

Implementasi Metode Dempster-Shafer Pada Sistem Pakar Pendiagnosa Kerusakan Sepeda Motor

Sari Iswanti ¹⁾, Ratih Novia Anggraeny ²⁾

Program Studi : Teknik Informatika STMIK AKAKOM Yogyakarta
Alamat : Jalan Raya Janti 143, Karangjambe, Yogyakarta 55198
E-Mail : sari@akakom.ac.id ¹⁾, anggraeny.ratih94@gmail.com ²⁾

ABSTRAK

Saat ini, banyak orang menggunakan sepeda motor untuk mendukung aktivitasnya tetapi tidak semua pengguna mengetahui jika terjadi gangguan atau kerusakan pada sepeda motor yang dimilikinya. Hal ini berlaku juga untuk pengguna motor Yamaha terutama yang menggunakan sistem bahan bakar konvensional. Akan sangat membantu apabila pengguna atau masyarakat umum mengetahui apabila sepeda motor yang dikendarainya mengalami kerusakan atau gangguan. Sistem Pakar sebagai sebuah sistem berbasis komputer yang mengadopsi pengetahuan pakar ke dalam komputer dapat dimanfaatkan untuk membantu mendiagnosa kerusakan yang dialami oleh sepeda motor Yamaha berdasarkan gejala/gangguan yang terjadi pada sepeda motor tersebut. Meskipun sistem pakar diharapkan dapat membantu masyarakat untuk mendiagnosa kerusakan yang terjadi tetapi perlu juga diketahui seberapa besar keyakinan sistem pakar mendiagnosa kerusakan. Untuk mengetahui besarnya nilai keyakinan/kepercayaan suatu kerusakan sebagai hasil diagnosa maka digunakan metode Dempster-Shafer yang menekankan pada besarnya keyakinan suatu gejala kerusakan mendukung diagnosa kerusakan tertentu.

Kata Kunci : diagnosa, keyakinan, pengetahuan, pakar, sistem pakar

1. PENDAHULUAN

Sistem pakar merupakan sebuah sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan manusia yang dimasukkan ke dalam komputer untuk memecahkan berbagai masalah yang biasanya diselesaikan oleh seorang pakar. Implementasi sistem pakar dilakukan di berbagai bidang, salah satunya pada bidang *engineering* untuk mendiagnosa kerusakan pada sepeda motor Yamaha dengan sistem bahan bakar konvensional.

Dalam keseharian terlihat banyak orang menggunakan sepeda motor, tetapi tidak semua pengguna mengetahui jika terjadi gangguan atau kerusakan pada sepeda motor yang dimilikinya. Pengguna cenderung menyerahkannya pada mekanik bengkel tanpa mepedulikan kerusakan yang terjadi sederhana dan dapat diatasi sendiri atau cukup rumit untuk diperbaiki. Mengingat hal tersebut, maka perlu dibuat sebuah sistem pakar yang dapat digunakan untuk membantu pengguna sepeda motor Yamaha dengan sistem bahan bakar konvensional mengetahui adanya gangguan atau kerusakan pada sepeda motor berdasarkan gejala-gejala atau keadaan yang terjadi pada sepeda motor Yamaha.

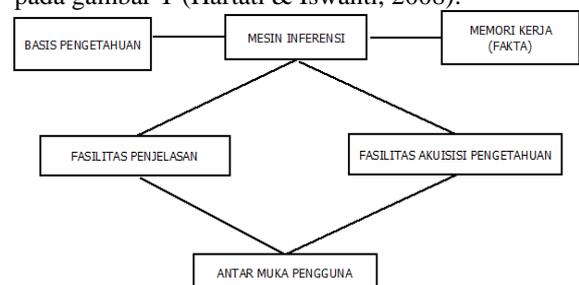
Kejadian di dunia nyata ini tidak semuanya dapat dipastikan 100 % bernilai benar atau salah. Dalam bahasa sehari-hari kata “mungkin” atau “kemungkinan besar” banyak digunakan untuk mengungkapkan ketidakpastian. Sistem pakar meskipun memiliki banyak manfaat tetapi juga meninggalkan suatu masalah yaitu ketidakpastian. Ketidakpastian harus diselesaikan sehingga kesalahan dalam mengambil keputusan dapat diminimalkan. Ketidakpastian juga terjadi dalam proses diagnosa kerusakan sepeda motor Yamaha, misalnya kemungkinan besar kerusakan pada kampas

rem atau barangkali yang bermasalah adalah businya, atau mungkin yang rusak adalah karburatornya. Ketidakpastian dapat diartikan sebagai kurangnya informasi dalam mengambil keputusan. Hal ini dapat mengakibatkan keputusan yang diambil menjadi tidak tepat. Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi ketidakpastian adalah Dempster-Shafer. Metode ini menekankan pada besarnya kepercayaan/keyakinan suatu evidence (gejala) mendukung suatu hipotesa tertentu. Dalam sistem pakar ini, akan ditunjukkan seberapa besar nilai keyakinan/kepercayaan diagnosa kerusakan sepeda motor diperoleh berdasarkan gejala-gejala/gangguan yang dialami oleh sepeda motor tersebut.

2. TINJAUAN PUSAKA

A. Sistem Pakar

Sistem pakar adalah salah satu cabang dari kecerdasan buatan (*artificial intelligent*) yang menggunakan pengetahuan-pengetahuan khusus yang dimiliki oleh seorang pakar dalam menyelesaikan suatu masalah tertentu (Giarratano & Riley, 2005). Dalam membuat aplikasi sistem pakar harus memperhatikan struktur sistem pakar seperti pada gambar 1 (Hartati & Iswanti, 2008).



Gambar 1. Struktur Sistem Pakar

Sebelum membangun sistem pakar perlu disiapkan pengetahuan dalam domain tertentu pada tingkatan pakar untuk kemudian disimpan dalam basis pengetahuan dalam format yang dapat diterima oleh komputer (dalam penelitian ini formatnya adalah IF...THEN....). Memori kerja (*working memory*) digunakan untuk menyimpan fakta/kondisi yang nantinya akan digunakan oleh mesin inferensi dalam proses penalaran. Mesin Inferensi merupakan perangkat lunak (program komputer) yang digunakan untuk melakukan penalaran berdasarkan pengetahuan yang tersimpan dalam basis pengetahuan dan fakta yang ada untuk menghasilkan kesimpulan. Mesin inferensi sering disebut sebagai otaknya sistem pakar. Sistem pakar harus memiliki fasilitas untuk melakukan akuisisi pengetahuan, mengingat bahwa pengetahuan dimungkinkan mengalami perubahan sehingga perlu adanya fasilitas yang mengakomodir hal tersebut. Fasilitas penjelasan merupakan sebuah fasilitas yang digunakan untuk memberikan penjelasan mengapa sebuah kesimpulan dapat dihasilkan atau mengapa sebuah masukan diperlukan. Antar muka pengguna merupakan antarmuka yang diperlukan sebagai penghubung antara sistem pakar dengan pemakai.

B. Dempster Shafer

Metode Dempster Shafer yaitu teori matematika untuk melakukan pembuktian berdasarkan *belief function* (fungsi kepercayaan) dan *plausibility*. *Belief* menunjukkan ukuran kekuatan evidence dalam mendukung sebuah hipotesa sedangkan *plausibility* menunjukkan keadaan yang dapat dipercaya. Metode ini mengenal himpunan semesta pembicaraan yang digunakan untuk menunjukkan sekumpulan hipotesa dan diberi notasi θ serta dikenal pula adanya fungsi densitas (notasi m) yang menunjukkan besarnya kepercayaan *evidence* terhadap hipotesa tertentu. Hubungan antara *plausibility* dan *belief* ditunjukkan pada rumus berikut (Pearl, 2014) :

$$plausibility(H) = 1 - belief(\bar{H}) \dots\dots\dots(1)$$

Apabila terdapat lebih dari sebuah fungsi densitas, maka digunakan rumus kombinasi. Misalnya X adalah himpunan bagian dari θ dengan m_1 sebagai fungsi densitasnya dan Y adalah himpunan bagian dari θ dengan m_2 sebagai fungsi densitasnya, maka dapat dibentuk fungsi kombinasi m_1 dan m_2 sebagai m_3 sebagai berikut :

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X).m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X).m_2(Y)} \dots\dots\dots(2)$$

C. Penelitian Relevan

Cukup banyak penelitian dilakukan dengan domain sepeda motor dan pendekatan sistem pakar. Salah satu hasil penelitiannya adalah aplikasi untuk mendiagnosa kerusakan sepeda motor matic injeksi (Kusumawati & Kuswinardi, 2015). Pada penelitian ini terdapat 6 jenis kerusakan dan 14 gejala

kerusakan. Metode inferensi yang digunakan adalah *forward chaining* dan untuk mengatasi ketidakpastian menggunakan metode Dempster Shafer. Sistem pakar ini berbasis *desktop*. Konsultasi pada sistem pakar ini yaitu dengan memilih gejala yang sudah disediakan oleh sistem. Gejala-gejala yang dipilih sebagai masukan kedalam sistem, kemudian dilakukan perhitungan. Hasil diagnosa kerusakan Sepeda Motor matic injeksi berupa nama kerusakan, nilai keyakinan dan solusi. Terdapat juga beberapa penelitian untuk mendeteksi kerusakan sepeda motor dengan pendekatan sistem pakar berbasis android, diantaranya (Putra, 2015) dan (Destiani & A. Hilmi, 2015). Kedua penelitian tersebut menggunakan metode inferensi *forward chaining*. Keluaran dari aplikasi tersebut adalah diagnosa kerusakan sepeda motor.

Penelitian lain menggunakan metode Dempster Shafer juga diimplementasikan pada aplikasi sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan mesin cuci. Pengembangan aplikasi ini menggunakan metode waterfall. Pada penelitian ini terdapat 14 kerusakan pada mesin cuci dan 19 gejala kerusakan. Aplikasi sistem pakar berbasis web dibuat dengan bahasa pemrograman PHP dan basisdata MySQL. Hasil penelitian berupa diagnosa kerusakan, nilai keyakinan dan solusi (Septiana, 2015). Selain itu, (Puspitasari, Susilo, & Coastera, 2016) menerapkan metode Dempster Shafer pada aplikasi sistem pakar yang keluarannya berupa hasil klasifikasi tingkat tuna grahita yang dialami oleh seorang anak. Metode Dempster Shafer dinilai mampu mampu menghasilkan diagnosis yang akurat utk mendiagnosa anak tunagrahita. (Alfatah, Arifudin, & Muslim, 2018) menggabungkan metode *Dempster Shafer* dan *decision tree* untuk membangun sistem pakar pendiagnosa penyakit paru-paru. Dalam penelitian ini hasil diagnosis menggunakan Dempster Shafer memiliki akurasi 83,08 %. Data yang digunakan untuk melakukan perhitungan Dempster Shafer adalah data 65 pasien Puskesmas yang mengandung gejala dan hasil diagnosis dokter.

Penelitian-penelitian yang pernah dilakukan dan hasilnya diacu dan dikembangkan dalam penelitian saat ini. Proses akuisisi pengetahuan sehingga menghasilkan kaidah-kaidah dalam penelitian ini mengacu (Iswanti, 2018).

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk melakukan penelitian ini meliputi :

1. Melakukan akuisisi pengetahuan
2. Mencari nilai densitas gejala terhadap diagnosis kerusakan sepeda motor
3. Pembuatan aplikasi sistem pakar

C.1. Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan merupakan proses mendapatkan pengetahuan. Proses ini diawali dengan pengumpulan pengetahuan yang berasal dari berbagai

sumber pengetahuan. Sumber-sumber pengetahuan dapat diperoleh dari jurnal, berbagai artikel, buku dan pakar. Pengetahuan yang berhubungan dengan penelitian dan pembuatan sistem pakar meliputi gejala kerusakan, diagnosa kerusakan sepeda motor Yamaha dan solusinya, serta hubungan antara gejala dan diagnosa kerusakan. Secara rinci pengetahuan-pengetahuan tersebut disajikan dalam tabel keputusan. Dari tabel keputusan yang sudah terbentuk, kemudian disajikan dalam bentuk pohon keputusan yang berfungsi untuk mengetahui adanya gejala-gejala yang dapat direduksi sehingga nantinya diperoleh kaidah yang efisien. Pohon keputusan diacu untuk membuat kaidah yang efisien. Kaidah direpresentasikan dalam bentuk kaidah produksi sebagai berikut :

IF *evidence* **THEN** hipotesa

Evidence dapat berupa gejala-gejala atau kondisi motor dan hipotesa berupa diagnosa kerusakannya. Setelah melalui proses pembuatan tabel keputusan dan pohon keputusan diperoleh 21 kaidah tetapi pada publikasi ini hanya akan disampaikan 12 kaidah sebagai berikut :

- R1 : IF tenaga yang dihasilkan lemah AND bahan bakar boros AND tidak bisa stationer AND mogok/mesin mati AND mesin tersendat-sendat saat jalan AND lari mrebet-mbrebet AND keluar asap dari knalpot THEN Karburator
- R2 : IF tenaga yang dihasilkan lemah AND bahan bakar boros AND tidak bisa stationer AND mogok/mesin mati AND mesin tersendat-sendat saat jalan AND lari mrebet-mbrebet AND susah distarter THEN busi
- R3 : IF tenaga yang dihasilkan lemah AND bahan bakar boros AND tidak bisa stationer AND suara gemelitik AND Suara mesin kasar THEN Klep/katup
- R4 : IF tenaga yang dihasilkan lemah AND bahan bakar boros AND mesin cepat panas AND mesin tersendat-sendat saat jalan AND lari mbrebet-brebet THEN filter udara
- R5 : IF tenaga yang dihasilkan lemah AND mogok/mesin mati AND mesin tersendat-sendat saat jalan AND lari mbrebet-mbrebet AND mesin mati-mati THEN Koil
- R6 : IF tenaga yang dihasilkan lemah AND mogok/mesin mati AND mesin tersendat-sendat saat jalan AND lampu tidak nyala AND lampu sering mati AND accu sering ngedrop AND lampu tidak terang THEN spull
- R7 : IF tenaga yang dihasilkan lemah AND mogok/mesin mati AND keluar asap dari knalpot AND suara mesin kasar THEN piston
- R8 : IF tenaga yang dihasilkan lemah AND mesin cepat panas AND mesin tersendat-sendat saat jalan AND pemindah tenaga (persenel/gigi) susah AND kopling keras THEN kampas kopling
- R9 : IF tenaga yang dihasilkan lemah AND suara mesin kasar AND motor nyala tetapi tidak jalan AND tarikan selip THEN v-belt
- R10 : IF tenaga yang dihasilkan lemah AND suara mesin kasar AND tarikan gregel/ getar THEN roller
- R11 : IF tenaga yang dihasilkan lemah AND suara mesin kasar AND tarikan gregel/ getar THEN roller
- R12 : IF mogok/mesin mati AND mesin tersendat-sendat saat jalan AND lari mbrebet-mbrebet AND mesin mati-mati AND susah di starter AND tidak bisa distarter THEN CDI

Seluruh kaidah sebagai salah satu hasil akuisisi pengetahuan nantinya akan dimasukkan ke dalam basis pengetahuan.

C.2. Mencari Nilai Densitas Gejala Terhadap Diagnosis Kerusakan Sepeda Motor

Setelah kaidah terbentuk, maka perlu dicari nilai probabilitas yang menunjukkan besarnya kepercayaan gejala-gejala kerusakan yang ada mendukung diagnosis kerusakannya. Hal ini dilakukan untuk menerapkan metode Dempster-Shafer yang digunakan untuk mengatasi ketidakpastian. Tabel 1 berikut memuat nilai densitas masing-masing gejala terhadap diagnosis kerusakannya. Nilai densitas ini diperoleh dari pakar. Penyajian gejala kerusakan dan diagnosa kerusakan

pada tabel 1 sesuai dengan kaidahnya. Misalnya kaidah R1 :

IF tenaga yang dihasilkan lemah AND Bahan bakar boros AND tidak bisa stationer AND mogok/mesin mati AND mesin tersendat-sendat saat jalan AND lari mbrebet-mbrebet AND keluar asap dari knalpot THEN Karburator

Dari kaidah tersebut akan dicari nilai densitas masing-masing gejala kerusakan yang mendukung diagnosis kerusakan pada karburator :

Gejala tenaga yang dihasilkan lemah mendukung diagnosis kerusakan pada karburator sebesar 90 %. Gejala bahan bakar boros mendukung diagnosis kerusakan pada karburator sebesar 60 %. Gejala tidak bisa stationer mendukung diagnosis kerusakan pada karburator sebesar 70 %. Gejala mogok/mesin mati mendukung diagnosis kerusakan pada karburator sebesar 50 %. Gejala lari mbrebet-mbrebet mendukung diagnosis kerusakan pada karburator sebesar 50 %. Gejala keluar asap dari knalpot mendukung diagnosis kerusakan pada karburator sebesar 60 %. Besarnya nilai densitas masing-masing gejala terhadap diagnosis kerusakan secara lengkap disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai Densitas Untuk Sistem Bahan Bakar Konvensional

NO	GEJALA KERUSAKAN	KERUSAKAN											
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
1	Tenaga yang dihasilkan lemah	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,5	0,8	0,7	0,6	0,5	0,8	
2	Bahan bakar boros	0,6	0,7	0,7	0,9								
3	Tidak bisa stationer	0,7	0,7	0,7									
4	mogok/mesin mati	0,5	0,9			0,7	0,7	0,7					0,8
5	mesin cepat panas				0,6				0,6				
6	Mesin tersendat-sendat saat jalan	0,5	0,8		0,6	0,6	0,6	0,5					0,7
7	Lari mbrebet-mbrebet	0,5	0,8		0,9	0,5							0,7
8	Mesin mati-mati					0,7							0,7
9	Keluar asap dari knalpot	0,6						0,6					
10	Suara gemelitik			0,5									
11	Suara mesin kasar			0,8				0,8	0,5	0,9			
12	Susah distarter		0,6										0,5
13	Tidak bisa di starter												0,5
14	Lampu tidak nyala						0,5						
15	Lampu sering mati						0,6						
16	Accu sering ngedrop						0,5						
17	Lampu tidak terang						0,7						
18	Motor nyala tetapi tidak jalan								0,6				
19	Tarikan selip								0,7	0,9			
20	Tarikan gregel/getar								0,9	0,9			
21	Suara kasar dibagian belakang												
22	Klakson tidak bunyi												
23	Pemindah tenaga (persnel/gigi) susah							0,7					
24	Kopling keras							0,6					
25	oleng/goyang-goyang												
26	Tidak stabil saat belok												
27	Kemudi/Stang Kocak/berat												
28	Kemudi/Stang Olieng												
29	bunyi gledes" bagian depan saat di rem												
30	body goyang saat jalan												
31	bunyi kletek-kletek di jalan tidak rata												
32	Berbunyi saat jalan di jalan tidak rata												
33	bunyi pada roda saat jalan												
34	Rem Kurang Pakem												
35	Berbunyi saat di rem												
36	Kasar saat diStarter												

Keterangan :

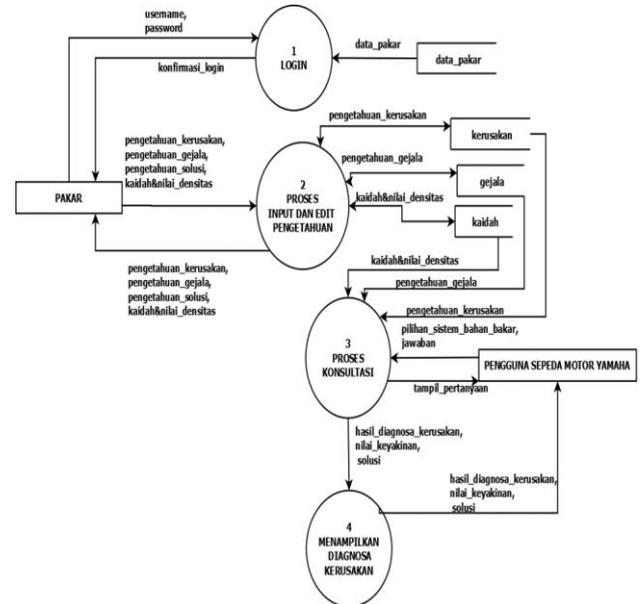
- K1 : karburator
- K2 : busi
- K3 : klep/katup
- K4 : filter udara
- K5 : koil
- K6 : spull
- K7 : piston
- K8 : kamps kopling
- K9 : v-belt
- K10 : roller
- K11 : house kopling
- K12 : CDI

Dari tabel 1 diperoleh informasi dukungan gejala terhadap suatu diagnosa kerusakan, misalnya

besarnya dukungan gejala nomer 15 (lampu sering mati) terhadap kerusakan K6 (Kerusakan pada Spull) adalah 50% tetapi gejala lampu sering mati mendukung K15 (Kerusakan pada Kiprok) adalah 90 %.

C.2. Pembuatan Sistem Pakar

Pembuatan aplikasi sistem pakar memperhatikan struktur sistem pakar pada gambar 1. Pproses-proses utama yang ada pada sistem dapat dilihat melalui Diagram Arus Data (DAD) level 1 pada gambar 2.



Gambar 2. DAD Level 1

Aplikasi sistem pakar yang dibangun memiliki 2 kategori pemakai yaitu pakar dan pengguna sepeda motor. Pakar memiliki hak akses untuk melakukan akuisisi pengetahuan yaitu memasukkan dan melakukan pembaharuan pengetahuan, serta menentukan nilai densitas. Pengguna sepeda motor Yamaha hanya bisa melakukan konsultasi dengan menjawab pertanyaan yang diajukan oleh sistem dan memperoleh hasil diagnosis kerusakan sepeda motor beserta nilai keyakinannya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah semua kaidah dan nilai densitas selesai dimasukkan ke dalam sistem. Sistem pakar yang dibuat ini bertindak seolah-olah sebagai seorang teknisi sepeda motor yang menanyakan kepada pengguna sepeda motor gejala-gejala kerusakan sepeda motornya. Jawaban dari pengguna sepeda motor akan diolah oleh sistem untuk menghasilkan kesimpulan berupa diagnosa kerusakan pada sepeda motor pengguna dan besarnya tingkat kepercayaan atau keyakinan terhadap diagnosa tersebut. Menu konsultasi antara sistem pakar dengan pengguna sepeda motor sebagai berikut :



Gambar 3. Menu Konsultasi

Sistem akan menanyakan gejala kerusakan sesuai dengan pengetahuan yang tersimpan dalam basis pengetahuan dan pengguna hanya menjawab 'ya' atau 'tidak' sesuai dengan kerusakan pada sepeda motornya. Misalnya saja dari pertanyaan yang diajukan sistem ternyata gejala yang dialami adalah tenaga yang dihasilkan lemah, suara mesin kasar, motor nyala tetapi tidak jalan, dan tarikan selip, maka sistem pakar akan menghasilkan diagnosa kerusakan sepeda motor yaitu Kerusakan pada v-belt dengan tingkat kepercayaan 74 % dengan kata lain besarnya keyakinan bahwa sepeda motor pengguna mengalami kerusakan pada v-belt adalah 74 %. Gambar 4 berikut menunjukkan setelah semua pertanyaan selesai diajukan dan dijawab oleh pengguna, maka muncul tampilan seperti berikut :



Gambar 4 : Tampilan untuk Melihat Hasil Diagnosa Kerusakan

Jika ingin melihat hasil diagnosa, tombol diagnosa ditekan dan diagnosa kerusakan secara lengkap akan muncul beserta besarnya nilai keyakinan/kepercayaannya. Secara lengkap tersaji pada gambar 5.

HASIL KONSULTASI KONVENSIONAL

NO	NAMA GEJALA	NILAI BOBOT
1	Tenaga yang dihasilkan lemah	0.6
2	Suara mesin kasar	0.5
3	Motor nyala tapi tidak jalan	0.6
4	Tarikan selip	0.7

PERHITUNGAN DENGAN METODE DEMPSTER SHAFER

Gejala 1 : Tenaga yang dihasilkan lemah
 $m_1 \{ \text{Karburator,Busi,Klep/Katup,Piston,Filter Udara,Roller,V-belt,House Kopling/Mangkok,Koil,Sputil,Kampas Kopling} \} = 0.6$
 $m_1 \{ \emptyset \} = 0.4$

Gejala 2 : Suara mesin kasar
 $m_2 \{ \text{Klep/Katup,Piston,Roller,V-belt} \} = 0.5$
 $m_2 \{ \emptyset \} = 0.5$

DENSITAS	(Karburator,Busi,Klep/Katup,Piston,Filter Udara,Roller,V-belt,House Kopling/Mangkok,Koil,Sputil,Kampas Kopling) (0.6)	(\emptyset) (0.4)
{ Klep/Katup,Piston,Roller,V-belt } (0.6)	(Klep/Katup,Piston,Roller,V-belt) (0.3000)	(Klep/Katup,Piston,Roller,V-belt) (0.2000)
{ \emptyset } (0.6)	(Karburator,Busi,Klep/Katup,Piston,Filter Udara,Roller,V-belt,House Kopling/Mangkok,Koil,Sputil,Kampas Kopling) (0.3000)	(\emptyset) (0.2000)

Sehingga Dapat di hitung :
 $m_3 \{ \text{Klep/Katup,Piston,Roller,V-belt} \} = 0.5000/1 - 0 = 0.5000$
 $m_3 \{ \text{Karburator,Busi,Klep/Katup,Piston,Filter Udara,Roller,V-belt,House Kopling/Mangkok,Koil,Sputil,Kampas Kopling} \} = 0.3000/1 - 0 = 0.3000$
 $m_3 \{ \emptyset \} = 0.2000/1 - 0 = 0.2000$

Gejala 3 : Motor nyala tapi tidak jalan
 $m_4 \{ \text{V-belt} \} = 0.6$
 $m_4 \{ \emptyset \} = 0.4$

DENSITAS	(V-belt) (0.6)	(\emptyset) (0.4)
{ Klep/Katup,Piston,Roller,V-belt } (0.6000)	(V-belt) (0.3000)	(Klep/Katup,Piston,Roller,V-belt) (0.2000)
{ Karburator,Busi,Klep/Katup,Piston,Filter Udara,Roller,V-belt,House Kopling/Mangkok,Koil,Sputil,Kampas Kopling } (0.2000)	(V-belt) (0.1800)	(Karburator,Busi,Klep/Katup,Piston,Filter Udara,Roller,V-belt,House Kopling/Mangkok,Koil,Sputil,Kampas Kopling) (0.1200)
{ \emptyset } (0.2000)	(V-belt) (0.1200)	(\emptyset) (0.0800)

Sehingga Dapat di hitung :
 $m_5 \{ \text{V-belt} \} = 0.6000/1 - 0 = 0.6000$
 $m_5 \{ \text{Klep/Katup,Piston,Roller,V-belt} \} = 0.2000/1 - 0 = 0.2000$
 $m_5 \{ \text{Karburator,Busi,Klep/Katup,Piston,Filter Udara,Roller,V-belt,House Kopling/Mangkok,Koil,Sputil,Kampas Kopling} \} = 0.1200/1 - 0 = 0.1200$
 $m_5 \{ \emptyset \} = 0.0800/1 - 0 = 0.0800$

Gejala 4 : Tarikan selip
 $m_6 \{ \text{V-belt,House Kopling/Mangkok} \} = 0.7$
 $m_6 \{ \emptyset \} = 0.3$

DENSITAS	(V-belt,House Kopling/Mangkok) (0.7)	(\emptyset) (0.3)
{ V-belt } (0.6000)	(V-belt) (0.4200)	(V-belt) (0.1800)
{ Klep/Katup,Piston,Roller,V-belt } (0.2000)	(V-belt) (0.1400)	(Klep/Katup,Piston,Roller,V-belt) (0.0600)
{ Karburator,Busi,Klep/Katup,Piston,Filter Udara,Roller,V-belt,House Kopling/Mangkok,Koil,Sputil,Kampas Kopling } (0.1200)	(V-belt,House Kopling/Mangkok) (0.0840)	(Karburator,Busi,Klep/Katup,Piston,Filter Udara,Roller,V-belt,House Kopling/Mangkok,Koil,Sputil,Kampas Kopling) (0.0360)
{ \emptyset } (0.0800)	(V-belt,House Kopling/Mangkok) (0.0560)	(\emptyset) (0.0240)

Sehingga Dapat di hitung :
 $m_7 \{ \text{V-belt} \} = 0.7400/1 - 0 = 0.7400$
 $m_7 \{ \text{Klep/Katup,Piston,Roller,V-belt} \} = 0.0600/1 - 0 = 0.0600$
 $m_7 \{ \text{V-belt,House Kopling/Mangkok} \} = 0.1400/1 - 0 = 0.1400$
 $m_7 \{ \text{Karburator,Busi,Klep/Katup,Piston,Filter Udara,Roller,V-belt,House Kopling/Mangkok,Koil,Sputil,Kampas Kopling} \} = 0.0360/1 - 0 = 0.0360$
 $m_7 \{ \emptyset \} = 0.0240/1 - 0 = 0.0240$

Dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan kerusakan pada { V-belt } dengan tingkat kepercayaan 74.00 %
Solusi :
 Lakukan pergantian pada rv-belt(sekali rusak ganti)

Gambar 5. Hasil Diagnosa

Penerapan metode Dempster-Shafer, seperti yang tertuang dalam sistem (gambar 5) dapat dijelaskan sebagai berikut :

Gejala 1 : Tenaga yang dihasilkan lemah
 $m_1 \{ K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6, K_7, K_8, K_9, K_{10}, K_{11} \} = 0.6$ dan $m_1 \{ \emptyset \} = 0.4$

Gejala 2 : Suara Mesin Kasar
 $m_2 \{ K_3, K_7, K_9, K_{10} \} = 0.5$ dan $m_2 \{ \emptyset \} = 0.5$

Gabungan dari gejala 1 dan gejala 2 dapat dijelaskan dengan menggunakan ilustrasi sebagai berikut :

D1 \ D2	{K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11} (0.6)	{θ} (0.4)
{K3, K7, K9, K10} (0.5)	{K3, K7, K9, K10} (0.30)	{K3, K7, K9, K10} (0.20)
{θ} (0.5)	{K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11} (0.30)	{θ} (0.20)

Sehingga di hitung :

$$m_3 \{ K3, K7, K9, K10 \} = \frac{0.30+0.20}{1-0} = 0.50$$

$$m_3 \{ K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11 \} = \frac{0.30}{1-0} = 0.30$$

$$m_3 \{ \theta \} = \frac{0.20}{1-0} = 0.20$$

Gejala 3 : Motor Nyala Tetapi Tidak Jalan

$$m_4 \{ K9 \} = 0.6$$

$$m_4 \{ \theta \} = 0.4$$

Hasil kombinasi adanya gejala1 dan 2 dengan adanya gejala 3 dapat diilustrasikan sebagai berikut :

D1-2 \ D3	{K9} (0.6)	{θ} (0.4)
{K3, K7, K9, K10} (0.50)	{K9} (0.30)	{ K3, K7, K9, K10} (0.20)
{K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11} (0.30)	{K9} (0.18)	{K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11} (0.12)
{θ} (0.20)	{K9} (0.12)	{θ} (0.08)

Sehingga dapat dihitung :

$$m_5 \{ K9 \} = \frac{0.30+0.18+0.12}{1-0} = 0.60$$

$$m_5 \{ K3, K7, K9, K10 \} = \frac{0.20}{1-0} = 0.20$$

$$m_5 \{ K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11 \} = \frac{0.12}{1-0} = 0.12$$

$$m_5 \{ \theta \} = \frac{0.08}{1-0} = 0.08$$

Gejala 4 : Tarikan Selip

$$m_6 \{ K11, K9 \} = 0.7$$

$$m_6 \{ \theta \} = 0.3$$

Setelah mengalami gejala 1, 2, dan 3; kemudian mengalami gejala 4, maka hasil kombinasinya dapat ditunjukkan sebagai berikut :

D4 \ D1-2-3	{K11, K9} (0.7)	{θ} (0.3)
{ K9 } (0.60)	{K9} (0.42)	{K9} (0.18)
{K3, K7, K9, K10} (0.20)	{K9} (0.14)	{K3, K7, K9, K10} (0.06)
{K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11} (0.12)	{K11, K9} (0.084)	{K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11} (0.036)
{θ} (0.08)	{K11, K9} (0.056)	{θ} (0.024)

Sehingga dapat hitung :

$$m_7 \{ K9 \} = \frac{0.42+0.14+0.18}{1-0} = 0.74$$

$$m_7 \{ K11, K9 \} = \frac{0.084+0.056}{1-0} = 0.14$$

$$m_7 \{ K3, K7, K9, K10 \} = \frac{0.06}{1-0} = 0.06$$

$$m_7 \{ K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11 \} = \frac{0.036}{1-0} = 0.036$$

$$m_7 \{ \theta \} = \frac{0.024}{1-0} = 0.024$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa terjadi kerusakan dengan kode kerusakan K9, dimana kode kerusakan K9 yaitu kerusakan v-belt. Kerusakan v-belt dengan nilai keyakinan paling tinggi yaitu 74%

5. KESIMPULAN

Metode Dempster-Shafer dapat diterapkan untuk mengatasi ketidakpastian yang terjadi pada Sistem Pakar Pendiagnosa Kerusakan Sepeda Motor Yamaha, sehingga pengguna sistem pakar dapat mengetahui seberapa besar nilai keyakinan suatu kerusakan dialami oleh sebuah sepeda motor. Hal ini membantu pengguna memutuskan tindakan apa yang harus dilakukan terhadap sepeda motornya. Nilai densitas yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pakar, sehingga memungkinkan nilainya berbeda antara pakar yang satu dengan yang lain

6. DAFTAR PUSTAKA

Alfatah, A. M., Arifudin, R., & Muslim, M. A. (2018). Implementation of Decision Tree and Dempster Shafer on Expert System for Lung Disease Diagnosis. *Scientific Journal of Informatics*, 5(1), 50–57. Retrieved from <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/sji/article/view/50>

- Destiani, D., & A. Hilmi, A. (2015). Pengembangan Sistem Pakar Diagnosis Kerusakan Sepeda Motor Automatic Non Injeksi Berbasis Android. *ALGORITMA*, 12(1). Retrieved from <http://www.jurnal.sttgarut.ac.id/index.php/algoritma/article/view/209>
- Giarratano, J. C., & Riley, Gary D. (2005). *Expert System Principles and Programming* (fourth). Canada: THOMSON COURSE TECHNOLOGY.
- Hartati, S., & Iswanti, S. (2008). *Sistem Pakar dan Pengembangannya* (1st ed.). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Iswanti, S. (2018). Alat Bantu Pengidentifikasi Tingkat Stres Mahasiswa Yang Sedang Mengerjakan Tugas Akhir/skripsi. *INFORMATIKA UPGRIS*, 4(1), 56–63. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26877/jiu.v4i1.2311>
- Kusumawati, D., & Kuswinardi, W. (2015). Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Sepeda Motor matic Injeksi Menggunakan Metode Dempster Shafer. *JFTI*. Retrieved from <http://ejournal.unikama.ac.id/index.php/JFTI/article/view/496>
- Pearl, J. (2014). *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Network of Plausible Inference* (2nd ed.). San Fransisco: Morgan Kaufmann Publisher.
- Puspitasari, T., Susilo, B., & Coastera, F. F. (2016). Implementasi Metode Dempster-Shafer Dalam Sistem Pakar Diagnosa Anak Tunagrahita Berbasis Web. *Journal Rekursif*, 4(1), 1–13. Retrieved from <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/rekursif/article/view/949>
- Putra, I. P. W. (2015). Sistem Pakar untuk Mendeteksi Kerusakan Sepeda Motor Berbasis Android. In *Konferensi Nasional Sistem dan Informatika (KNS&I)* (pp. 478–483). Bali. Retrieved from <http://ejournal.stikom-bali.ac.id/index.php/knsi/article/view/558/210>
- Septiana, L. (2015). Metode Dempster Shafer Untuk Sistem Pakar Deteksi Kerusakan Mesin Cuci Berbasis Web. *Jurnal Techno Nusa Mandiri*, 12(2), 38–46. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33480/techno.v12i2.188>