

## ***Analisa Kerusakan Transmisi Otomatis dengan Metode *Failures Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan *Logic Tree Analysis* (LTA)***

Jenal Sodikin<sup>1</sup>, Unggul Satria Jati<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Cilacap

Email: [jenal.sodikin@pnc.ac.id](mailto:jenal.sodikin@pnc.ac.id), [unggulsatriajati@pnc.ac.id](mailto:unggulsatriajati@pnc.ac.id)

### **ABSTRAK**

Sistem pemindah tenaga merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari sebuah unit kendaraan, komponen ini berfungsi sebagai penerus daya dari mesin, memperbesar momen yang dihasilkan mesin sesuai kebutuhan beban dan kondisi jalan serta membalikan putaran. Jenis Seiring usia pakai dari kendaraan maka transmisi yang digunakannya akan mengalami kerusakan atau bahkan gagal fungsi, sebagian besar transmisi otomatis mulai bermasalah setelah kendaraan digunakan diatas 100.000 km atau pada kendaraan yang tidak digunakan sesuai dengan ketentuan serta tidak melaksanakan prosedur perawatan dengan baik maka kerusakan transmisi otomatis bisa datang lebih cepat. Berdasarkan penerapan metode *Failures Mode Effects Analysis* (FMEA) yang digunakan untuk mengevaluasi komponen pada suatu sistem dengan cara meneliti potensi model kegagalannya untuk menentukan dampak yang akan terjadi pada komponen atau sistem kerja ditemukan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang paling tinggi terdapat pada komponen Seal Piston Matic Sebesar 450, *Multiple Clutch/Clutch Pack* 360, *Solenoid Valve* 324. Setiap potensi dari model kegagalan diklasifikasikan berdasarkan dampak yang dapat ditimbulkan pada keberhasilan sistem tersebut ataupun pada keselamatan pengguna dengan pembagian katagori menggunakan *Logic Tree Analysis* (LTA) dengan hasil sebagian besar komponen transmisi otomatis termasuk dalam kerusakan tipe B (*Outage Poble*m) dimana komponen tersebut mengakibatkan kegagalan pada seluruh atau sebagian sistem. Berdasarkan nilai RPN maka pemeliharaan yang tepat adalah Pemeliharaan Prediktif.

**Kata kunci:** *Failures Mode Effects Analysis, Logic Tree Analysis, Transmisi Otomatis, Perawatan.*

### **ABSTRACT**

*The power transfer system is an inseparable part of a vehicle unit, this component functions as a power source from the engine, increasing the moment generated by the engine according to the needs of the load and road conditions and reversing the rotation. Type As the age of the vehicle, the transmission it uses will be damaged or even fail to function, most automatic transmissions start having problems after the vehicle is used above 100,000 km or on vehicles that are not used in accordance with the provisions and do not carry out maintenance procedures properly, the automatic transmission is damaged. could come sooner. Based on the implementation of the Failures Mode Effects Analysis (FMEA) method which is used to evaluate components in a system by examining the potential failure model to determine the impact that will occur on the component or work system, it is found that the highest Risk Priority Number (RPN) is found in the Seal component. Piston Matic 450, Multiple Clutch/Clutch Pack 360, Solenoid Valve 324. Each potential failure model is classified based on the impact it can have on the success of the system or on user safety by dividing the categories using Logic Tree Analysis (LTA) with the results of most components automatic transmission is included in the type B failure (Outage Problem) where the component causes failure of all or part of the system. Based on the RPN value, the right maintenance is Predictive Maintenance.*

**Keyword:** *Failures Mode Effects Analysis, Logic Tree Analysis, Automatic Transmission, Maintenance*

## 1. Pendahuluan

Nissan Serena mulai dikenalkan dan di produksi pabrikan mobil asal jepang Nissan pada tahun 1991 dengan menyasar pasar kelas Van kompak, awal generasi kendaraan tersebut menggunakan penggerak belakang (*rear drive*) dan suspense yang digunakan adalah per daun. Pada generasi pertama Nissan serena diproduksi dengan berbagai jenis mesin seperti 1.6 atau 2 liter, atau mesin 2.3 liter diesel, Trim level yang LX, SLX, SGX dan SGXi, Sampai sekitar tahun 2002, mesin bensin standar adalah SR20DE. Berbagai macam dan jenis mesin nissan lainnya digunakan selama bertahun-tahun, termasuk mesin berjenis diesel dengan kode CD20 (untuk versi van komersial), CD20T 1.973 cc Diesel Turbo dan CD20E. [1]

Salah satu fitur kenyamanan yang ditawarkan kendaraan Nissan Serena C24 adalah penggunaan sistem pemindah tenaga atau transmisi Otomatis konvensional 4 percepatan yang terbukti nyaman digunakan dan tetap bertenaga baik pada jalan datar maupun pada jalan yang menanjak, sedangkan pada generasi berikutnya (Nissan Serena C25, 26 dan 27) Transmisi otomatis konvensional atau hydraulic automatic transmission digantikan dengan jenis transmisi continuous variable transmission (CVT) atau transmisi jenis sabuk baja, hal ini mengikuti perkembangan teknologi transmisi otomatis yang semakin berkembang dari semenjak ditemukannya teknologi ini [2], [3] .

Transmisi otomatis konvensional yang digunakan pada nissan serena C24 digunakan juga pada Nissan Extrail T30 yang berjenis kendaraan Super utility Vehicle (SUV). Pengguna Nissan Serne Generasi kedua atau Serena C24 di indonesia saat ini masih cukup banyak, hal ini didukung pula dengan adanya beberapa komunitas yang menghimpun pengguna kendaraan ini, sehingga jika ada hal-hal terkait permasalahan yang ditemukan oleh para pengguna Nissan ini bisa di diskusikan di komunitas tersebut. Salahsatu permasalahan yang sering ditemukan pada Nissan Serena C24 dan beberapa kendaraan yang menggunakan transmisi otomatis adalah pada bagian Sistem pemindah tenaga seperti sudah pindah dari gigi tiga, ada getaran tinggi, sentakan seperti didorong, sulit untuk pindah gigi, gigi tidak pindah ssuai dengan tuas transmisi dan tidak bisa mundur[4], [5]

Sistem Transmisi otomatis konvensional mengandalkan fluida cair (*hydraulic*), *planetary*

*gear set* yang bekerjasama menciptakan rasio gigi, *hydraulic control unit* yang berfungsi untuk mengatur dan mengarahkan aliran *fluida hydraulic*, dan memiliki *torque coverter* sebagai pengganti kopling manual dan memperbesar momen dari mesin menuju transmisi [2], [6], Transmisi otomatis konvensional bekerja dengan menggunakan prinsip kerja sistem hidrolik, minyak atau *oli matic* berfungsi untuk meneruskan tekanan kepada unit yang memerlukan tekanan berdasarkan perintah dari *Hidrolic Control Unit* (HCU). HCU sendiri terdiri dari beberapa komponen utama yaitu: *Oil Pump*, *Body Valve*, *Regulator Valve*, *Transmission Contor Unit* (TCU) , *Solenoid valve* dan *Oil Filter/strainer*.

Sistem Transmisi otomatis pada Nissan Serena C24 pada dasarnya meenggunakan prinsip yang sama dengan transmisi otomatis konvensional lainnya, dimana pada transmisi otomatis ini terdiri dari 3 (tiga) bagian utama yang masing-masing memiliki fungsi khusus tersendiri, bagian utama pada transmisi konvensional yaitu :

### 1.1 Torque Converter

Komponen ini berfungsi layaknya kopling otomatis, berfungsi juga untuk memperbesar momen mesin. Pada bagian *Torque Converter* terdapat 3 (tiga) part didalamnya yaitu; Pompa atau *impeller* yang berfungsi untuk menekan atau menggerakkan fluida, bagian ini terhubung dengan *flywheel* atau mesin. Stator berfungsi untuk mengarahkan fluida lebih fokus, meningkatkan efisiensi, melipatgandakan torsi dan mencegah aliran balik fluida, *turbine*, digerakan oleh fluida dari impeller yang diarahkan oleh stator, bagian tengah dari turbin terhubung dengan poros input pada transmisi otomatis.

### 1.2 Planetary Gear Unit

Komponen ini berfungsi untuk menaikan atau menurunkan torsi mesin, menaikan dan menurunkan kecepatan kendaraan atau digunakan untuk memundurkan kendaraan dan bergerak maju sesuai dengan perpindahan tuas transmisi otomatis (1, 2 D dan R). *Planetary Gear Set* terdiri dari beberapa part utama yaitu *Ring Gear*, *Sun Gear*, *Planetary Carier*, *Planetary Pinions* (part ini biasanya berjumlah 3). pada bagian ini juga terdapat *Drum*, *Clutch Pack*, *Clutch piston*, *Brake*, *Band* yang berfungsi untuk mengatur pergerakan dari *gear set* sesuai dengan kebutuhan.

### 1.3 Hydraulic Control Unit

Bagian ini berfungsi untuk merubah beban mesin dan kecepatan kendaraan menjadi sinyal hidrolik, komponen inilah yang berfungsi untuk mengontrol tekanan aliran hidrolik ke Kopling (*Clutch*), Rem (*Brake*) dan *Planetary Gear Unit* pada transmisi otomatis sehingga mengubah gear ratio secara otomatis sesuai pengemudian dengan cara mengatur aliran fluida yang bertekanan pada bagian *Body Valve*.

*Hydraulic control unit* terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu :

- a. Pompa Oli (*Oil Pump*), berfungsi untuk menyediakan fluida / ATF yang bertekanan.
- b. TCU (*Transmission Control Unit*) atau TCM, yang berfungsi untuk menerima sinyal dari ECU (*Electronic Control Unit*) dan mengirim sinyal pada actuator yaitu *solenoid valve*.
- c. *Body Valve*, komponen ini terdiri dari *Upper valve body*, *lowervalue body* dan *manual valve*. Katup yang terdapat disini mengatur tekanan minyak dan memindahkan aliran minyak dari satu aliran ke yang lainnya.
- d. *Solenoid Valve*, komponen ini berfungsi untuk membuka atau menutup jalur pada *Body Valve* sesuai perintah TCU sehingga perpindahan gigi terjadi secara otomatis.
- e. *Primary Regulator Valve*, berfungsi untuk mengatur tekanan hidrolik yang dihasilkan oleh oil pump, membuat *line pressure* yang merupakan dasar dari tekanan tekanan lain seperti *governor pressure*, *lubrication pressure*, *throttle pressure* dan lainnya.
- f. *Secondary Regulator Valve*, membuat *converter pressure* dan *lubrication pressure* yang berfungsi untuk pelumasan.
- g. *Manual Valve*, dioperasikan oleh selector lever, membuka saluran minyak ke katup katup yang diperlukan untuk masing-masing pos.
- h. *Shift valve*, untuk memilih saluran-saluran untuk gigi 1 ke 1, gigi 2 ke 3 dan gigi 3 ke 4. *line pressure* yang bekerja pada *planetary gear unit*.
- i. *Throttle Valve*, membuat tekanan hidrolik yang sesuai dengan pedal akselerator.
- j. *Throttle Modulator Valve*, berfungsi untuk menurunkan aliran tekanan yang dihasilkan oleh *primary regulator pressure*.
- k. *Governor Valve*, membuat tekanan hidrolik (*Governor pressure*) yang sesuai dengan kecepatan kendaraan.

- l. *Cut Back Valve*, katup ini menurunkan *throttle pressure* yang dihasilkan oleh *throttle valve*, bila *governor pressure* lebih tinggi dari dari *throttle pressure*.
- m. *Lock up Signal Valve*, menentukan saat *lock up clutch on-off* dan mengirimkan hasilnya ke *lock up relay valve*
- n. *Lock up relay valve*, memilih saluran untuk *converter pressure* yang menggerakkan *lock up relay valve*.
- o. *Accumulator*, mengurangi kejutan yang timbul pada saat piston C0, C1, C2 atau B3.

Beroperasinya *planetari gear unit* merupakan hasil dari pengaturan *Transmission Control Unit* yang mengukur kecepatan dan posisi *throttle*. Plat kopling atau *multiple clutch* yang menekan plat penekan yang menggerakkan *gear unit* diatur oleh fluida atau *Automatic Transmission Fluid* (ATF) yang mengalir dari pompa oli melalui *valve Body* sehingga perbandingan roda gigi bisa diatur sedemikian rupa menyesuaikan kecepatan dan beban berdasarkan sinyal yang dikirimkan *Elektronik Control Unit* (ECU) menuju TCU (*Transmission Control Unit*) atau TCM (*Transmission Control Modul*) yang kemudian mengatur aliran fluida dengan cara menggerakkan atau membuka dan menutup *solenoid valve* pada *body valve* mengarahkan tekanan ATF menuju *hydrolic drum* yang akan menekan pelat besi *multiple clutsc* yang menyebabkan gear transmisi ikut berputar sesuai dengan torsi yang dibutuhkan kendaraan baik untuk kondisi maju ataupun mundur. Seiring penggunaan yang terus menerus maka komponen komponen transmisi otomatis akan mengalami keausan atau bahkan kerusakan, yang diakibatkan karena usia pakai kendaraan atau hal lainnya yang menyebabkan transmisi otomatis gagal berfungsi dengan baik..

Penelitian dan pengujian yang dilakukan untuk menguji traksi dan performa transmisi otomatis dan manual membuktikan bahwa transmisi manual maupun transmisi otomatis memiliki keunggulan masing masing, baik di jalan menanjak maupun datar. tetapi transmisi otomatis lebih fungsional tanpa memindah mindah tuas transmisi dan menginjak kopling khususnya untuk pengguna di perkotaan yang sering macet atau di menanjak [7]–[9].

Pemeliharaan bukan sekadar pemeliharaan preventif, meskipun aspek ini merupakan unsur penting. Perawatan bukanlah pelumasan, meskipun

pelumasan adalah salah satu fungsi utamanya. Pemeliharaan juga bukan sekadar terburu-buru hingar bingar untuk memperbaiki bagian mesin yang rusak atau segmen bangunan, meskipun ini lebih sering merupakan aktivitas pemeliharaan yang dominan [10]

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung nilai ke kritisitas serta melakukan perengkingan berdasarkan modus kegagalan terhadap komponen-komponen yang menyusun Unit Transmisi Otomatis Konvensional yang digunakan oleh mobil Nissan Serena C24, serta mengidentifikasi atau memilih perawatan ataupun pemeliharaan yang sesuai untuk memperpanjang usia pakai dari suatu komponen [11].

## 2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan adalah FMEA, ada beberapa langkah yang digunakan pada metode tersebut, seperti: potensi-potensi kegagalan, *potential effect* dari mode kegagalan, penyebab kegagalan sampai dengan menentukan tingkat kerusakan pada kendaraan tersebut. untuk selanjutnya akan diteruskan dengan menghitung *Risk Priority Number* untuk menentukan langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan. Pada metode FMEA, bisa dilakukan perhitungan RPN guna menentukan tingkat kegagalan yang tertinggi. *Risk Priority Number* (RPN) adalah keterkaitan antara tiga buah variabel yaitu *Severity* (Keparahan), *Occurrence* (Frekuensi Kejadian), *Detection* (Deteksi Kegagalan) yang menunjukkan tingkat resiko yang mengarah pada tindakan perbaikan [12]–[14] Merujuk ke beberapa penelitian, penggunaan metode FMAE untuk mendukung pemilihan strategi pemeliharaan yang tepat merupakan solusi yang dapat diusulkan untuk menyelesaikan masalah terkait kerusakan pada beberapa komponen yang tidak berfungsi [15]–[18].

Gagalnya operasi sistem transmisi otomatis yang telah dikumpulkan melalui berbagai sumber, literatur serta *data sheet manual maintenance* sebelumnya akan dianalisa untuk menentukan akibat atau efek dari kegagalan terhadap jalannya sistem, dari analisis FMEA, kita dapat memprediksi komponen mana yang sering rusak dan bagaimana pengaruhnya terhadap fungsi sistem sehingga dapat diberikan perlakuan lebih terhadap komponen tersebut dengan tindakan pemeliharaan

yang tepat. Prioritas perlakuan akan mengacu pada perhitungan matematis dari tahapan FMEA berupa *Risk Priority Number* (RPN). RPN merupakan hasil perhitungan dari keseriusan efek (*severity*), kemungkinan terjadinya kegagalan (*occurrence*) dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (*detection*) [19]. RPN ditunjukkan dengan persamaan berikut :

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \quad (1)$$

RPN menunjukkan tingkatan prioritas peralatan atau part yang dianggap beresiko tinggi, sebagai petunjuk ke arah tindakan perbaikan. Tiga komponen penyusun atau pembentuk Nilai RPN sebagai berikut :

### 2.1 Severity (Keparahan)

*Severity* adalah tingkat kerusakan atau efek yang ditimbulkan oleh kegagalan terhadap keseluruhan unit transmisi. *Severity* tersusun atas angka 1 hingga 10. Kriteria penentuan *severity* dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 1. Tingkatan Severity**

Rating	Criteria of Severity Effect
10	Tidak berfungsi sama sekali
9	Kehilangan fungsi utama dan menimbulkan peringatan
8	Kehilangan fungsi utama
7	Pengurangan fungsi utama
6	Kehilangan kenyamanan fungsi penggunaan
5	Mengurangi kenyamanan fungsi penggunaan
4	Perubahan fungsi dan banyak pengemudi menyadari adanya masalah
3	Tidak terdapat efek dan pengemudi menyadari adanya masalah
2	Tidak terdapat efek dan pengemudi tidak menyadari adanya masalah
1	Tidak ada efek

### 2.2 Occurrence (Frekuensi Kejadian)

*Occurance* adalah tingkat keseringan terjadinya kerusakan atau kegagalan. *Occurance* berhubungan dengan dengan estimasi jumlah kegagalan kumulatif yang muncul akibat suatu penyebab pada transmisi otomatis. Nilai rating *Occurance* antara 1 sampai dengan 10, dimana nilai 10 diberikan jika kegagalan

yang terjadi memiliki nilai kumulatif yang tinggi atau sangat sering terjadi. Tingkatan Frekuensi terjadinya kegagalan (*occurrence*) pada transmisi otomatis bisa dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Tingkatan Occurrence**

<i>Rating</i>	<i>Probability Of Occurance</i>
10	125.000 s.d 150.000 km penggunaan / diatas 18 tahun
9	120.000 s.d 125.000 km penggunaan
8	115.000 s.d 120.000 km penggunaan
7	110.000 s.d 115.000 km penggunaan
6	105.000 s.d 110.000 km penggunaan
5	100.000 s.d 105.000 km penggunaan
4	75.000 s.d 100.000 km penggunaan
3	50.000 s.d 75.000 km penggunaan
2	25.000 s.d 50.000 km penggunaan
1	10.000 s.d 25.000 km penggunaan

### 2.3 Detection (Deteksi)

*Detection* diberikan pada sistem pengendalian yang digunakan saat ini yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi penyebab atau mode kegagalan komponen atau part dari transmisi otomatis. Kriteria penilaian *Detection* dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3. Tingkatan Detection**

<i>Rating</i>	<i>Criteria Design Control</i>
10	Tidak mampu terdeteksi
9	Kesempatan yang sangat rendah dan sangat sulit untuk terdeteksi
8	Kesempatan yang sangat rendah dan sulit untuk terdeteksi
7	Kesempatan yang sangat rendah untuk terdeteksi
6	Kesempatan yang rendah untuk terdeteksi
5	Kesempatan yang sedang untuk terdeteksi
4	Kesempatan yang cukup tinggi untuk terdeteksi
3	Kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi
2	Kesempatan yang sangat tinggi untuk terdeteksi
1	Pasti terdeteksi

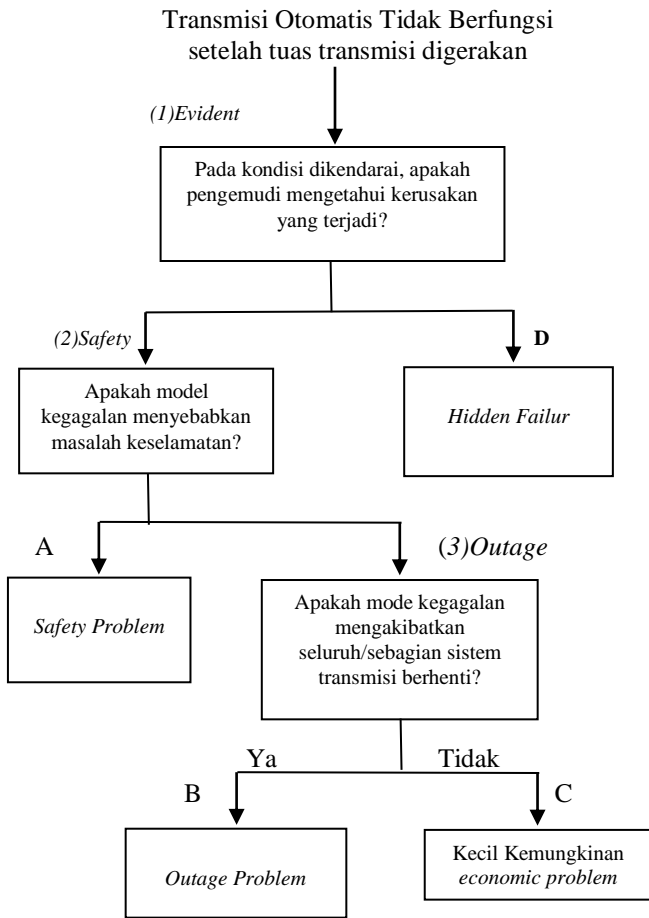
*Logic Tree Analysis* (LTA) memiliki tujuan untuk memprioritaskan pada setiap mode kerusakan dan melakukan pengamatan terhadap fungsi dan kegagalan fungsi dari komponen. Prioritas dari suatu jenis atau jenis kerusakan dapat diketahui dengan menjawab beberapa pertanyaan yang telah disediakan pada LTA. LTA berisi informasi mengenai nomor dan nama kegagalan fungsi, nomor dan mode kerusakan, analisis kekritisan dan keterangan tambahan yang dibutuhkan. Analisis kekritisan menempatkan setiap mode kerusakan kedalam satu dari empat katagori. Empat hal yang penting dalam analisis kekritisan yaitu sebagai berikut :

- Evident*, Yaitu apakah pengemudi mengetahui sistem dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?
- Safety*, apakah mode kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan?
- Outage*, yaitu apakah mode kerusakan ini mengakibatkan transmisi berhenti berfungsi?
- Category*, yaitu pengkatagorian yang diperoleh.

Setelah menjawab pertanyaan yang diajukan, pada bagian berikutnya komponen atau part transmisi otomatis dibagi dalam 4 katagori, yaitu :

- Jenis Kerusakan Tipe A (*Safety Problem*)
- Jenis Kerusakan Tipe B (*Outage problem*)
- Jenis Kerusakan Tipe C C (*Economic problem*)
- Jenis Kerusakan Tipe D (*Hidden failure*)

Pada gambar berikut, ditunjukkan *flowchart* penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA).



Gambar 1. Flowchart Logic Tree Analysis Transmisi Otomatis

Setelah ditemukan permasalahan yang mengakibatkan kerusakan atau gangguan pada sistem transmisi, maka berikutnya akan ditentukan tindakan yang tepat untuk mengani kerusakannya. Jika proses pencegahan sudah tidak dapat dilakukan, maka dilaksanakan pilihan tidakan sebagai berikut :

- a. *Condition Directed* (CD) yaitu tindakan yang bertujuan untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada komponen transmisi otomatis. Jika ditemukan gejala kerusakan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen.
- b. *Time Directed* (TD) yaitu kegiatan yang lebih fokus pada tindakan pemeliharaan atau pembersihan secara berkala.
- c. *Finding Failur* (FF) yaitu suatu tindakan untuk menemukan kerusakan komponen yang tersembunyi (tidak ditemukan pada pemeriksaan berkala).

### 3. Hasil dan Pembahasan

Transmisi yang digunakan pada Nissan Serena C24 menggunakan transmisi Otomatis Konvensional yang terdiri dari 3 (tiga) bagian utama, yaitu : Torque Converter, Planetary Gear Unit dan Hydraulic Control Unit dimana pada bagian-bagian tersebut terdapat beberapa part yang sering menemui gagal fungsi.

#### 3.1 Analisis FMAE

Menurut Rusyindo [20] mode kegagalan merupakan suatu keadaan yang dapat menyebabkan kegagalan fungsional. Berdasarkan dari analisa *Failure Mode and Effect Analysis* pada komponen transmisi otomatis nissan serena C24 dapat diperoleh nilai RPN (*Risk Priority Number*) untuk setiap komponen sehingga dapat diberikan perhatian lebih terhadap komponen yang mempunyai nilai RPN paling besar [21] dengan menerapkan tindakan yang tepat. Hasil dari perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN) pada beberapa part Transmisi otomatis dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4. Penentuan Risk Priority Number**

No	Sub System	Parts	Failur Mode	S	O	D	RPN
1		<i>Impeller</i>	Adanya kebocoran fluida	4	10	1	40
2	<i>Torque Coverter</i>	<i>Stator</i>	Stator Macet/tidak berputar dan everheating	7	10	1	70
3		<i>Turbine</i>	Kopling torque slip	5	10	1	50
4		<i>Ring Gear</i>	Gigi aus	4	8	2	64
5		<i>Sun Gear</i>	Gigi bagian luar aus dan peghubung poros aus	4	8	2	64
6		<i>Planetary carier</i>	Aus	4	8	2	64
7	<i>Planetary Gear Unit</i>	<i>Planetary Pinions</i>	Komponen mulai Aus	4	8	2	64
8		<i>Drum</i>	Koponen aus	5	6	2	60
9		<i>Clutch Pack</i>	Clutch terkelupas, aus atau habis	10	9	4	360
10		<i>Clutch Piston</i>	Komponen aus	6	7	1	42
11		<i>Seal Piston</i>	Seal getas atau bocor	9	10	5	450
12		<i>Brake Band</i>	Brake band mulai aus	7	6	2	84
13		<i>One way clutch</i>	Komponen mulai aus	7	7	2	92
14		<i>TCU</i>	Sistem error	9	9	4	324
14		<i>Oil Pump</i>	Komponen mulai aus	7	6	3	126
16	<i>Hydrolic Control Unit</i>	<i>Body Valve</i>	Terjadi kemacetan atau mampet pada saluran hydrolic	7	9	3	189
17		<i>Solenoid Valve</i>	Katup solenoid sebagian atau seluruhnya rusak	9	9	4	324

### 3.2 Kerusakan Komponen berdasar Logic Tree Analysis (LTA)

Berdasar pada *Logical Tree Analysis* (LTA), dapat ditentukan dari beberapa kegagalan-kegagalan yang terjadi pada transmisi otomatis. Pengkatagorian kerusakan komponen tersebut dilakukan berdasarkan pertimbangan sebagai berikut :

- Jenis Kerusakan Tipe A (*Safety Problem*) pada bagian ini kerusakan komponen bisa terjadi dan bisa membahayakan tingkat keselamatan di lingkungannya seperti pengemudi atau operator.
- Jenis Kerusakan Tipe B (*Outage Problem*) yaitu kerusakan terjadi yang berakibatkan pada kegagalan semua sistem atau sebagian transmisi. Berikut termasuk dalam kategori part transmisi otomatis :
  - *Clutch Pack/Multiple Clutch*
  - *Seal Piston*
  - *Solenoid Valve*
  - *Planetary gear set*
  - *Torque Converter*
  - *Brakeband*

- *One way clutch*
- *TCU*
- *Oil pump*
- *Body Valve*
- *Solenoid Valve*

- Jenis kerusakan tipe C (*Economic Problem*) adalah bagian atau komponen yang tidak bisa berpengaruh pada kegagalan sistem transmisi namun bisa menyebabkan kerugian bagi pemiliknya karena fungsi dari komponen yang berkurang.
- Jenis Kerusakan tipe D (*Hidden Failure*) adalah kerusakan yang terjadi akibat tidak terdeteksi oleh pengemudi.

Dalam penentuan strategi perawatan atau pemeliharaan bisa dengan cara mengelompokkan terlebih dahulu strateginya berdasar pada nilai dari RPN. RPN tersebut dinilai dari angka 1 sampai 1000. Dimaksudkan jika nilai RPNnya tinggi maka tingkat resikonya juga tinggi. Begitupun juga dengan sebaliknya. Penentuan kriteria RPN dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini. Pada tabel tersebut menunjukkan terdapat nilai RPN >300, sehingga teknik pemeliharaan Prediktif menjadi pilihan yang

sesuai untuk 3 (tiga) part transmisi *matic*, sedangkan komponen lainnya termasuk dalam pemeliharaan preventif ( $200 < RPN < 300$ ) dan sebagian lagi masuk dalam pemeliharaan korektif ( $RPN < 200$ ) seperti ditunjukkan pada tabel berikut gambar dibawah.

Nilai RPN tertinggi terdapat pada 3 (tiga) komponen yaitu pada sub sistem *Planetary Gear Unit* dengan komponen *Culth Pack* ( $RPN=360$ ), seal piston ( $RPN=450$ ) dan pada *Sub system Hydraulic Control Unit* dengan komponen atau part *Solenoid Valve* ( $RPN = 324$ ).

Kerusakan yang terjadi pada komponen *Clutch Pack* atau lebih dikenal dengan plat kopling otomatis sebagian atau seluruhnya disebabkan karena keausan atau habisnya plat gesek pada kopling yang diakibatkan karena usia pakai atau karena adanya kegagalan fungsi dari komponen lainnya seperti kurangnya tekanan hidrolik yang mengakibatkan pelat penekan kurang sempurna dalam menekan plat kopling yang mengakibatkan lebih slip sehingga keausan atau terkikisnya pelat kopling terjadilebih cepat, keausan pada plat kopling mengakibatkan kendaraan kurang bertenaga atau untuk kondisi parahnya kendaraan tidak bisa maju atau mundur sama sekali.

Kerusakan yang terjadi pada komponen Seal Piston terjadi akibat dari karet seal yang digunakan sudah keras atau bahkan getas yang mengakibatkan bocornya tekanan hidrolik yang digunakan untuk menekan pelat penekan pada kopling, hal ini mengakibatkan transmisi otomatis kehilangan kompresi yang menyebabkan kendaraan tidak bisa bergerak maju ataupun mundur, pada kondisi yang belum terlalu parah untuk transmisi otomatis yang seal maticnya sudah aus maka ketika pagi hari kendaraan tidak bisa langsung jalan pada saat tuas transmisi pada posisi D (*Drive*) karena *seal matic* masih belum mengembang, tetapi sesudah dipanaskan secara perlahan kendaraan bisa dijaankan secara normal.

Kerusakan pada Sub sistem *Hydraulic Control Unit* khususnya pada komponen atau part *Solenoid Valve* dapat mengakibatkan transmisi tidak dapat beroperasi sebagian atau seluruhnya, karena komponen ini yang bertugas mengatur atau mengarahkan tekanan hidrolik dari Minyak Transmisi ke bagian yang membutuhkan tekanan sesuai dari perintah atau sinyal yang dikirimkan oleh TCM.

**Tabel 5. Pemilihan Kriteria Untuk Strategi Pemeliharaan**

Rank	Teknik Pemeliharaan	Kriteria
1	Pemeliharaan Prediktif	$RPN > 300$
2	Pemeliharaan Preventif	$200 < RPN < 300$
3	Pemeliharaan Korektif	$RPN < 200$

#### 4. Kesimpulan

Analisa kerusakan transmisi otomatis konvensional dalam hal ini mengambil contoh pada transmisi otomatis nissan serena C24 dapat dilakukan dengan metode FMAE dan LTA.

Dengan metode FMAE ditemukan Komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi terdapat pada 3 (tiga) komponen yaitu pada sub sistem *Planetary Gear Unit* dengan komponen *Culth Pack* ( $RPN=360$ ), *seal piston* ( $RPN=450$ ) dan pada *Sub system Hydraulic Control Unit* dengan komponen atau part *Solenoid Valve* ( $RPN = 324$ ) pada komponen inilah seringkali ditemukan masalah setelah penggunaan kendaraan dengan usia pakai diatas 15 tahun atau diatas 100.000 Kilometer.

Strategi pemeliharaan dikategorikan menjadi tiga yaitu pemeliharaan prediktif dimana nilai *Risk Priority Number* lebih besar dari 300 ( $RPN > 300$ ), pemeliharaan preventif yaitu nilai *Risk Priority Number* lebih besar dari 200 tapi lebih kecil dari 300 ( $200 > RPN < 300$ ) dan pemeliharaan korektif dimana nilai *Risk Priority Number* lebih kecil dari 200 ( $RPN < 200$ ). Pemeliharaan yang sesuai untuk transmisi otomatis berdasarkan hasil penelitian ini meliputi pemeliharaan prediktif, pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif tergantung dari nilai RPN pada masing-masing part transmisi otomatis.

Berdasarkan metode LTA yang membagi kategori kerusakan komponen menjadi empat yaitu Kategori *Safety Problem*, *Outage Problem*, *Economic Problem* dan *hidden Failure* menunjukkan bahwa hampir semua part atau komponen pada sub sistem pada transmisi otomatis masuk kedalam kategori *Outage Problem*, dimana komponen-komponen tersebut mengakibatkan kegagalan pada seluruh atau sebagian sistem transmisi otomatis. Diluar komponen transmisi otomatis yang diteliti sebenarnya masih banyak part atau komponen lainnya yang menyusun sebuah transmisi otomatis secara utuh, tetapi yang diangkat oleh peneliti adalah komponen – komponen yang seringkali menimbulkan gagal fungsi untuk pengoperasian



transmisi otomatis yang diakibatkan karena faktor usia pakai ataupun karena faktor lainnya.

#### Daftar Pustaka

- [1] moladin.com, “Sejarah Nissan Serena Di Indonesia Dari Masa Ke Masa,” *moladin.com*, 2021. [Online]. Available: <https://moladin.com/blog/sejarah-nissan-serena-di-indonesia/>. [Accessed: 24-May-2022].
- [2] B. Mashadi and D. Crolla, *Vehicle powertrain system*, 1st ed. Iran, UK: A John Wiley & Sons, Ltd, 2012.
- [3] S. J. Purnomo, “Transmisi otomatis??? apakah itu???” *J. Untidar*, vol. 33, no. Automatic Transmission, p. 14, 2010.
- [4] Nissan Motor Distributor Indonesia, “Kenali tanda kerusakan transmisi pada mobil matic,” *Nissan Motor Distributor Indonesia*, 2021. [Online]. Available: <https://nissan.co.id/artikel/artikel-afs/kenali-tanda-kerusakan-transmisi-pada-mobil-matic.html>. [Accessed: 05-Apr-2022].
- [5] A. Permadi, “Sistem diagnosa kerusakan sistem transmisi otomatis mobil honda jazz dengan metode case based reasoning berbasis android pada PT . Honda Pasific Motor kediri,” pp. 1–11, 2019.
- [6] H. I. and T. I. Yoshio Shindo, “A fundamental consideration on shift mechanism of Automatic Transmission,” *SAE Trans.*, vol. 88, 1979.
- [7] R. Dwi and I. N. Sutantra, “Analisis Perbandingan dan Studi Eksperimen Karakteristik Traksi Transmisi Manual dengan Transmisi Otomatis pada Mobil Suzuki All New,” vol. 8, no. 1, 2019.
- [8] F. N. Hadi, “Analisa dan studi eksperimen performa toyota agya yang menggunakan transmisi manual dengan toyota agya yang menggunakan transmisi otomatis,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2016.
- [9] N. Susanto, R. Purwaningsih, and I. A. Baharullah, “Analisis pengaruh transmisi mobil manual dan otomatis terhadap tingkat kesulitan yang dihadapi pengemudi pemula,” *J. Tek. Ind.*, vol. 12, no. 3, pp. 197–204, 2017.
- [10] R. K. Mobley, L. R. Higgins, and D. J. Wikoff, *Maintenance engineering handbook*. Newyork: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- [11] B. Puthillath and R. Sasikumar, “Selection of Maintenance Strategy Using Failure Mode Effect and Criticality Analysis,” vol. 1, no. 6, pp. 73–79, 2008.
- [12] D. Y. hafidh Munawir, “Analisa penyebab kerusakan mesin sizing baba sangyo kikai dengan metode FMAE dan LTA,” *Semin. Nas. IENACO*, pp. 296–302, 2014.
- [13] M. A. Morris, “Failure Mode and Effects Analysis based on FMEA 4 th Edition,” 2011.
- [14] Dyadem Press, *Guidelines for Failure Mode and Effects Analysis for Automotive , Aerospace and General Manufacturing Industries*, 1st ed. CRC Press LLC, 2003.
- [15] D. I. Situngkir, G. Gultom, and D. R. S. Tambunan, “Pengaplikasian FMEA untuk Mendukung Pemilihan Strategi Pemeliharaan pada Paper Machine,” vol. V, no. 2, pp. 39–43, 2019.
- [16] A. D. O. D. I. A. Center, “Failure Mode , Effects and Criticality Analysis,” 1993.
- [17] N. Architecture, V. Hoek, and P. Education, “An integrated lean approach to Process Failure Mode and Effect Analysis ( PFMEA ): A case study from automotive industry,” vol. 139, no. 4, pp. 11–13, 2016.
- [18] D. M. Sumarta, I. W. Suweca, and R. Setiawan, “Penerapan metode failure mode , effect and criticality analysis ( FMECA ) pada rem mekanik sub komponen alat angkut konveyor rel,” pp. 1–4.
- [19] J. Pranoto, N. Matondang, and I. Siregar, “Implementasi studi preventive maintenance fasilitas produksi dengan metode reliability centered maintenance pada pt.xyz,” vol. 1, no. 3, pp. 18–24, 2013.
- [20] M. . Risindyo, Kusumaningrum, and Y. Heliyanti, “Analisis kebijakan perawatan mesin cincinnati dengan menggunakan metode reliability centered maintenance di pt. Dirgantara Indonesia,” vol. 03, no. 1, pp. 400–410, 2015.
- [21] W. Hayes, J. Cohen, and R. Ferguson, “Risk Priority Number : A Method for Defect Report Analysis,” no. October, 2014.