

Perhitungan Tingkat Keausan Piston dan *Oversize* Piston Mesin Diesel

Feri Andrian¹, Suyanto[✉]

^{1,2}Universitas Ivvet

DOI: <https://doi.org/10.31331/maristec.v4i1>

Info Articles

Sejarah Artikel:
Disubmit Juni 2023
Direvisi Juli 2023
Disetujui Agustus 2023

Keywords:
Keausan, Cylinder liner,
Piston, Oversize

Abstrak

Silinder pada mesin pembakaran dalam adalah salah satu bagian utama, dimana bagian ini merupakan tempat piston bekerja. Karena pentingnya fungsi piston dan silinder dalam proses pembakaran pada mesin diesel, diperlukan adanya jadwal perawatan yang baik, serta dilakukannya perbaikan untuk menanggulangi masalah yang ada. Diantara yang bisa dilakukan jika kerusakan piston dan silinder sudah parah adalah melakukan penggantian piston (*oversize*). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi masalah keausan pada cylinder liner dan piston mesin diesel. Pengukuran kelonggaran *cylinder liner* dilakukan untuk mengetahui keausannya dengan cara membandingkannya dengan ukuran diameter standar awal. Pengukuran diameter piston dilakukan untuk mengetahui keausannya dengan cara membandingkan dengan ukuran diameter standar awal. Keausan yang terbesar terjadi pada *cylinder liner* nomor 4 yaitu sebesar 0,42 mm. Setelah dilakukan pengukuran terhadap mesin diesel dengan 6 silinder maka diperoleh hasil keausan yang terbesar terjadi pada *cylinder liner* nomor 4 yaitu sebesar 0,42 mm. Keausan piston terbesar terjadi pada piston nomor 1 yaitu sebesar 0,65mm. Perlu dilakukan *oversize* pada hampir seluruh silinder kecuali silinder nomor 2.

Abstract

The cylinder in the internal combustion engine is one of the main parts, where this part is where the piston works. Due to the importance of the piston and cylinder functions in the combustion process in diesel engines, it is necessary to have a good maintenance schedule, as well as repairs to overcome existing problems. Among the things that can be done if the piston and cylinder damage is severe is to replace the piston (oversize). This study aims to identify wear problems on the cylinder liner and piston of diesel engines. Measurement of cylinder liner clearance is carried out to determine wear and tear by comparing it with the initial standard diameter. The piston diameter measurement is carried out to determine its wear by comparing it with the initial standard diameter size. The biggest wear occurs in cylinder liner number 4 which is 0.42 mm. After measuring the diesel engine with 6 cylinders, the largest wear result was obtained on cylinder liner number 4, which was 0.42 mm. The biggest piston wear occurs on piston number 1 which is 0.65mm. Need to oversize almost all cylinders except for cylinder number 2.

✉ Alamat Korespondensi: E-mail:
suyantoeste@yahoo.com

PENDAHULUAN

Silinder pada mesin pembakaran dalam adalah salah satu bagian utama, dimana bagian ini merupakan tempat piston bekerja. Mesin diesel yang memiliki banyak silinder biasanya posisinya disusun sejajar dan segaris di dalam blok mesin. Untuk membuat bagian silinder mempunyai tingkat gesekan yang kecil, seringkali permukaannya dengan Nikasil (*Nickel-Silicon Alloy*). Untuk menghitung volume dari silinder bisa dilakukan dengan cara mengkalikan kuadrat jari-jari silinder dengan phi dan jarak perpindahan piston dalam silinder, yang disebut sebagai *stroke* atau langkah. Jarak Langkah bisa dikatakan juga adalah jarak dari Titik Mati Atas (TMA) dengan Titik Mati Bawah (TMB). Besarnya kapasitas mesin dihitung dengan mengalikan volume silinder dengan jumlah piston yang dimiliki sebuah mesin.

Silinder terbuat dari bahan baja, dan untuk saat ini ada juga yang dibuat dengan bahan aluminium. Kerusakan yang terjadi pada sebuah silinder bisa disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah penggunaan oli yang tidak sesuai dengan ketentuan, baik jenis, ketebalan, maupun lama pemakaian, factor pemakaian mesin, serta factor perawatan mesin yang tidak dilakukan secara rutin. Kerusakan pada silinder dapat menyebabkan beberapa kendala pada mesin. Kerusakan yang terjadi juga bisa berupa kompresi pada silinder bocor, karena dinding silinder baret, dinding pada piston mengalami baret, kondisi piston kocak atau longgar, suara mesin kasar atau getaran yang terjadi kasar, dan yang lainnya. Oleh karena itu, karena pentingnya fungsi piston dan silinder dalam proses pembakaran pada mesin diesel, diperlukan adanya jadwal perawatan yang baik, serta dilakukannya perbaikan untuk menanggulangi masalah yang ada. Diantara yang bisa dilakukan jika kerusakan piston dan silinder sudah parah adalah melakukan penggantian piston (*oversize*).

Oversize dilakukan dengan cara mengganti piston dengan ukuran yang lebih besar. *Oversize* bisa disebut juga sebagai proses memperbesar ukuran atau diameter pada piston melebihi ukuran standarnya. *Oversize* biasanya dilakukan secara bertingkat, dimulai dari kenaikan dengan step 0,25mm dan seterusnya. Atau bisa dinotasikan dengan penambahan ukuran 25, 50, 75, hingga 100. Apabila *oversize* sudah melebihi 100 atau 1 mm, maka yang bisa dilakukan adalah mengganti *cylinder liner* dan menggunakan ukuran standar seperti semula, atau disebut *oversize 0*. Hal tersebut dilakukan karena jika *oversize* melebihi 100 maka kondisi ketebalan liner sudah terlalu tipis, sehingga dikhawatirkan tidak cukup kuat untuk menahan beban tekanan yang ada, dan rawan menimbulkan permasalahan yang baru.

Arifin, dkk (2015) melakukan penelitian tentang Analisa Kegagalan Sistem Pelumasan dan Pemilihan Metode Perawatan M/E di Kapal Menggunakan Metode FMEA Dalam Rangka Menunjang Operasi Transportasi Laut di Indonesia. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa *lubricating oil tank* dan *sump tank* memiliki *rating risk* yang rendah, kemudian *lubricating oil cooler* memiliki nilai *rating mayor* dan *lubricating oil pump*, *lubricating oil filter*, *purifier*, *transfer pump* serta *lubricating purifier heater* memiliki nilai *rating risk* yang sama yakni *high risk*. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, metode perawatan yang sesuai adalah *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*.

Danu Kuncoro (2019) melakukan penelitian tentang Analisa penyebab kerusakan piston crown mesin induk di KM Oriental Ruby. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa penyebab kerusakan piston crown di KM. Oriental Ruby diantaranya disebabkan oleh a). Plan maintenance system (PMS) tidak berjalan optimal, b). Filter pompa pendingin mesin induk yang kotor, c). Tingkat ketebalan bahan bakar yang tinggi. Adapun dampak yang terjadi akibat kerusakan piston crown di KM. Oriental Ruby diantaranya adalah, a). Kompresi rendah, yang mengakibatkan tenaga mesin induk menurun, b). Kerugian materi akibat dari penggantian piston crown, c). Kebocoran kompresi mengakibatkan pemborosan bahan bakar. Untuk menangani hal tersebut upaya yang dilakukan untuk mencegah kerusakan piston crown di KM. Oriental Ruby diantaranya adalah a). *Plan maintenance system* harus berjalan dengan baik, b). Filter pompa pendingin mesin induk harus terjaga dengan baik, c). Cek kualitas bahan bakar secara teratur.

Haryadi dan Maftukhin (2016) melakukan penelitian tentang Analisa pengaruh *oversize* piston terhadap kinerja motor dan konsumsi bahan bakar. Penelitian dilakukan dengan menggunakan motor 125CC. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan untuk mengetahui pengaruh kinerja motor dengan piston ukuran standart dengan *oversize* 0,25mm, 0,50mm, 0,75 dan 1mm, serta dampaknya pada konsumsi bahan bakar setelah dilakukan proses *oversize*. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa dengan melakukan *oversize* pada piston maka akan terjadi kenaikan pada volume langkah, peningkatan kompresi, sedikit kenaikan pada konsumsi bahan bakar, penurunan pada tekanan dalam ruang bakar, sedangkan besarnya daya mesin relative sama.

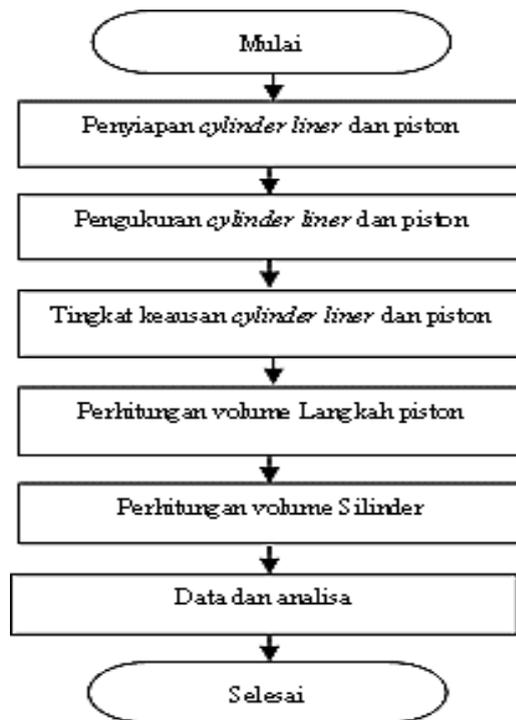
Jatnika dan Kusumah (2017) melakukan penelitian tentang pengaruh penggantian diameter piston terhadap kinerja sepeda motor 125CC. Perlakuan yang diberikan adalah modifikasi terhadap sepeda motor 125 cc dengan pergantian piston. Kemudian dilakukan penelitian tentang hubungan penggantian piston terhadap konsumsi bahan bakar dan peningkatan kinerja *compression cylinder*. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa pergantian piston standar diameter 52,3 mm dengan piston berdiameter 53 mm dan 55 mm dapat mengurangi konsumsi bahan bakar, serta dapat meningkatkan kinerja *compression cylinder*.

Hermawati, dkk (2020) melakukan penelitian tentang Analisa Pengukuran Cylinder Liner dan Piston pada Overhaul *Diesel Engine*. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa bagian *cylinder liner* sering terjadi kerusakan atau kelonggaran yang disebut dengan abrasi, erosi dan korosi. Dalam *cylinder liner* harus ada perawatan dan pengukuran dengan menggunakan alat *inside micrometer*. Dari hasil pengukuran dan perawatan pada *cylinder liner* didapatkan perhitungan keovalan, ketirusan dan juga keausan, untuk mengetahui spesifikasi atau melampaui limit yang sudah ditentukan dalam Main Engine Intruccion Book yang terdapat di atas kapal. Kelonggaran pada silinder liner dan piston dapat mengakibatkan kinerja mesin diesel menurun dan tidak terpenuhinya fungsi mesin diesel sebagai mesin penggerak diatas kapal. Berkurangnya volume pelumas pada komponen yang bergerak bisa mengakibatkan keausan dan kerusakan.

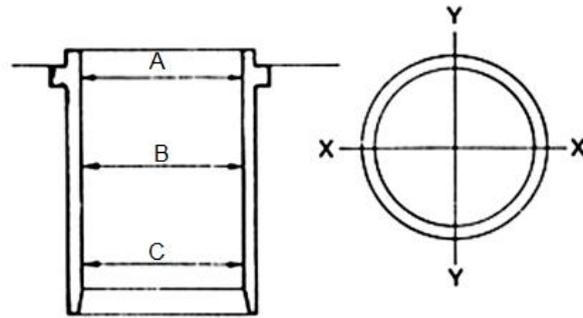
Penambahan ukuran silinder dengan oversize tersebut tergantung pada keausannya. Tetapi oversize juga harus menyesuaikan dengan ukuran piston yang diproduksi oleh pabrik. Oversize yang dilaksanakan harus secara bertahap yaitu dimulai dari 0,25, 0,50, 0,75, dan 1,00, sesuai dengan keausan silindernya. Misal keausan silinder sebesar 0,15 mm maka oversizenya sebesar 0,25 mm. Jika keausan silinder 0,30 mm maka oversizenya 0,50 mm dan seterusnya. Setelah silinder dioversize, maka piston dan ring piston juga harus diganti sesuai ukuran silinder yang baru. (Kiswati, 2013:1)

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi masalah keausan pada cylinder liner dan piston mesin diesel. Pengukuran kelonggaran *cylinder liner* dilakukan untuk mengetahui keausannya dengan cara membandingkannya dengan ukuran diameter standar awal. Pengukuran diameter piston dilakukan untuk mengetahui keausannya dengan cara membandingkan dengan ukuran diameter standar awal. Perbandingan volume Langkah piston, volume silinder, serta perbandingan kompresi dilakukan untuk mengetahui perubahan kondisi mesin setelah dilakukan *oversize*.

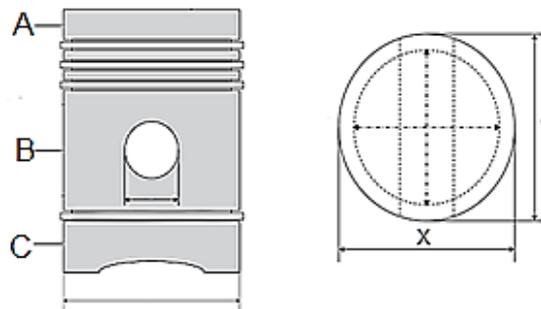
METODE



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Titik Pengukuran Keausan Cylinder Liner



Gambar 3. Titik Pengukuran Keausan Piston

Pengambilan data dilakukan pada KM Dharma Rucitra II dengan 6 silinder, daya sebesar 10800 HP, putaran mesin 1200 RPM, diameter standar piston 460 mm, langkah 610 mm, serta volume langkah 101.300. Pemeriksaan dan pengukuran diameter bagian dalam silinder pada *cylinder liner* dilakukan dari atas ke bawah pada 3 (tiga) posisi yaitu A, B, dan C. Sementara itu pada posisi mendatar atau irisan penampang diambil pengukuran pada posisi X dan Y. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan diameter standar pabrikan atau diameter awal, sehingga akan diketahui tingkat keausannya. Pengukuran dilakukan terhadap lima *cylinder liner* yang ada.

Pemeriksaan dan pengukuran diameter luar piston dilakukan dari atas ke bawah pada 3 (tiga) posisi yaitu A, B, dan C. Sementara itu pada posisi mendatar atau irisan penampang piston diambil pengukuran pada posisi X dan Y. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan diameter standar pabrikan atau diameter piston awal, sehingga akan diketahui tingkat keausan dari piston. Pengukuran dilakukan terhadap lima piston yang ada.

Volume langkah, volume silinder, dan perbandingan kompresi didapatkan dengan perhitungan setelah pengukuran keausan pada silinder liner dan piston, dengan persamaan sebagai berikut.

Volume langkah dapat dihitung dengan menggunakan rumus (1) di bawah ini

$$V_L = \pi \times r^2 \times L \dots\dots\dots (1)$$

V_L adalah volume langkah (cm^3), π adalah phi yang nilainya 3,14 atau $22/7$, r adalah jari – jari silinder (mm), L adalah panjang langkah piston dari TMA ke TMB (mm).

Volume silinder adalah jumlah atau hasil penambahan antara volume langkah dengan volume sisa atau volume ruang bakar. Perhitungannya dapat menggunakan persamaan (2) sebagai berikut

$$V_s = V_L + V_c \dots\dots\dots (2)$$

V_s adalah Volume silinder (cm^3), V_L = Volume langkah (cm^3), V_c = Volume sisa atau volume ruang bakar (cm^3).

Perbandingan kompresi (C_r) adalah perbandingan antara volume langkah piston ditambah dengan volume sisa (V_c) terhadap volume ruang sisa. Untuk menentukan besarnya C_r disajikan dengan persamaan (3) berikut

$$C_r = \frac{V_L + V_C}{V_C} \dots\dots\dots(3)$$

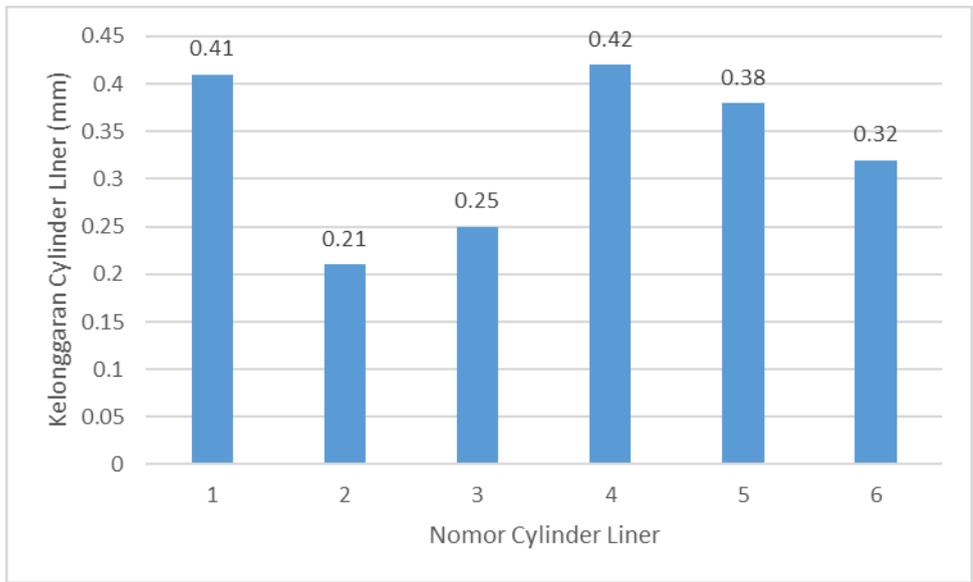
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran Kelonggaran *Cylinder Liner*

Pengukuran kelonggaran cylinder liner dilakukan terhadap semua silinder, dari silinder 1 sampai 6. Masing-masing silinder diambil enam data sesuai dengan posisi ukur yang telah ditentukan. Adapun hasil pengukuran kelonggaran cylinder liner disajikan dalam Tabel 1. Untuk membandingkan kelonggaran antar cylinder liner disajikan dalam Grafik 4.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kelonggaran *Cylinder Liner* (mm)

Posisi Vertikal	Posisi Melintang	No. <i>Cylinder Liner</i>					
		1	2	3	4	5	6
A	X	0,70	0,23	0,30	0,85	0,65	0,32
	Y	0,60	0,27	0,38	0,60	0,70	0,38
B	X	0,32	0,24	0,30	0,30	0,25	0,24
	Y	0,39	0,17	0,18	0,35	0,30	0,27
C	X	0,25	0,18	0,18	0,30	0,20	0,18
	Y	0,20	0,18	0,18	0,16	0,18	0,18
Rata – Rata		0,41	0,21	0,25	0,42	0,38	0,32
Diameter <i>Cylinder Liner</i>		460,41	460,21	460,25	460,42	460,38	460,32



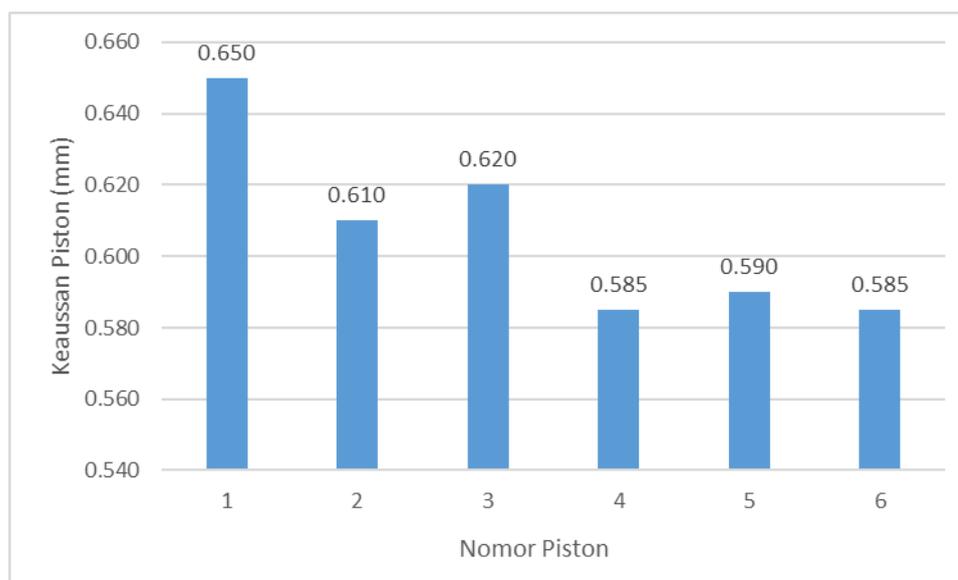
Gambar 4. Grafik Kelonggaran *Cylinder Liner*

B. Pengukuran Diameter Piston

Pengukuran diameter piston dilakukan terhadap semua piston, dari 1 sampai 6. Masing-masing piston diambil enam data sesuai dengan posisi ukur yang telah ditentukan. Adapun hasil pengukuran diameter piston disajikan dalam Tabel 2. Untuk membandingkan keausan piston disajikan dalam Grafik 4.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Diameter Piston (mm)

Posisi Vertikal	Posisi Melintang	Posisi Piston					
		1	2	3	4	5	6
A	X	458,96	458,75	458,82	458,84	458,71	458,94
	Y	458,71	458,85	458,99	458,79	458,84	458,72
B	X	458,67	458,75	458,55	458,92	458,78	458,85
	Y	458,69	458,84	458,62	458,77	458,92	458,93
C	X	458,92	458,99	458,78	458,83	458,85	458,80
	Y	458,83	458,51	458,81	458,86	458,85	458,79
Rata – Rata		458,79	458,78	458,76	458,83	458,82	458,83
Keausan Piston		0,65	0,61	0,62	0,585	0,59	0,585



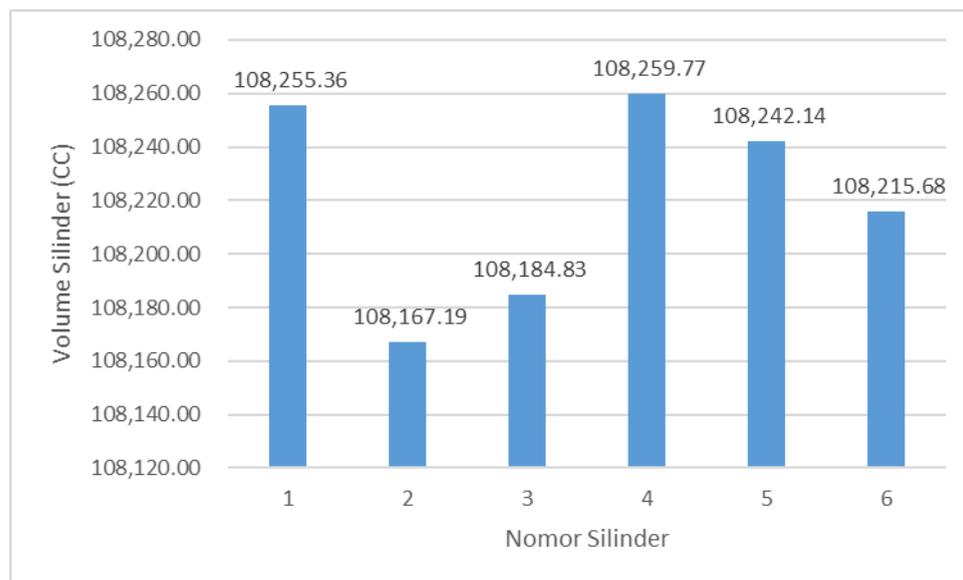
Gambar 5. Grafik Keausan Piston

C. Perhitungan Volume Langkah Piston dan Volume Silinder

Perhitungan volume Langkah piston dan Volume silinder dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) dilakukan untuk semua silinder, mulai dari silinder 1 sampai dengan silinder 6. Hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 3. Untuk membandingkan volume silinder antar silinder disajikan dengan grafik 6.

Tabel 3. Volume Langkah Piston dan Volume Silinder

Nomor Silinder	Diameter Silinder (cm)	Volume Langkah (cm ³)	Volume Sisa (cm ³)	Volume Silinder (cm ³)
1	46,041	101.505,36	6.750,00	108.255,36
2	46,021	101.417,19	6.750,00	108.167,19
3	46,025	101.434,83	6.750,00	108.184,83
4	46,042	101.509,77	6.750,00	108.259,77
5	46,038	101.492,14	6.750,00	108.242,14
6	46,032	101.465,68	6.750,00	108.215,68



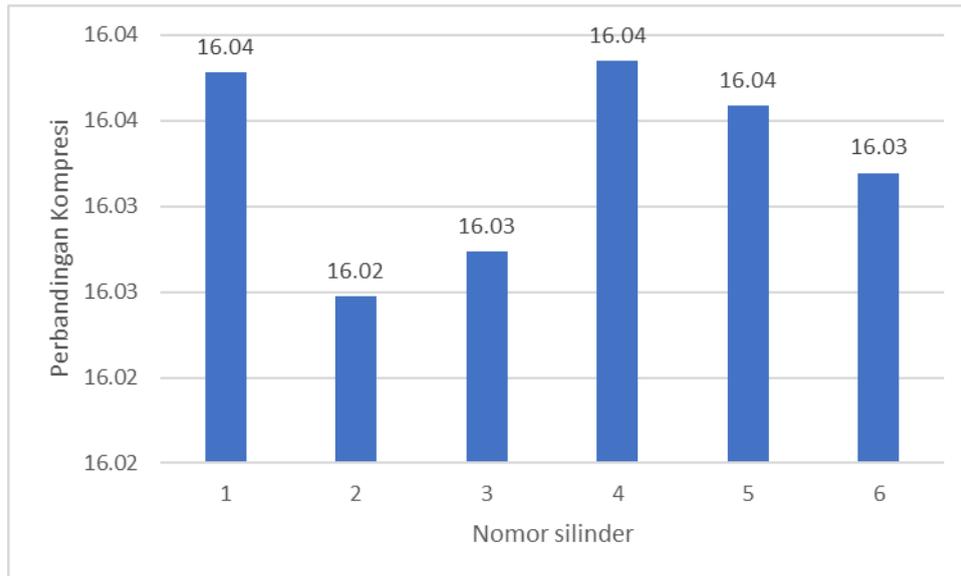
Gambar 6. Nilai Volume Silinder

D. Perhitungan Perbandingan Kompresi

Perhitungan Perbandingan Kompresi dilakukan dengan menggunakan persamaan (3). Perhitungan ini dilakukan untuk semua silinder, mulai dari silinder 1 sampai dengan silinder 6. Hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 4. Untuk membandingkan nilai perbandingan kompresi disajikan dalam Grafik 7.

Tabel 4. Perbandingan Kompresi

Nomor Silinder	Volume Langkah (cm ³)	Volume Sisa (cm ³)	Perbandingan Kompresi
1	101.505,36	6.750,00	16,04
2	101.417,19	6.750,00	16,02
3	101.434,83	6.750,00	16,03
4	101.509,77	6.750,00	16,04
5	101.492,14	6.750,00	16,04
6	101.465,68	6.750,00	16,03



Gambar 7. Nilai Perbandingan Kompresi

Hasil pengukuran kelonggaran cylinder liner sebagaimana disajikan dalam Tabel 1 menunjukkan bahwa kelonggaran atau keausan yang paling besar terjadi pada cylinder liner nomor 4 yaitu sebesar 0,42 mm. Semengntara itu keausan piston paling tinggi terjadi pada piston nomor 1 yaitu sebesar 0,65mm. Volume silinder terbesar sama dengan silinder yang mengalami keausan terbesar, yaitu silinder 4, dengan nilai volume silinder 108259cc. Adapun silinder liner dengan kondisi yang paling bagus adalah yang memiliki nilai cerah yang paling kecil yaitu silinder nomor 2 dengan celah 0,21mm. Piston dengan keausan terkecil adalah piston nomor 4 dengan keausan 0,585mm. Menurut Kiswati dan Endang (2014) Penambahan ukuran silinder dengan oversize tersebut tergantung pada keausanya. Oversize yang dilaksanakan harus secara bertahap yaitu dimulai dari 0,25, 0,50, 0,75, dan 1,00, sesuai dengan keausan silindernya. Jika dilihat dari data keausan silinder seperti tertulis pada table 1, keausan silinder dari silinder 1 sampai silinder 6 berturut-turut adalah 0,41mm, 0,21mm, 0,25mm, 0,42mm, 0,38mm, dan 0,32mm. Dari data tersebut yang perlu dilakukan oversize adalah hampir semua silinder kecuali silinder nomor 2. Oversize yang dilakukan pada sebuah mesin akan berpengaruh pada beberapa kondisi yaitu akan terjadi kenaikan pada volume langkah, peningkatan kompresi, sedikit kenaikan pada konsumsi bahan bakar, penurunan pada tekanan dalam ruang bakar, sedangkan besarnya daya mesin relative sama. Haryadi dan Maftukhin (2016).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Keausan yang terbesar terjadi pada *cylinder liner* nomor 4 yaitu sebesar 0,42 mm. Keausan piston terbesar terjadi pada piston nomor 1 yaitu sebesar 0,65mm. Volume silinder terbesar yaitu silinder 4, dengan nilai volume silinder 108259cc.
2. Dari data penelitian yang perlu dilakukan oversize adalah hampir seluruh silinder kecuali silinder nomor 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Mohammad Danil; Octaviani, Fany; Novita, Teresiana D; (2015) , *Analisa Kegagalan Sistem Pelumasan dan Pemilihan Metode Perawatan M/E di Kapal Menggunakan Metode FMEA Dalam Rangka Menunjang Operasi Transportasi Laut di Indonesia*, Jurnal Penelitian Transportasi Laut, Vol.17 No.1, pp. 1-16.
- Hariyadi, Sugeng; Maftukhin; (2016), *ANALISA PENGARUH OVERSIZE PISTON TERHADAP KINERJA MOTOR DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR*, Wahana Teknik, Volume 05, Nomor 01, pp. 57-80.

- Hermawati, Lilin; Mujiarto, Imam; Kundori; Hariyadi, Sugeng; (2020), *Analisa Pengukuran Cylinder Liner dan Piston pada Overhaul Diesel Engine*, Accurate: Journal of Mechanical Engineering and Science Vol.1, No.2, pp.6-12.
- Jatnika, Danang; Kusumah, Nugraha Teja; (2017), *PENGARUH PERGANTIAN DIAMETER PISTON TERHADAP KINERJA SEPEDAMOTOR 125 CC, ISU TEKNOLOGI STT MANDALA VOL.12 NO.2*, pp. 9-15.
- Kiswati, Rini Endang, 2014, *Cara Over-Size Piston*, [Online], Available: <http://www.google.com>, diakses pada 10 Maret 2014.
- Kuncoro, Danu; (2019), *ANALISA PENYEBAB KERUSAKAN PISTON CROWN MESIN INDUK DI KM. ORIENTAL RUBY*, PIP Semarang.