

Peningkatan Performansi Motor dan Analisis Kegagalan *Sparepart Racing* Pada Proses Perakitan Menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Zulkani Sinaga¹, Achmad Muhazir^{*2}, M. Habib Hael G.³

^{1,2,3} Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Indonesia

e-mail: ²zulkani.sinaga@dsn.ubharajaya.ac.id, ^{*2}achmad.muhazir@ubharajaya.ac.id, ³rafifahbunga@gmail.com

Abstrak

Bengkel STR adalah Perusahaan yang bergerak di bidang Manufacture Otomotif. Kegiatan Produksi yaitu modifikasi mesin motor untuk menaikkan performansinya dengan modifikasi menggunakan Sparepart Racing. Pada proses produksi yang dilakukan mengalami kegagalan pada komponen itu sendiri. Sehingga perlu dilakukannya penelitian untuk mengukur nilai dari kerusakan pada mesin itu sendiri dengan menggunakan metode FMEA Berdasarkan hasil penelitian ada 4 macam kerusakan sebuah komponen pada mesin tersebut diantaranya payung klep Patah, seher bolong, per klep patah dan boring liner pecah. Dari beberapa faktor yang didapatkan dengan menggunakan metode FMEA pada Nilai pembobotan Severity 7, Occurance 6 dan Detection 3 serta didapat nilai RPN 126 pada piston, menyebabkan modifikasi mesin mengalami kegagalan saat proses perakitan. Adapun pengukuran performa mesin motor menggunakan alat dyno test mendapatkan hasil setelah dilakukannya perubahan modifikasi motor vario 150 cc dengan ukuran diameter seher standar 57,3 mm berubah menjadi 60 mm serta perubahan kompresi yang awalnya 10,6 :1 berubah menjadi 11,3 :1 dengan nilai horsepower 9,7 dengan 8500 RPM berubah menjadi 19.0 pada 11000 RPM.

Kata Kunci: Performa, Defect. Mesin Motor, FMEA.

Abstract

STR Workshop is a company engaged in the automotive manufacturing sector. The production activities involve modifying motorcycle engines to enhance their performance using racing spare parts. However, during the production process, failures were encountered with the components themselves. Therefore, it is necessary to conduct research to assess the extent of damage to the engine using the FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) method. Based on the research findings, there are four types of component failures in the engine, including broken valve springs, hollow pistons, broken valve springs, and cracked liner bores. Using the FMEA method, several factors were identified, resulting in a Severity rating of 7, Occurrence rating of 6, and Detection rating of 3, leading to a Risk Priority Number (RPN) of 126 for the piston. This indicates that the engine modification experienced failures during the assembly process. Furthermore, the measurement of motorcycle engine performance using a dynamometer showed that after modifications were made to the Vario 150 cc motorcycle—where the standard piston diameter increased from 57.3 mm to 60 mm, and the compression ratio changed from 10.6:1 to 11.3:1—the horsepower increased from 9.7 at 8500 RPM to 19.0 at 11000 RPM.

Keywords: Performance, Defect, Motorcycle Engine, FMEA.

1. PENDAHULUAN

Dalam era industri otomotif yang terus berkembang, peningkatan performa mesin sepeda motor menjadi salah satu fokus utama bagi produsen dan modifikator. Bengkel STR, sebagai perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur otomotif, berkomitmen untuk memodifikasi mesin motor dengan menggunakan spare part racing guna meningkatkan kinerja mesin [1],[2]. Meskipun upaya ini bertujuan untuk menghasilkan performa yang lebih baik, seringkali ditemui masalah dalam proses produksi, khususnya pada kegagalan komponen. Menurut Johnson [3], kegagalan komponen mesin dapat berdampak signifikan terhadap keseluruhan kinerja motor.

Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis menyeluruh terhadap penyebab kegagalan tersebut. Metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) telah terbukti efektif dalam mengidentifikasi dan menganalisis potensi kegagalan dalam sistem dan proses produksi [4]. Berdasarkan hasil FMEA, dari nilai Risk Priority Number (RPN) yang diperoleh dapat menunjukkan tingkat risiko yang tinggi dalam proses perakitan [5]. FMEA, dapat mengevaluasi keparahan, kemungkinan terjadinya, dan kemampuan mendeteksi kegagalan, sehingga dapat merumuskan langkah-langkah perbaikan yang diperlukan [6]. Pada penelitian ini, modifikasi akan dilakukan pada jenis motor berikut:

Tabel 1 Spesifikasi Motor Standar 150cc

Type Mesin	4 Langkah SOHC, dengan pendingin fluida
Diameter x Langkah	57,3 mm x 57,9 mm
Type Transmisi	Otomatis, V-matic
Rasio Kompresi	10,6 : 1
Daya Maksimum	9,7 kW (13,1 Ps)/8.500 rpm
Torsi Maksimum	13 N.m (1,37 Kgf. m)/5.000 rpm

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa spesifikasi motor tipe 150 cc yang berstandar pabrikan yang nantinya akan diubah penggunaan sparepart khususnya pada bagian mesin, untuk mendapatkan performa pada mesin yang optimal (daya dan torsi) dilakukan perubahan-perubahan pada pengaturan standar mesin, perubahn pada suku cadang atau sparepart motor pada bagian mesin (*engine*) [7].Supaya mesin motor tidak gampang *troble* pada saat menggunakan setelah memodifikasi, penggunaan dan pemilihan *sparepart* menjadi salah satu pertimbangan dan bahan kajian mekanik dengan konsumen, sparepart racing inilah yang menjadi salah satu pilihan mekanik dan konsumen untuk menjadikan sebuah hasil performa maksimal yang diinginkan sesuai kebutuhan konsumen [7].

Tabel 2 Data Kegagalan Priode Juli-Desember 2023

Kegagalan Pada Proses Perakitan Mesin Motor

No	Komponen	Jul	Agus	Sept	Okt	Nov	Des	Total
1	Payung Klep Bengkok	4	1	3	2	2	4	16
2	Piston Bolonf	3	1	2	4	3	2	15
3	Per Klep Patah	2	0	0	1	0	2	5
4	Boring Liner Pecah	2	0	1	0	0	1	4
	Total	11	2	6	7	5	9	40

Berdasarkan table 2 penelitian difokuskan untuk menemukan faktor paling dominan agar motor tidak gampang *trouble* maupun kegagalan saat proses maupun setelah proses [4].

2. METODE PENELITIAN

1. Jenis penelitian

Jenis penelitian ini yang dilakukan adalah untuk mengidentifikasi kegagalan serta sebab akibat dengan penggunaannya sparepart racing dalam performa mesin motor, penelitian ini bersifat deskriptif yaitu penelitian memberikan penjelasan secara objektif, komparasi serta evaluasi sebagai bahan keputusan [8].

2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam mendapatkan guna penyusunan penelitian ini, maka metode pengumpulan data yang digunakan adalah:

a. Data Primer

Merupakan metode dengan mengadakan pengamatan serta langsung pada objek yang diteliti. Yaitu melakukan pengamatan langsung mengenai penggunaan sparepart racing dan perubahan pada part motor dan melakukan wawancara terhadap sejumlah individu yang akan diwawancarai, Dalam hal ini penulis melakukan wawancara dengan mekanik dan juga customer [9].

b. Data Sekunder

Merupakan metode pencarian data yang bersumber dari buku-buku, jurnal, literatur maupun dari bengkel [10].

3. Teknik Pengolahan Data

Dalam penelitian ini adapun pengolahan data yang dilakukan dengan metode *Failure Mode and Effects analysis* (FMEA), yaitu :

1. Menentukan nilai *Severity* (S).

Melakukan penilaian *Severity* (S) tingkat keparahan berdasarkan nilai kepengaruhannya kegagalan produk.

2. Menentukan nilai *Occurance* (O).

Melakukan penilaian tingkat kejadian/kegagalan yang terjadi saat proses.

3. Menentukan nilai *Detection* (D).

Dengan adanya system pengendalian dilakukan pencatatan terhadap produk ataupun jumlah kegagalan yang terjadi [11].

4. Mengidentifikasi penyebab kegagalan sebuah proses.

5. Menentukan rating terhadap *Severity*, *Occurance*, *Detection* dan RPN dalam sebuah proses.

4. Analisis Data

Pada tahap ini berisikan hasil pengolahan data dengan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Hasil analisis dari metode FMEA adalah untuk mengetahui penyebab kegagalan potensial dan pengaruhnya pada system. Dengan membuat table FMEA yang berfungsi untuk memberikan pembobotan pada nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* berdasarkan potensi efek kegagalan, penyebab kegagalan dan proses control untuk menghasilkan nilai RPN, dilanjutkan dengan saran perbaikan yang dilakukan agar kegagalan tidak terjadi lagi dimasa mendatang [12]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Regulasi

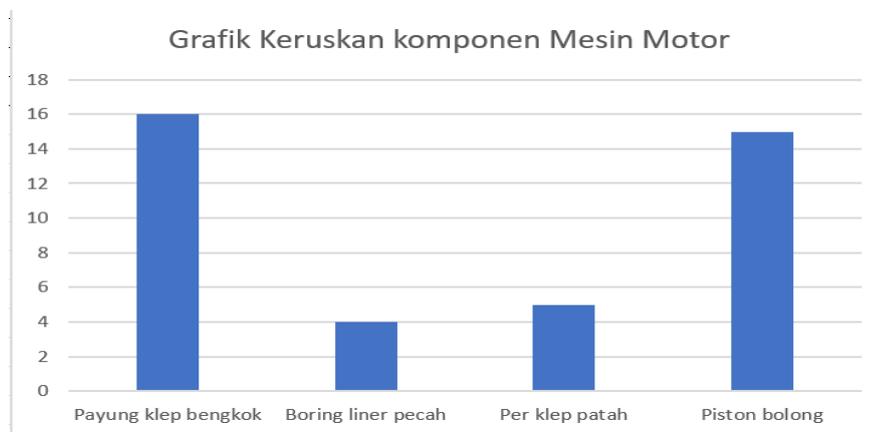
Berdasarkan table di di bawah ini merupakan sebuah rangkaian regulasi dan spesifikasi untuk menjadikan sebuah modifikasi kendaraan bermotor dan perubahan. Setiap modifikasi harus

mengikuti ketentuan bahwasannya bengkel dan customer dalam merubah dan modifikasi masih dalam aturan dan kapasitas yang telah di tentukan.

Tabel 3 Regulasi modifikasi motor

KELAS	JENIS MOTOR	KAPASITAS MESIN	BERAT MINIMUM
1	FFA	350 cc	125 kg
2	MATIC	200 cc	115 kg
3	MATIC	155 cc	115 kg
4	SPORT STD	155 cc	155 kg
5	SLEEP ENGINE 4 TAK	200 cc	155 kg
6	SLEEP ENGINE 4 TAK	155 cc	155 kg
7	2 TAK	155 cc	155 kg
8	NON MATIC	300 cc	125 kg

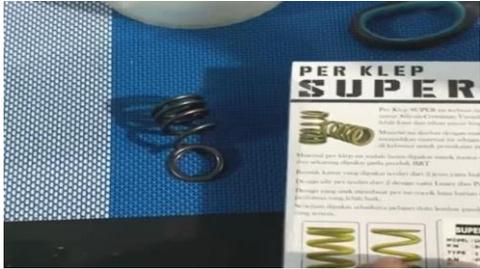
Berdasarkan tinjauan dilapangan dan data yang diperoleh dari masing-masing departemen jenis kerusakan mesin, faktor yang mengakibatkan kegagalan dalam mesin dari segi perhitungan dan juga penggunaan sparepart atau komponen, sebagai berikut:



Gambar 2 Jenis kerusakan dan jumlah

Mode kerusakan-kerusakan yang mengakibatkan kegagalan fungsi pada mesin motor memiliki penyebab masing-masing dapat dilihat dari gambar komponen atau sparepart yang mengalami kerusakan pada mesin motor berikut ini:

Tabel 3 Mode Kerusakan Mesin Motor

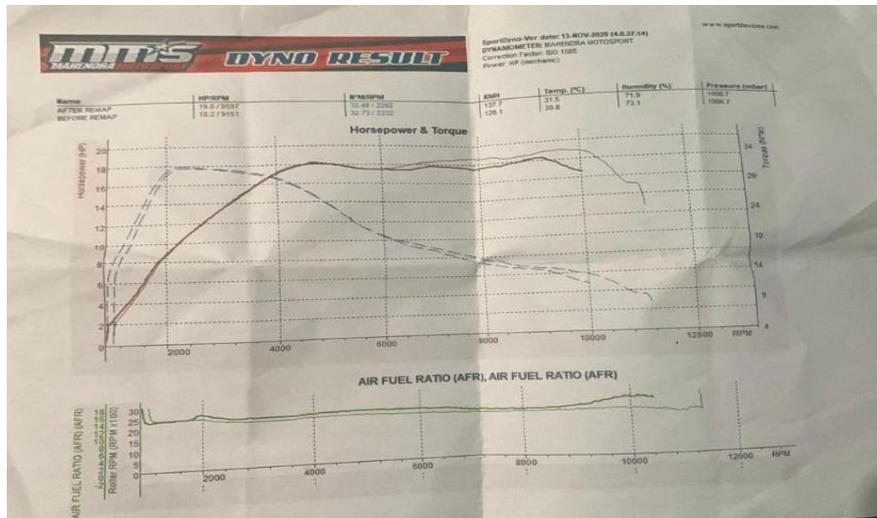
No	Jenis kerusakan	Gambar
1	Payung Klep bengkok	
2	Piston bolong	
3	Per Klep Patah	
4	Boringan Liner Pecah	

Data kegagalan setelah dilakukannya modifikasi dan perubahan sparepart dengan sparepart racing pada komponen mesin motor dapat dilihat pada tabel 2.

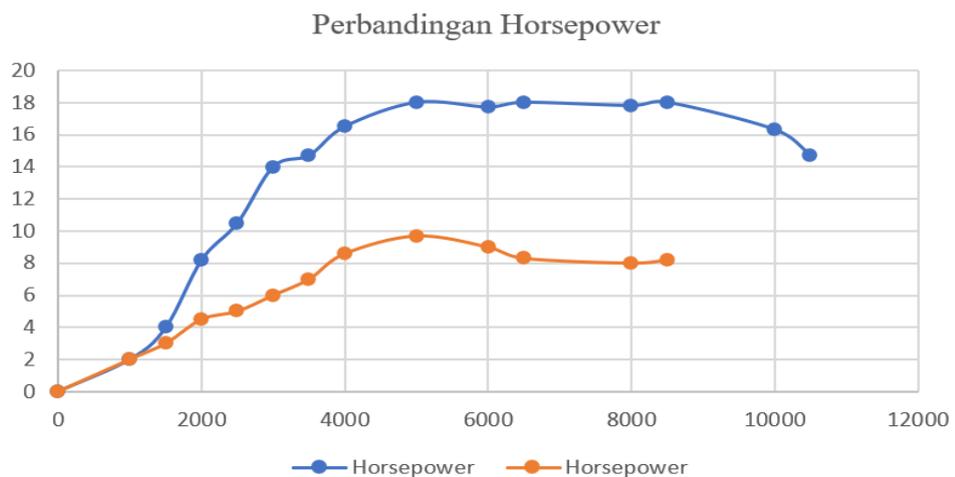
Pengolahan Data

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk melakukan analisis terhadap performa dari mesin motor setelah dilakukan pemasangan spare part racing, dianalisis dengan menggunakan alat

dynotest serta mengidentifikasi kegagalan dengan menggunakan metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA).



Gambar 3 Hasil uji performansi dyno test motor setelah modifikasi



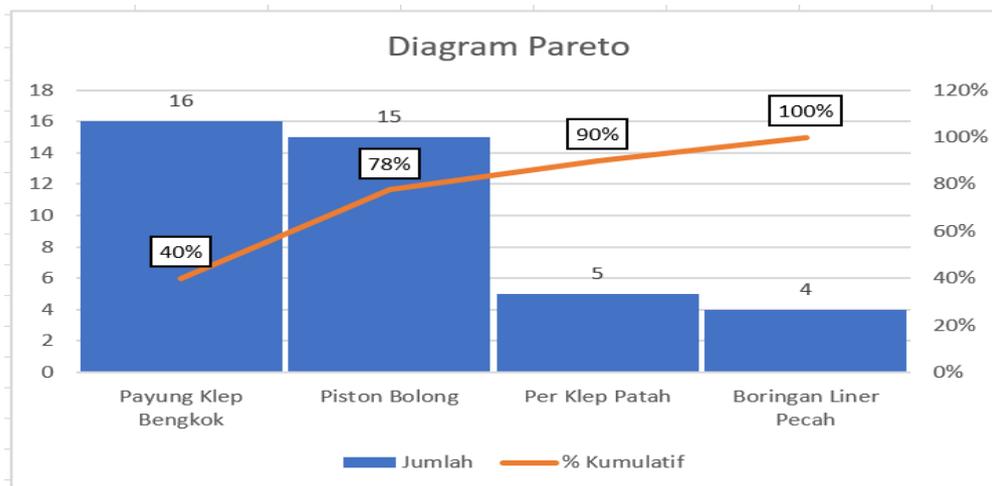
Gambar 4 Gambar Hasil Perbandingan Hosepower sebelum dan setelah modifikasi

Dari hasil modifikasi dan perubahan dengan penggunaan sparepart racing komponen yang telah diubah yaitu diameter seher yang awalnya 57,3 mm menjadi 60 mm, serta perubahan noken as menggunakan yang racing serta meningkatkan kompresi yang awalnya 10,6 : 1 menjadi 11,3 : 1 lebih tinggi dari kompresi awalnya nya.

Dari table di atas bisa di tentukan dengan perbandingan yang didapatkannya nilai horsepower mesin standar vario 150 dengan 8500 RPM mendapatkan 9,7 Horsepower dan setelah di lakukan modifikasi dan perubahan dengan menggunakan sparepart racing dan mendapatkan 11000 RPM dan 19.0 Horsepower.

Dari table 2 diatas bahwa jenis-jenis produk kegagalan dalam sebuah proses penggunaan sparepart racing dalam memodifikasi mesin kendaraan yaitu, Payung klep bengkok, piston bolong, per klep patah dan boringan liner pecah serta produk cacat yang paling banyak yaitu terjadi pada bulan juli dengan presentase 27.5% sedangkan kegagalan yang sangat dominan adalah payung klep bengkok dengan jumlah 16.

Selanjutnya menentukan prioritas kegagalan dalam penelitian ini dengan menggunakan data diagram pareto yang berfungsi sebagai mengukur nilai cacat pada proses modifikasi dengan menggunakan sparepart racing. Jenis kegagalan diurutkan dari jumlah kegagalan pada sparepart mesin dari yang terbesar sampai terkecil sehingga dapat diketahui prioritas jenis kegagalan dalam sparepart pada mesin motor yang akan dianalisa dan diperbaiki.



Gambar 5 Diagram Pareto untuk fata kegagalan spare part

Jenis kegagalan diurutkan dari jumlah terbesar sampai jumlah yang terkecil sehingga dapat di ketahuinya prioritas jenis defect yang akan dianalisa dan di diperbaiki.

Brainstroming

Perlu diadakannya brainstorming dengan mekanik yang terlibat dan bekerja langsung dalam proses perubahan modifikasi motor terutama pada bagian sparepart yang mengalami defect.

Tabel 4 Hasil brainstorming penyebab kegagalan spare part

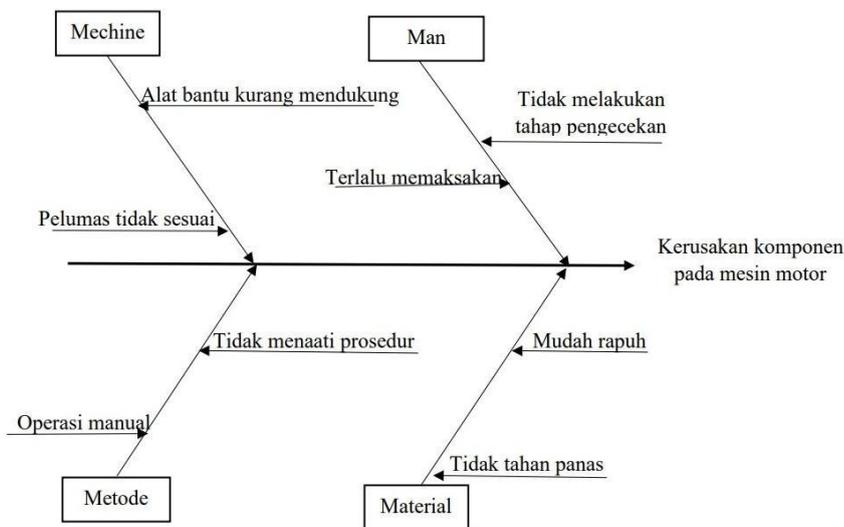
No	Jenis Kerugian	Faktor	Akar Permasalahan	Tim <i>Brainstroming</i>					Score	%
				1	2	3	4	5		
1	Kegagalan komponen pada mesin motor	<i>Man</i>	Terlalu berani mengambil resiko	5	4	4	5	4	22	42%
		<i>Machine</i>	Alat-alat yang sudah tua	4	4	4	5	3	20	38%
		<i>Method</i>	Tidak melakukan pengecekan berkala	1	1	1	2	1	6	11%
		<i>Material</i>	- Oli terlalu encer - Sparepart sangat ringkih	1	1	1	1	1	5	9%
Jumlah									53	100%

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa faktor yang menjadi penyebab timbulnya jenis kegagalan komponen pada mesin motor melalui tinjauan langsung dan wawancara dengan 5 pihak yang berhubungan langsung dengan kegiatan perubahan modifikasi pada bagian mesin motor, akar

penyebab timbulnya jenis kegagalan pada komponen mesin motor adalah terlalu berani mengambil resiko dan alat-alat yang sudah tua dan kurang memadai dengan total nilai presentase 80%.

Menganalisa menggunakan sebab-Akibat (Fishbone)

dari itu diagram sebab-akibat digunakan untuk sebuah alat agar mempermudah pencarian dari sumber permasalahan tersebut. Akar dari sebuah permasalahan ini dapat ditinjau dari beberapa macam faktor diantaranya, faktor manusia (man), faktor metode (methode), faktor mesin (mechine), dan bahan baku (material).



Gambar 6 Fishbone Defect Kegagalan Pada Mesin Motor

Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Selanjutnya dilakukannya proses pencacatan berupa tabel Failure Mode Effect Analysis (FMEA) yang berfungsi sebagai memberikan bobot pada nilai *Severity*, *Occurance* dan *Detection* berdasarkan potensi pada efek kegagalan penyebab proses control saat ini dengan menghasilkan nilai Risk Priority Number (RPN) sesuai dengan deffect yang terjadi di lapangan. Untuk mengetahui keseriusan dari potensial kegagalan dalam nilai RPN yang di dapatkan dari hasil S x O x D (*Severity*, *Occurance* *Detection*).

Setelah menemukan nilai RPN yaitu mengurutkan nilai RPN dari nilai yang terbesar sampai dengan nilai RPN yang terkecil untuk memberikan usulan perbaikan. Analisa selanjutnya untuk usulan perbaikan menggunakan 5 W + 1H.

Tabel 5 Pembobotan Nilai Severity

No	Key Proses Input (Indikator)	Mode Potensi Kegagalan (Potential Failure Mode)	Standar	Proses	Akibat Potensial Kegagalan	Nilai Severity (Keparahan)
1	Mekanik dan asisten mekanik	Pembebanan dan kurang teliti	Sesuai Kebutuhan yang diinginkan	Perakitan	Salah perhitungan dan pengukuran	4
2	Alat pendukung seperti mesin	Mesin terlalu tua dan tidak stabil	Dibutuhkannya mesin baru	Perubahan	Sparepart menjadi tidak presisi	6
No	Key Proses Input (Indikator)	Mode Potensi Kegagalan (Potential Failure Mode)	Standar	Proses	Akibat Potensial Kegagalan	Nilai Severity (Keparahan)
3	Bahan material sparepart	Kualitas nya kurang bagus	Dibutuhkan yang berkuliatas& kuat	Perakitan	Sparepart mudah rusak	4
4	Piston	Terlalu besar kompresi	Tidak lebih dari 13,0 : 1	Perakitan	Piston mudah hancur berpotensi menjadi rusak	7
5	Payung klep	Timing chain / Rantai kamrat	Sesuai kebutuhan di ukur otomatis	Perakitan	Terjadi bengkok pada klep	7
6	Per klep	Floating	Yang cukup keras	Perakitan	Per klep mudah patah	7
7	Cylinder liner	Ketebalan liner sangat tipis	Dibutuhkannya sisa liner yang tebal	Perakitan	Cylinder liner rawan pecah	4

Tabel 6 Pembobotan Nilai Occurance

No	Key Proses Input (Indikator)	Mode Potensi Kegagalan (Potential Failure Mode)	Standar	Proses	Akibat Potensial Kegagalan	Nilai Occurance (Kejadian)
1	Mekanik dan asisten mekanik	Pembebanan dan kurang teliti	Sesuai Kebutuhan yang diinginkan	Perakitan	Hasil perhitungan tidak pas	5
2	Alat pendukung seperti mesin	Mesin terlalu tua dan tidak stabil	Dibutuhkannya mesin baru	Perubahan	Hasil menjadi tidak konsisten	5
3	Bahan material sparepart	Kualitas nya kurang bagus	Dibutuhkan yang berkuliatas& kuat	Perakitan	Sparepart mudah rapuh	4
4	Piston	Terlalu besar kompresi	Tidak lebih dari 13,0 : 1	Perakitan	Piston menjadi bolong	6
5	Payung klep	Timing chain / Rantai kamrat	Sesuai kebutuhan di ukur otomatis	Perakitan	Setelan Timing chain tidak normla	5
6	Per klep	Floating	Yang cukup keras	Perakitan	Daya pegas kurang	4
7	Cylinder liner	Ketebalan liner sangat tipis	Dibutuhkannya cylinder liner yang tebal	Perakitan	Tidak kuat menahan gesekan	4

Tabel 7 Pembobotan Nilai Detection

No	Key Proses Input (Indikator)	Mode Potensi Kegagalan (Potential Failure Mode)	Standar	Proses	Potensi Pencegahan	Nilai Detection (Deteksi)
1	Mekanik dan asisten mekanik (Man Power)	Pembebanan dan kurang teliti	Sesuai Kebutuhan yang diinginkan	Perakitan	Mekanik lebih teliti dengan apa yang telah menjadi tanggung jawabnya	3
2	Alat pendukung seperti mesin bubut	Mesin terlalu tua dan tidak stabil	Dibutuhkannya mesin baru	Perubahan	Dibutuhkan mesin bubut yang baru	2
3	Bahan material sparepart	Kualitas nya kurang bagus	Dibutuhkan yang berkualitas serta kuat	Perakitan	Pemilihan penggunaan sparepart sangat di perhitungkan	5
4	Piston	Terlalu besar kompresi	Tidak lebih dari 13,0 : 1	Perakitan	Bahan bakar yang digunakan harus memiliki oktan yang tinggi	3
5	Payung klep	Timing chain / Rantai kamrat	Sesuai kebutuhan di ukur otomatis	Perakitan	Melakukan cek up secara berkala	3
6	Per klep	Floating	Yang cukup keras	Perakitan	Memeriksa per klep yang sesuai kebutuhan	2
7	Cylinder liner	Ketebalan liner sangat tipis	Dibutuhkannya cylinder liner yang tebal	Perakitan	Diperhatikannya Kebutuhan ketebalan cylinder liner	2

Risk Priority Number (RPN)

Berikut ini adalah table dari Risk Priority Number dari sebuah hasil yang ditemukan pada nilai severity, occurrence dan detection, selanjutnya dari hasil yang telah dilakukan penghitungan nilai dari RPN pada kasus kegagalan pada komponen mesin motor dengan berdasarkan pengukuran nilai dari RPN tertinggi sampai terendah.

Tabel 7 Perhitungan Nilai Risk Priority Number Kegagalan Mesin Motor

No	Key Proses input (indicator)	Proses	S x O x D	RPN
1	Mekanik dan asisten mekanik	Perakitan	4 x 5 x 3	60
2	Alat Pendukung seperti mesin bubut	Perubahan	6 x 5 x 2	60
3	Bahan material sparepart	Perakitan	4 x 4 x 5	80
4	Piston	Perakitan	7 x 6 x 3	126
5	Payung klep	Perakitan	7 x 5 x 3	105
6	Per klep	Perakitan	7 x 4 x 2	56
7	Cylinder liner	Perakitan	4 x 4 x 2	32

Hasil dari perhitungan nilai RPN terdapat 7 faktor yang sudah di temukan yaitu dari severity, occurrence dan detection Tujuan dari nilai sebuah RPN tersebut adalah untuk mengukur seberapa besar resiko dari mode kegagalan tersebut, dan untuk menentukan skala prioritas perbaikan yang harus dilakukan terlebih dahulu dari table di atas nilai RPN yang tertinggi yaitu Piston terdapat nilai severity 7, occurrence 6 dan detection 3, jadi $7 \times 6 \times 3 = 126$, dan nilai terendah adalah Cylinder liner dengan nilai $4 \times 4 \times 4 = 64$ hal ini dapat dilihat dalam sebuah kegagalan perubahan dan perakitan dapat disimpulkan bahwa piston adalah penyebab utama dari kegagalan dalam perubahan dan perakitan pada modifikasi motor

Usulan perbaikan

Berdasarkan Analisa 5 W + 1 H untuk ulasan perbaikan kegagalan pada komponen mesin motor adalah dilakukannya pembongkaran ulang dan pergantian pada sparepart yang mengalami kerusakan agar mesin menjadi normal dan performa motor maksimal dengan adanya perhitungan ulang dalam menerapkannya terhadap mekanik dan asisten mekanik itu sendiri.

Tabel 7 Analisis Defect Kegagalan Mesin Motor Berdasarkan 5W + 1H

	What	Why	When	Where	Who	How
Faktor penyebab	Apa rencana perbaikan?	Kenapa perlu dilakukan perbaikan	Kapan perbaikan tersebut dilakukan?	Dimana perbaikan tersebut dilakukan	Siapa yang menjadi faktor dalam perbaikan	Bagaimana cara melakukan perbaikan tersebut?
Mesin pada motor mengalami trobel	Melakukan pembongkaran ulang dan pergantian pada komponen	Untuk memaksimalkan bekerja mesin motor	Perbaikan dilakukan waktu komponen sparepart sudah ready	Di area bengkel itu sendiri	Mekanik dan asisten mekanik yang memiliki pengalaman	Mekanik melakukan pemasangan komponen mesin dan perhitungan yang sangat matang

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dengan metode FMEA pada kegagalan pada mesin motor, didapatkan nilai severity 7, occurrence 6 dan detection 3, jadi $7 \times 6 \times 3 = 126$ sehingga dari nilai yang di dapatkan menunjukkan bahwa faktor yang sangat besar dalam kegagalan perubahan dan perakitan modifikasi pada mesin motor ini adalah penggunaan piston, hasil pengukuran dengan penggunaannya alat dyno test dengan perubahan dan memodifikasi menggunakan sparepart racing didapatkan Horse Power 19.0 Hp dari 11000 rpm dari sebelumnya 13,1 Hp dalam 8500 rpm. Usulan perbaikan yang diberikan untuk meningkatkan produktivitas mesin motor dalam kegagalan dalam mesin motor ialah Faktor man dengan memberikan perhitungan yang sangat akurat serta jangan membuat mesin motor terlalu ekstrem dan pengecekan secara rutin pada mesin motor. Faktor mesin di gunkannya alat bubut yang sudah cnc dan otomatis agar sparepart yang di ubah presisi dengan baik. Faktor material ini adalah salah satu yang paling penting dengan menggunakannya sparepart yang material nya kuat dan tahan pada mesin yang mengalami pembakaran.

5. SARAN

Bengel STR diharapkan dapat konsisten dalam melakukan pemeliharaan pada seluruh mesin dan menggunakan sparepart yang sangat terpilih agar tetap tahan lama dan tidak ada terjadinya kerusakan pada komponen sebuah mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brown, T., & Green, M. (2021). Enhancing Motorcycle Performance through Component Modifications. *Automotive Technology Review*, 12(1), 45-58.
- [2] Lee, C., & Wang, R. (2022). Evaluating the Impact of Racing Parts on Motorcycle Performance. *Journal of Performance Engineering*, 18(4), 350-362.
- [3] Johnson, L. (2021). Failure Mode and Effects Analysis: Applications in Automotive Industry. *International Journal of Mechanical Engineering*, 45(3), 215-229.
- [4] Chen, Y., & Liu, X. (2023). Risk Analysis in Automotive Engineering Using FMEA. *Engineering Management Journal*, 37(2), 78-90.
- [5] Smith, J., & Doe, A. (2020). Analysis of Engine Performance Improvements in Racing Motorcycles. *Journal of Automotive Engineering*, 34(2), 120-130.
- [6] Martinez, P. (2023). A Comprehensive Study on Motorcycle Engine Failures. *Journal of Mechanical Systems*, 29(6), 480-495.
- [7] Kuncahyo, D. S. (2015). *Pendekatan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) di Stasiun Press Palm Oil pada Mesin Digester dan Mesin Press PT. Bangkitgiat Usaha Mandiri Dengan Menggunakan Indikator OEE dan Metode FMECA (Failure Mode Effect And Critical Analysis)*. Universitas Mercu Buana Bekasi.
- [8] Ahmadi, N., & Hidayah, N. Y. (2017). Analisis pemeliharaan mesin blowmould dengan metode RCM di PT. CCAI. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 16(2), 167-176.
- [9] Purba, M. M. (2020). Analisa Sistem Informasi Logbook Maintenance Pada Pusat Jaringan Komunikasi Di Bmkg. *JSI (Jurnal Sistem Informasi) Universitas Suryadarma*, 7(1), 65-84.
- [10] Suryatman, T. H., Kosim, M. E., & Julaeha, S. (2020). Pengendalian Kualitas Produksi Roma Sandwich Menggunakan Metode Statistik Quality Control (Sqc) Dalam Upaya Menurunkan Reject Di Bagaian Packing. *Journal Industrial Manufacturing*, 5(1), 1-12.
- [11] Agus, S. (2011). Pengaruh Ketebalan Ring (Shim) Penyetel Terhadap Tekanan Pembukaan Injektor Pada Motor Diesel. *Laporan Penelitian Fakultas Teknik Universitas Gajayana Malang*.
- [12] Kumar, R. K., Sammon, J. D., Kaczmarek, B. F., Khalifeh, A., Gorin, M. A., Sivarajan, G., Tanagho, Y. S., Bhayani, S. B., Stifelman, M. D., & Allaf, M. E. (2014). Robot-assisted Partial Nephrectomy in Patients with Baseline Chronic Kidney Disease: A Multi-institutional Propensity Score-Matched Analysis. *European Urology*, 65(6), 1205-1210.
- [13] Antony, C., & Hadi, K. (1992). *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [14] Stamatis, D. H. (1995). *Total quality service: principles, practices, and implementation*. CRC Press.