mitsubishi 6d16, kaidah tersebut adalah sebagai berikut:

Rule 1 : *IF* volage battery terlalu rendah *AND* kabel atau switch putus *AND* dinamo starter sudah pendek atau habis *AND* bahan bakar solar habis *AND* filter solar kotor *AND* filter pump broken *AND* injector tersumbat *AND* element filter kotor *THEN* kerusakan *hard to start*.

Rule 2 : *IF* wiring harness tidak terhubung ke battery *AND* starting switch tidak mengalirkan arus listrik ke penggerak relay utama *AND* Starting motor tidak dapat merubah tenaga listrik menjadi tenaga putar *THEN* kerusakan pada *electrical system*.

Rule 3 : *IF* Intercooler tidak bisa mendinginkan udara sehingga menjadikan mesin panas berlebih *AND* Tidak terjadinya pembakaran diruang pembakaran *AND* Keluarnya asap putih pada knalpot *THEN* kerusakan pada *air intake and exhaust system*.

Rule 4 : *IF* Kerusakan sistem bahan bakar *AND* Tekanan yang buruk pada pompa bahan bakar *AND* Penyumbatan pada bagian dalam filter bahan bakar dan pipa bahan bakar *THEN* kerusakan pada kurangnya tenaga mesin diesel.

Selanjutnya dilakukan dengan penentuan bobot *user*, misalkan *user* mempunyai jawaban sebagai berikut:

Tabel 3. Tabel *user* memilih jawaban

No	Kode	Nilai User (Evidence)
1	G1	0,6
2	G2	0,4
3	G3	0,4
4	G4	0,6
5	G5	0,2
6	G6	0,4
7	G7	0,4
8	G8	0,2
9	G01	0,6
10	G02	0,4
11	G03	0,6
12	G001	0,2
13	G002	0,2
14	G003	0,6
15	GA1	0,2
16	GA2	0,2
17	GA3	0,4

Langkah selanjutnya dalam mengekspresikan derajat peluang, *Teorema Bayes* untuk mengasumsikan derajat peluang seorang pakar terhadap suatu data dengan mengalikan *Teorema Bayes* bobot kepastian dengan *Teorema bayes* dengan kerusakan *Hard to start* adalah sebagai berikut:

$$P[H]1 = \frac{H1}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 + H7 + H8}$$

$$= \frac{0,8}{5} = 0,16$$

$$P[H]2 = \frac{H2}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 + H7 + H8}$$

$$= \frac{0,6}{5} = 0,12$$

$$P[H]3 = \frac{H3}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 + H7 + H8}$$

$$= \frac{0,4}{5} = 0,08$$

$$P[H]4 = \frac{H4}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 + H7 + H8}$$

$$= \frac{0,6}{5} = 0,12$$

$$P[H]5 = \frac{H5}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 + H7 + H8}$$

$$= \frac{0,6}{5} = 0,12$$

$$P[H]6 = \frac{H6}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 + H7 + H8}$$

$$= \frac{0,8}{5} = 0,08$$

$$P[H]7 = \frac{H7}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 + H7 + H8}$$

$$= \frac{0,4}{5} = 0,08$$

$$P[H]8 = \frac{H8}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 + H7 + H8}$$

$$= \frac{0,6}{5} = 0,12$$

Setelah nilai $P(H_i)$ diketahui, probabilitas hipotesis H tanpa memandang *Evidence* apapun, maka langkah selanjutnya adalah:

$$\sum_{k=1}^n P(H_i) * P(E/H_i - n)$$

$$\sum_{k=1}^8 = 0,16 * 0,6 + 0,12 * 0,4 + 0,08 * 0,4 + 0,12 * 0,6 + 0,12 * 0,2 + 0,16 * 0,4 + 0,08 * 0,4 + 0,12 * 0,2$$

$$= 0,096 + 0,048 + 0,032 + 0,072 + 0,024 + 0,064 + 0,032 + 0,024$$

$$= 0,392$$

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai $P(H_i/E)$ atau probabilitas hipotesis H_i benar jika diberikan *evidence*

$$P(H_i/E) = \frac{P(E/H_i) * P(H_i)}{\sum_{k=1}^n P(E/H_i) * P(H_i)}$$

$$P(H1/E) = \frac{0,6 * 0,16}{0,392} = 0,2448$$

$$P(H2/E) = \frac{0,4 * 0,12}{0,392} = 0,1224$$

$$P(H3/E) = \frac{0,4 * 0,08}{0,392} = 0,0816$$

$$P(H4/E) = \frac{0,6 * 0,12}{0,392} = 0,1836$$

$$P(H5/E) = \frac{0,2 * 0,12}{0,392} = 0,0612$$

$$P(H6/E) = \frac{0,4 * 0,16}{0,392} = 0,1632$$

$$P(H7/E) = \frac{0,4 * 0,08}{0,392} = 0,0816$$

$$P(H8/E) = \frac{0,2 * 0,12}{0,392} = 0,0612$$

Setelah seluruh nilai $P(H_i/E)$ diketahui, maka jumlahkan seluruh nilai bayesnya dengan rumus sebagai berikut.

$$\sum_{k=1}^n Bayes = Bayes 1 + Bayes 2 + Bayes 3 + Bayes 4 + Bayes 5 + Bayes 6 + Bayes 7 + Bayes 8$$

$$= 0,2448 + 0,1224 + 0,0816 + 0,1836 + 0,0612 + 0,1632 + 0,0816 + 0,0612$$

$$= 0,99$$

Dari kesimpulan perhitungan diatas maka dapat dipastikan mesin diesel mitsubishi 6d16 pada kapal nelayan diprediksi mengalami *hard to start* dengan nilai 99% maka solusinya adalah periksa kondisi battery, charge battery atau diganti jika perlu. Pengerjaan kerusakan *electrical system* dengan kaidah tersebut kemudian dihitung nilai *Teorema Bayes* nya dengan mengalikan *Teorema Bayes* bobot kepastian dengan *Teorema Bayes* menjadi :

$$P[H]1 = \frac{0,4}{2} = 0,2$$

$$P[H]2 = \frac{0,8}{2} = 0,4$$

$$P[H]3 = \frac{0,6}{2} = 0,3$$

Setelah nilai $P(H_i)$ diketahui, probabilitas hipotesis H tanpa memandang *evidence* apapun, maka langkah selanjutnya adalah :

$$\begin{aligned}\sum_{k=1}^n P(H_i) &= P(H_i) * P(E/H_i - n) \\ \sum_{k=1}^3 &= 0,2 * 0,6 + 0,4 * 0,4 + 0,3 * 0,6 \\ &= 0,12 + 0,16 + 0,18 \\ &= 0,46\end{aligned}$$

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai $P(H_i/E)$ atau probabilitas hipotesis H_i benar jika diberikan *evidence* E .

$$P(H_i/E) = \frac{P(E/H_i) * P(H_i)}{\sum_{k=1}^n P(E/H_i) * P(H_i)}$$

$$P(H1/E) = \frac{0,6 * 0,2}{0,46} = 0,2608$$

$$P(H2/E) = \frac{0,4 * 0,4}{0,46} = 0,3478$$

$$P(H3/E) = \frac{0,6 * 0,3}{0,46} = 0,3913$$

Setelah seluruh nilai $P(H_i/E)$ diketahui, maka jumlahkan seluruh nilai bayesnya dengan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\sum_{k=1}^n Bayes &= Bayes 1 + Bayes 2 + Bayes 3 \\ &= 0,2608 + 0,3478 + 0,3913 \\ &= 0,999\end{aligned}$$

Dari kesimpulan perhitungan diatas maka dapat dipastikan mesin diesel mitsubishi 6d16 pada kapal nelayan diprediksi mengalami kerusakan *electrical system* dengan nilai 99% maka solusinya adalah periksa kondisi *starting motor*, hingga menyala atau diganti jika perlu. Pengerjaan kerusakan *air intake and exhaust system* dengan kaidah tersebut kemudian dihitung nilai *Teorema Bayes* nya dengan mengalikan *Teorema Bayes* bobot kepastian dengan *Teorema Bayes* menjadi :

$$P[H]1 = \frac{0,4}{2} = 0,2$$

$$P[H]2 = \frac{0,6}{2} = 0,3$$

$$P[H]3 = \frac{0,8}{2} = 0,4$$

Setelah nilai $P(H_i)$ diketahui, probabilitas hipotesis H tanpa memandang *evidence* apapun, maka langkah selanjutnya adalah :

$$\begin{aligned}\sum_{k=1}^n P(H_i) &= P(H_i) * P(E/H_i - n) \\ \sum_{k=1}^3 &= 0,2 * 0,2 + 0,3 * 0,2 + 0,4 * 0,6 \\ &= 0,04 + 0,06 + 0,24 \\ &= 0,34\end{aligned}$$

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai $P(H_i/E)$ atau probabilitas hipotesis H_i benar jika diberikan *evidence* E .

$$P(H_i/E) = \frac{P(E/H_i) * P(H_i)}{\sum_{k=1}^n P(E/H_i) * P(H_i)}$$

$$P(H1/E) = \frac{0,2 * 0,2}{0,34} = 0,1176$$

$$P(H2/E) = \frac{0,2 * 0,3}{0,34} = 0,1764$$

$$P(H3/E) = \frac{0,6 * 0,4}{0,34} = 0,7058$$

Setelah seluruh nilai $P(H_i/E)$ diketahui, maka jumlahkan seluruh nilai bayesnya dengan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\sum_{k=1}^n Bayes &= Bayes 1 + Bayes 2 + Bayes 3 \\ &= 0,1176 + 0,1764 + 0,7058 \\ &= 0,998\end{aligned}$$

Dari kesimpulan perhitungan diatas maka dapat dipastikan mesin diesel mitsubishi 6d16 pada kapal nelayan diprediksi mengalami kerusakan pada air intake dengan nilai 98% maka solusinya adalah periksa kondisi selang sambungan intercooler pastikan tidak ada yang bocor dan bersihkan kisi-kisi intercooler, atau diganti jika perlu. Pengerjaan kerusakan kurangnya tenaga mesin diesel dengan kaidah tersebut kemudian dihitung nilai *Teorema Bayes* nya dengan mengalikan *Teorema Bayes* bobot kepastian dengan *Teorema Bayes* menjadi :

$$P[H]1 = \frac{0,4}{1,1} = 0,36$$

$$P[H]2 = \frac{0,6}{1,1} = 0,54$$

$$P[H]3 = \frac{0,8}{1,1} = 0,36$$

Setelah seluruh nilai P(Hi/E) diketahui, maka jumlahkan seluruh nilai bayesnya dengan rumus sebagai berikut.

$$\sum_{k=1}^n = P(Hi) * P(E/Hi - n)$$

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^3 &= 0,36 * 0,2 + 0,54 * 0,2 + 0,36 * 0,4 \\ &= 0,072 + 0,108 + 0,144 \\ &= 0,324 \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai P(Hi/E) atau probabilitas hipotesis Hi benar jika diberikan *evidence* E.

$$P(Hi/E) = \frac{P(E/Hi) * P(Hi)}{\sum_{k=1}^n P(E/Hi) * P(Hi)}$$

$$P(H1/E) = \frac{0,2 * 0,36}{0,324} = 0,2222$$

$$P(H2/E) = \frac{0,2 * 0,54}{0,324} = 0,3333$$

$$P(H3/E) = \frac{0,4 * 0,36}{0,324} = 0,4444$$

Setelah seluruh nilai P(Hi/E) diketahui, maka jumlahkan seluruh nilai bayesnya dengan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^n \text{Bayes} &= \text{Bayes 1} + \text{Bayes 2} + \text{Bayes 3} \\ &= 0,2222 + 0,3333 + 0,4444 \\ &= 0,999 \end{aligned}$$

Dari kesimpulan perhitungan diatas maka dapat dipastikan mesin diesel mitsubishi 6d16 pada kapal nelayan diprediksi mengalami kerusakan kurangnya tenaga mesin diesel dengan nilai 99% maka solusinya adalah periksa bagian pompa bahan bakar dan diganti jika perlu.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dari pembahasan penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan dimana sistem pakar ini dapat digunakan untuk mempercepat pencarian dan pengaksesan pada ilmu pengetahuan oleh masyarakat atau orang-orang yang membutuhkan informasi kerusakan mesin mitsubishi 6D16 pada kapal nelayan. Pada sistem pakar mendeteksi kerusakan mesin mitsubishi 6D16 dengan metode *Teorema Bayes* bisa juga digunakan sebagai pedoman masyarakat untuk melakukan penanganan dini terhadap kerusakan mesin mitsubishi 6D16 pada kapal nelayan. Dari hasil pembahasan maka dapat dipastikan mesin diesel mitsubishi 6d16 pada kapal nelayan diprediksi mengalami kerusakan kurangnya tenaga mesin diesel dengan nilai 99% maka solusinya adalah periksa bagian pompa bahan bakar dan diganti jika perlu.

REFERENCES

- [1] N. S. Ag, "PEMBANGUNAN EKONOMI LAUT DI TENGAH KRISIS EKOLOGI (STUDI KASUS EKOTELOGI NELAYAN DESA MASALIMA, JAWA TIMUR DAN CELUKAN BAWANG, BALI)," *Konf. Integr. Interkoneksi Islam dan Sains*, vol. 5, no. 1, pp. 128-157.
- [2] C. Adaliasavetri, "Analisa Kerusakan Bollard Pada Kapal TB. Bhayangkara." Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, 2019.
- [3] R. Rachman, "Sistem Pakar Deteksi Penyakit Refraksi Mata Dengan Metode *Teorema Bayes* Berbasis Web," *J. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 68-76, 2020.
- [4] F. Bangun, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Tbc Menggunakan Metode *Teorema Bayes*," *J. Tek. Dan Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 23-29, 2019.
- [5] W. N. Sitepu *et al.*, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Asma Dengan Menggunakan Metode *Teorema Bayes*," *J. Tek. dan Inform.*, vol. 6, pp. 69-75, 2019.
- [6] H. Sastypratiwi and R. D. Nyoto, "Analisis Data Artikel Sistem Pakar Menggunakan Metode *Systematic Review*," *JEPIN (Jurnal*

Edukasi dan Penelit. Inform., vol. 6, no. 2, pp. 250–257, 2020.

- [7] B. H. Hayadi, *Sistem pakar*. Deepublish, 2018.
- [8] S. Nurarif, I. Zulkarnain, H. Jaya, and S. Kusnasari, “Sistem Pakar Mendiagnosa Kerusakan pada Mesin Motor Suzuki Satria FU Menggunakan Metode Teorema Bayes,” *J. Sci. Soc. Res.*, vol. 4, no. 2, pp. 106–114, 2021.
- [9] Amrullah and M. Syahril, “Sistem Pakar Mendiagnosa Kerusakan Dinamo Start Mobil Menggunakan Metode Teorema Bayes Pada Lubis Dinamo Medan,” *J-Sisko Tech*, vol. 1, no. 2, pp. 1–13, 2018.
- [10] D. Maulina, “Metode Certainty Factor Dalam Penerapan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Anak,” *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 2, no. 1, pp. 23–32, 2020, doi: 10.24076/joism.2020v2i1.171.
- [11] P. S. Ramadhan, M. Kom, U. F. S. Pane, and M. Kom, *Mengenal Metode Sistem Pakar*. Uwais Inspirasi Indonesia, 2018.
- [12] A. F. ANGGI, “PERANAN CHARTPLOTTER DAN GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) NAVIGATION SOFTWARE DALAM MENGOPTIMALISASIKAN KESELAMATAN BERNAVIGASI DI KAPAL MV. LUMOSO BAHAGIA PADA PT. TANTO INTIM LINE,” *KARYA TULIS*, 2018.
- [13] D. M. ALVIAN, “SISTEM PERAWATAN CYLINDER LINER UNTUK MENUNJANG KELANCARAN KINERJA MESIN INDUK KM. CAKRA KEMBAR SATU PT. BERKAH SAMUDERA LINE (BSL) SURABAYA,” *KARYA TULIS*, 2019.
- [14] R. AMIRUDDIN, “PERAWATAN CYLINDER LINER UNTUK MENUNJANG KELANCARAN KINERJA MESIN INDUK KM. ORIENTAL RUBY PT. SALAM PACIFIC INDONESIA LINES (SPIL) SURABAYA,” *KARYA TULIS*, 2019.
- [15] J. Todoan, “ANALISIS OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DALAM MENUNJANG KEBERHASILAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) DI PT. ROHTO LABORATORIES INDONESIA.” Program Studi Teknik Industri S1 Fakultas Teknik Universitas Widyatama, 2019.
- [16] P. S. Ramadhan, “Sistem Pakar Pendiagnosaan Dermatitis Imun Menggunakan Teorema Bayes,” *InfoTekJar J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 3, no. 1, pp. 43–48, 2018.
- [17] H. T. Sihotang, E. Panggabean, and H. Zebua, “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Herpes Zoster Dengan Menggunakan Metode Teorema Bayes,” *J. Inform. Pelita Nusant.*, vol. 3, no. 1, 2018.