

# JURNAL TEKNOLOGI

(Journal of Technology)

JURNAL ILMU TEKNIK DAN SAINS

## Daftar Isi

### MESIN

Kajian Teknis Pengaruh Kerak Karbon Di Atas Kepala Torak Terhadap Unjuk Kerja (Performance) Mesin Mobil Minibus Gi Toyota Kijang Tipe Lgx-2l Diesel

*Krist ofal Waas*

Analisis Keluhan Psikis Dan Fisik Karyawan Dengan Menggunakan Metode Pshycho Physiologi

*Aminah Rumatela, Nil Edwin Maitimu*

Vibrometer Dengan Kantilever Dan Carbon Transducer Yang Diterapkan Pada Pipa Vortex Flowmeter

*M. F. Noya*

Studi Eksperimental Karakter Distribusi Tegangan Pada Cylinder Head Internal Combustion Engine

*Danny Pelupessy*

Suatu Kajian Teoritis Termodinamika Siklus Kerja Dan Pemakaian Bahan Bakar Mesin Diesel (Empat Langkah 350 Hp. 400 Rpm)

*Alosyus Eddy Leimena*

Pengaruh Keausan Bubungan Katup Masuk Terhadap Daya Motor Induk Pada Km Nusantara Perdana

*Prayitno Ciptoadi, V.I. Berhitu*

Metoda Penyaring Ruang Sederhana Pada Interferometer Michelson

*Pieldrie Nanlohy, Samy J. Litiloly*

### SIPII

Analisis Penanggulangan Genangan Di Kota Ambon Pada Das Waitomu Kelurahan Uritetu

*Renny J Betaubun, Donny Hari Suseno, Ussyandawayanty*

Proyeksi Jumlah Pergerakan Dalam Menentukan Kapasitas Dan Jumlah Armada Perintis Kabupaten Maluku Barat Daya

*Standy Johannes, M. Ruslin Anwar, Eddi Basuki*

FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PATTIMURA AMBON



# STUDI EKSPERIMENTAL KARAKTER DISTRIBUSI TEGANGAN PADA CYLINDER HEAD INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Danny Pelupessy <sup>\*)</sup>

## ABSTRACT

Cylinder head adalah salah satu komponen penting dari motor pembakaran dalam (Internal combustion Engine). Kerusakan pada cylinder head akan berakibat fatal dalam operasi sebuah motor pembakaran dalam. Umumnya kerusakan pada kepala selinder motor pembakaran dalam adalah terjadinya crack pada bagian bawah di zona penghantar katup. Penelitian tentang distribusi beban, yaitu tegangan thermal yang timbul pada zona penampang minimum, merupakan target dari penelitian akhir-akhir ini. Hal ini menarik karena merupakan penyebab utama dari kerusakan cylinder head.

*Keywords : Cylinder head, internal combustion engine*

## I. PENDAHULUAN

Umumnya kerusakan pada kepala selinder motor pembakaran dalam adalah terjadinya crack pada bagian bawah di zona penghantar katup. Analisis menunjukkan bahwa asal terjadinya crack dapat diamati pada ujung penghantar katup. Penelitian ke depan terhadap crack akan terjadi pada lebar crosspiece sebelum destruksi akhir pada section terkecil.

Dari hukum Kesamaan, proses cracking membuktikan bahwa ada tegangan besar terjadi pada crosspiece dan menghasikan konsentrasi di sana. Aspek lain dari problem ini adalah karakter distribusi tegangan di antara zona berbahaya dari crosspiece dalam hal ini konsentrasi, sampai sekarang belum diteliti

Dalam hubungan ini usaha mempelajari distribusi satu dari pembebanan kerja yaitu tegangan thermal pada zona penampang minimum yang selama ini menjadi target dari para peneliti, karena merupakan penyebab utama kerusakan pada bagian bawah.

Ukuran dan konfigurasi irisan ditentukan oleh diameter lubang katup  $D_1$  dan  $D_2$ , juga  $b$  jarak antara kedua lubang tersebut. Analisa konstruksi cylinder head dari berbagai ukuran menunjukkan bahwa perbedaan besar  $D_1$  dan  $D_2$  tidak lebih dari 3÷5%.



Gbr 1, Lubang katup pada Cylinder Head

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Asumsi yang diterima terhadap analisa keadaan tegangan pada bagian bawah cylinder head adalah membawa semua informasi tentang cylinder head ke bidang datar. Kemungkinan asumsi diterima pada pengamatan awal, memang kurang tepat. Karena bagian bawah adalah bagian dari konstruksi cylinder head secara keseluruhan. (yang juga terdiri dari komponen konstruksi yang lain) Untuk itu asumsi ini memerlukan penilaian yang detail, hubungan interaksi elastik pada area yang diteliti dengan semua elemen konstruksi, misalnya manifold udara masuk dan sisi luar cylinder head. Dari semua asumsi itu, berkembang metode eksperimen yang menilai pengaruh parameter design terhadap tegangan thermis pada bagian bawah cylinder head. Penelitian dilakukan lewat instalasi eksperimen dengan bantuan electroheating device. Pengamatan dilakukan terhadap detail bagian mesin untuk melihat distribusi/ perubahan temperatur dan gradiennya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan tegangan pada bagian bawah cylinder akibat pengaruh dari elemen konstruksi lain tidak terlalu signifikan. Hal inilah yang mendorong penelitian dengan metode lain yaitu Polarisasi Optik, yang menggunakan bidang datar yang menyerupai bagian bawah cylinder head

<sup>\*)</sup> Danny Pelupessy ;Dosen Program Studi Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Unpatti

**2.1. Koefisien konsentrasi tegangan ( $K_\sigma$ )**

Koefisien konsentrasi adalah besaran nirmatra yang menunjukkan hubungan antara tegangan maksimal di zone kritis terhadap tegangan nominal, tanpa memperhitungkan “efek lokasi pembebanan” :

$$K_\sigma = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_e} = \frac{2\sqrt{\lambda}(\lambda + 1)}{\sqrt{\lambda + (\lambda + 1)arctg\sqrt{\lambda}}} \dots (1)$$

$\sigma_{max}$  dihitung berdasarkan hasil eksperimen, dengan menggunakan rumus :  $\sigma_{max} = n_{max} \sigma_0^b$ , dimana  $\sigma_0^b$  – nilai optik dari garis anisotropi;  $n_{max}$  – susunan garis;  $\lambda = b/D$

**2.2. Pemodelan**

Dalam rekayasa teknik modern , semisal desain konstruksi, metode perhitungan analitik tidak selalu memiliki kemungkinan untuk menilai keadaan tegangan dan deformasi karena faktor-faktor pembebanan. Polarisasi optik adalah salah satu metode untuk pemodelan yang modern dan universal. Pemodelan dengan metode polarisasi optik memberi pemecahan tentang keserupaan (similarity) terhadap distribusi tegangan dan deformasi dalam bahan polimer dan material konstruksi.

Kita ketahui bahwa metode polarisasi optik adalah merupakan metode pemodelan fisika. Pemodelan fisika memungkinkan hasil uji model dibawa ke benda yang sebenarnya, menurut teori keserupaan :

$$\frac{\sigma}{E} = f\left(\frac{P_l}{El}; \frac{E}{\gamma}; \frac{l}{l_0}; \mu\right) \dots\dots\dots(2)$$

- dimana :  $P$  – vektor gaya luar
- $E$  – modulus elastisitas orde ke-1
- $\mu$  - koefisien Poisson
- $\gamma$  - berat volumetric
- $l, l_0$  - karakter linier ukuran

Hasil uji model yang dibawa ke benda sesungguhnya, dapat dihitung dengan rumus yang diturunkan dari hubungan di atas :

$$\sigma_{nat} = \sigma_{mod} \frac{C_P}{C_l^2} \text{ , untuk model volume}$$

$$\sigma_{nat} = \sigma_{mod} \frac{C_P}{C_l C_b} \text{ , untuk model bidang datar}$$

dimana  $C_b = b_{nat} / b_{mod}$ ,  $C_P = P_{nat}/P_{mod}$  ,

$$C_l = l_{nat}/l_{mod}$$

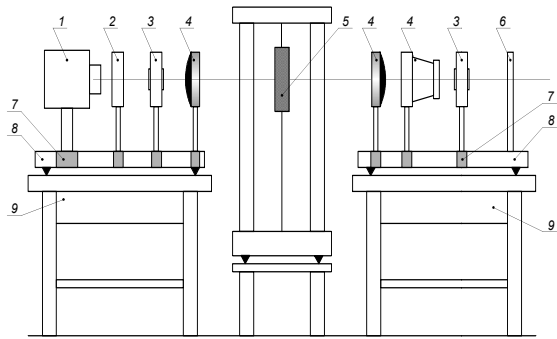
**2.3. Metode Polarisasi Optik**

Dalam dunia engineering terdapat beberapa metode perhitungan kekuatan dalam desain dan konstruksi, terutama untuk tegangan dan deformasi. Salah satu metode yang cukup sering digunakan adalah Polarization – optical method, yang mana gambar interferensi memberikan informasi mengenai keadaan tegangan. Analisa detail mesin menunjukkan berbagai kerusakan diakibatkan karena konstruksi yang salah, tidak memperhitungkan efek distribusi tegangan.

Polarization-optikal method didasarkan pada sifat transparent model, sifatnya jika dikenai tegangan akan memperoleh anisotropi optik. Tingkat anisotropi tergantung dari keadaan deformasi tegangan. Kekerasan dan kualitas dari roda gigi tidak terlepas dari tegangan yang timbul akibat pembebanan. Sehubungan dengan itu, maka riset ini adalah menerapkan metode dan cara untuk mempelajari perlakuan tegangan pada bagian cylinder head. Metode Polarisasi optik untuk riset ini menggunakan model bidang datar. Kelebihan utama dari metode ini adalah bahwa riset zone konsentrasi tegangan dapat dilakukan pada detail yang rumit. Perkembangan teori pemodelan dan teknik eksperimen memberikan jalan bagi metode ini untuk memecahkan pula masalah-masalah benda bervolume. Metode Polarisasi Optik menjadi andalan, berkat kemajuan dalam pengembangan material polimer dengan dasar epoksid yang menjadi bahan model riset. Material model untuk riset ini memiliki sifat anisotropi, suatu sifat yang timbul manakala model dari polimer ini mengalami deformasi. Refraksi ganda yang disebabkan anisotropi optik akan timbul pada model selama proses deformasi berlangsung.

**III. METODOLOGI**

Fokus penelitian ini adalah mengetahui bagaimana karakter distribusi tegangan pada bagian bawah cylinder head jika dibebani, baik tegangan maksimal maupun tegangan nominal, selain juga besar koefisien konsentrasi tegangan. Penelitian ini dilakukan melalui eksperimen di laboratorium foto mekanika, pada instalasi proyeksi polarisasi (PPU-7). Instalasi PPU-7 digunakan untuk eksperimen yang mengacu pada metode Polarisasi optik, suatu metode yang memberikan informasi mengenai keadaan tegangan yang timbul pada detail mesin dan konstruksi. Model terbuat dari bahan polimer transparan yang memiliki sensitivitas optik.



Gbr.2. Instalasi proyeksi polarisasi PPU-7

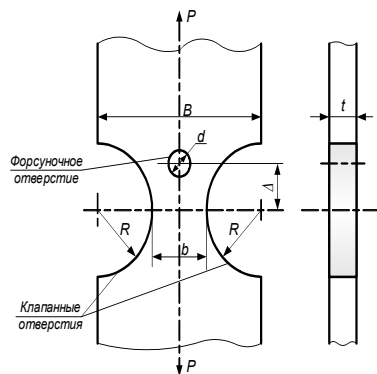
Keterangan:

1. sumber cahaya;
2. filter cahaya;
3. polarisator & analisator;
4. sistem optik untuk membuat sinar parallel;
5. model;
6. layar;
7. support;
8. penumpu;
9. meja kerja.

Untuk melaksanakan eksperimen, terlebih dulu dilakukan penyiapan model dengan material model adalah methyl tetra hidroftal (ED6-MTGFA). Model datar ini dibuat dengan ukuran seperti pada gambar 3 dan tabel 1 Mekanisme pembebanan, adalah model ditarik dengan gaya yang bervariasi dari 250÷750 N.

Tabel 1. Ukuran-ukuran Model

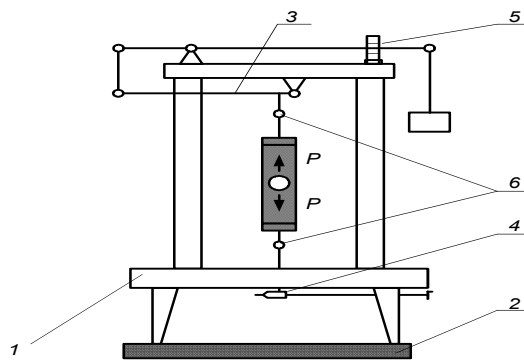
Model	B, MM	R (D/2), MM	b, MM	d, MM	$\Delta$ , MM
M1	50	40	10	6	0,0
M2	50	40	10	6	7,5
M3	50	40	10	6	15,0



Gbr.3. Model

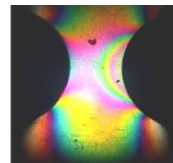
Urutan kerja dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. model (№ 1) dipasang pada rangka pembebanan, sedemikian sehingga bidang normal pembebanan sejajar dengan sumbu vertikal;
2. rangka pembebanan ditempatkan di PPU-7;
3. model kemudian disinari, pembebanan dilakukan perlahan-lahan dengan mekanisme baut-mur;
4. beban dinaikan perlahan-lahan, hingga muncul susunan garis pada pusat dinamometer dan kontur model;
5. fotogram model saat pembebanan, diabadikan dengan kamera foto;
6. eksperimen selanjutnya dilakukan pula terhadap model №.2 dan №.3.

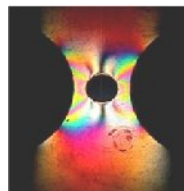


Gbr.4. Skema pembebanan dengan mekanisme baut-mur

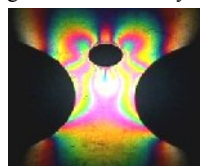
#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gbr. 5 Fotogram model № 1 cylinder head tanpa lubang nozzle bahan bakar



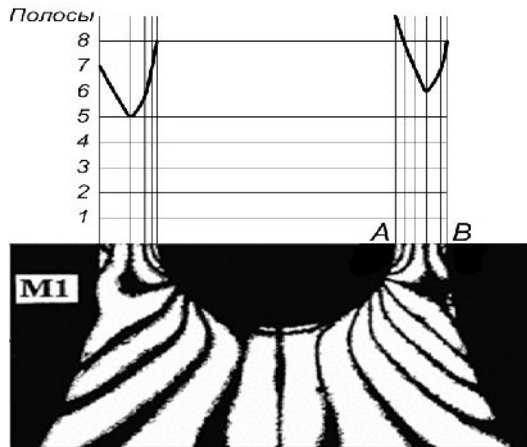
Gbr 6. Fotogram model № 2 cylinder head



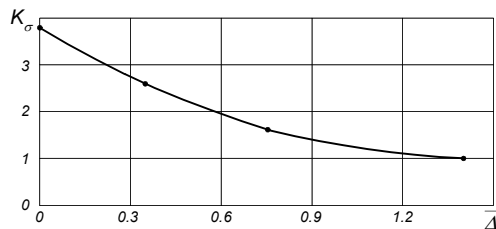
Gbr 7. Fotogram model № 3 cylinder head



Gbr 8 . Fotogram model №1,2 dan 3 cylinder head dengan pembesaran pada zona lubang nozzle bahan bakar, dengan gaya tarik P = 450 N



Gbr. 9 Fotogram dan distribusi tegangan sepanjang sumbu potongan pada model M1



Gbr. 9 Grafik perubahan koefisien intensifitas tegangan pada kontur lubang nozzle bahan bakar terhadap panjang pergeseran

Fotogram model bagian bawah cylinder head hasil eksperimen memperlihatkan karakter distribusi tegangan terjadi selama proses pembebanan. Informasi pola distribusi tegangan (jumlah garis yang timbul pada kontur) digunakan untuk menghitung koefisien konsentrasi tegangan ( $K_{\sigma}$ ). Koefisien konsentrasi tegangan dihitung menurut rumus (2). Selain itu dari fotogram kemudian dibangun diagram tegangan (epyr). Parameter dan hasil perhitungan dapat disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 2. Koefisien konsentrasi tegangan ( $K_{\sigma}$ )

Model No.	$P, N$	$n_{max}$	$\sigma_{max}, MPa$	$\sigma_0, MPa$	$K_{\sigma}^i$	$K_{\sigma_{epyr}}^i$	$\Delta/R$
M1	250	6	23,4	4,1	13,9	8,4	0
	500	6	23,4	8,3	6,9		
	750	6	23,4	12,5	4,6		
M2	250	5	19,5	4,1	11,6	7,1	0,18
	500	5	19,5	8,3	5,8		
	750	5	19,5	12,5	3,9		
M3	250	2	7,8	4,1	4,6	2,8	0,37
	500	2	7,8	8,3	2,3		
	750	2	7,8	12,5	1,5		

## V. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

- Metode pemodelan fisik (Polarization optical method) yang diterapkan pada model cylinder head dengan bahan polimer (optical sensitive material), dapat menilai karakter distribusi tegangan pada cylinder head internal combustion engine
- Hasil eksperimen dan hasil perhitungan menunjukkan bahwa pergeseran lubang nozzle bahan bakar dari posisi tengah lubang katup, dapat menaikkan kemampuan untuk mengatasi beban yang berlebihan akibat konsentrasi tegangan.
- Desain posisi lubang nozzle bahan bakar pada cylinder head yang tepat dapat meningkatkan reliability cylinder head

### 5.1. Saran

Metode eksperimen perilaku distribusi tegangan pada bagian bawah cylinder head dengan pemodelan fisik bisa direkomendasikan untuk diterapkan pada proses belajar di jurusan Teknik Mesin.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Koshelenko A; Poznyak G; “**Teoriticheski osnovi i praktika fotomekanika v mashinostroeniy**” (2004). Granitsa Publisher Moscow.
2. Durelly A; Rayli U; “**Introduction to Photo Mechanics**” (1970). Mir Publisher Moscow.
3. Панкратов С.А., Бабенков И.С., Поджаров Е.И., Кошеленко А.С. **Изучение напряженного состояния зубчатых колес при перезацеплении.** Труды VII Всесоюзной конференции по поляризационно-оптическому методу исследования напряжений. АН ЭССР, Таллин.1971. С. 155-156.