

FENOMENA RUNNING-IN RODA GIGI TRANSMISI KE-2 SEPEDA MOTOR HONDA SUPRA X

Taufiq Hidayat

Dosen Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email: ophiqhd@gmail.com

ABSTRAK

Roda gigi adalah salah satu elemen mesin yang didesain untuk memindahkan daya (*power*) dan gerak (*motion*) dari satu bagian mekanik ke bagian lainnya. Elemen pemindah daya yang lain adalah sabuk, rantai, dan sabuk ganda. Roda gigi menjadi salah satu elemen mesin yang paling banyak digunakan pada sistem transmisi daya. Seperti semua komponen mekanik pada umumnya, roda gigi juga mengalami keausan dikarenakan adanya kontak mekanik. Kontak yang terjadi pada roda gigi berupa kontak non-formal dan termasuk dalam deformasi elastis. Penelitian diawali dengan persiapan spesimen roda gigi sepeda motor Honda Supra dari Honda Genuine Parts, non HGP dan produk Usaha Kecil Menengah (UKM). Sebelum melakukan eksperimen terlebih dahulu diukur kekasaran permukaan awal roda gigi pada area kontak dan diidentifikasi spesifikasi dari masing-masing roda gigi. Eksperimen dilakukan dengan variasi beban torsi. Setelah proses *running-in* roda gigi diukur kekasaran permukaan pada area kontak. Sehingga diketahui nilai kekasaran permukaan selama waktu tertentu dan jarak tertentu. Setelah eksperimen dilakukan analisa kekasaran permukaan dan koefisien gesek. Dari hasil eksperimen bisa disimpulkan bahwa selama proses *running-in* terdapat fenomena penurunan kekasaran permukaan roda gigi sebanding dengan waktu. Tentu saja koefisien gesek mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya beban torsi. Tetapi sebaliknya, koefisien gesek mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya kecepatan putar. Dalam hal ini Produk Honda Genuine Parts lebih baik daripada produk non-HGP dan produk UKM.

Kata kunci: roda gigi, kontak garis, kekasaran permukaan, koefisien gesek.

ABSTRACT

Gears is an element that is designed to move the engine power (power) and motion (motion) from one to the other mechanical parts. Another element of power transfer are belt, chain, and double belt etc. Gears to be one of the machines elements most widely used in the power transmission system. Like all mechanical components in general, gears also wear out due to mechanical contact. Contact that occurs on gears form of non - formal and contacts included in the elastic deformation. The study begins with the preparation of specimens motorcycle gears from Honda Genuine Parts, non- HGP and products of Small and Medium Enterprises (SME). The first experiment is measuring the initial surface roughness of the gears on the contact area and identified the specifications of each of the gears. Experiments performed with the variation of load torque. After the running- in, gears measured surface roughness on the contact area . So the unknown value of surface roughness for a certain time and a certain distance. After experimental analysis of surface roughness and friction coefficient. From the experimental results it can be concluded that during the running- in process there is the phenomenon of a decrease in surface roughness gear worth the time. Of course, the friction coefficient increased with increasing load torque. But otherwise, the friction coefficient decreased with increasing rotational speed. In this case the Honda Genuine Parts Product is better than the non - HGP and SME products.

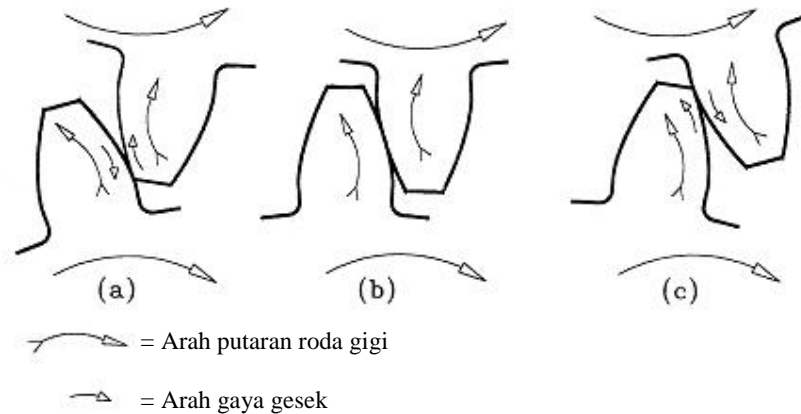
Keywords: gears, line contact, surface roughness, friction-coefficient

1. PENDAHULUAN

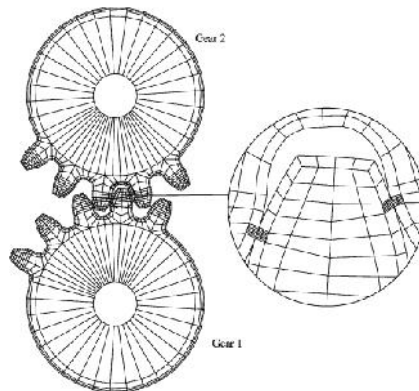
Elemen pemindah daya (*power transmission*) banyak ditemukan di banyak bidang pada kehidupan modern sekarang ini. Hampir semua alat-alat mekanik memiliki paling sedikit satu atau dua elemen: kendaraan bermotor memiliki roda gigi sebagai *power transmission*; mesin cuci memiliki puli untuk memutar drum; printer komputer memiliki roda gigi, cam dan puli untuk menggerakkan kertas dan

mengatur *printing heads*; mesin fotokopi dan Anjungan Tunai Mandiri (ATM) memiliki banyak elemen pemindah daya di tiap bagian. Secara umum elemen pemindah dibagi menjadi dua yaitu pemindah daya (*power transmission*) dan pemindah gerak (*motion transmission*). Roda gigi adalah salah satu elemen mesin yang didesain untuk memindahkan daya (*power*) dan gerak (*motion*) dari satu bagian mekanik ke bagian lainnya. Roda gigi menjadi salah satu elemen mesin yang paling banyak digunakan pada sistem transmisi daya. Seperti semua komponen mekanik pada umumnya, roda gigi juga mengalami keausan dikarenakan adanya kontak mekanik. Secara umum area kontak antara roda gigi memiliki bentuk segiempat (*rectangular*) dan bisa di kelompokkan dalam masalah kontak garis (*line contact problem*). Kontak yang terjadi pada roda gigi berupa kontak non-formal dan termasuk dalam deformasi elastis. Kontak non-formal dan deformasi elastis dikategorikan dalam kontak garis *Elasto Hydrodynamic Lubrication (EHL)* [1]. Pada kenyataannya, permukaan roda gigi tidaklah halus. Kontak sebenarnya yang terjadi adalah antar asperiti pada permukaan roda gigi. Tekanan kontak dan beban kontak mempunyai peranan penting pada koefisien gesek dan daya yang hilang. Kontak pada roda gigi ditunjukkan pada gambar 1.

Keausan pada roda gigi telah menjadi topik penelitian yang menarik sejak dahulu. Simulasi keausan roda gigi dengan metode elemen hingga dilakukan oleh Brauer J. dan Anderson S. [2] dalam penelitiannya yang berjudul "*Simulation of wear in gears with flank interference - a mixed FE and analytical approach*". Simulasi dilakukan dengan bantuan software ANSYS 5.7 dengan model seperti pada gambar 2. Sehingga diperoleh nilai torsi reaksi, koefisien gesek, posisi kontak, beban kontak, dan *wear depth*. Kleemola J. dan Lehtovaara A. [3] melakukan simulasi eksperimen kontak roda gigi sepanjang garis kontak. Judul penelitiannya adalah "*Experimental simulation of gear contact along the line of action*". Mereka meneliti roda gigi lurus menggunakan alat *twin-disc test*. Pengukuran dilakukan pada 38 titik sepanjang garis kontak dengan fokus pengukuran koefisien gesekan pada kondisi pelumasan dan temperatur tertentu.



Gambar 1. Mekanis kontak roda gigi, (a) pada titik pertama kontak, (b) pada titik pitch dan (c) pada titik terakhir kontak [1]



Gambar 2. Model elemen hingga sepasang roda gigi [2]

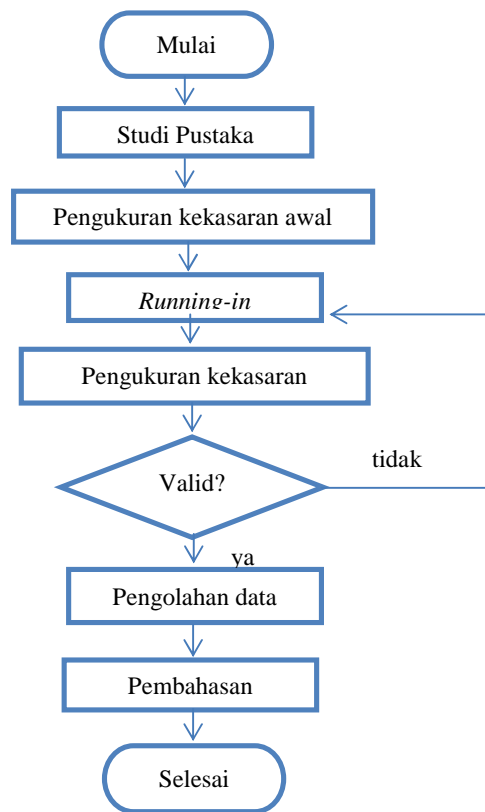
Penelitian tentang keausan roda gigi pada kondisi kering tanpa pelumas dilakukan oleh Dhanasekaran S. dan Gnanamoorthy R. [4] dengan judul “*Gear tooth wear in sintered spur gears under dry running conditions*”. Roda gigi disinter dengan penambahan MoS₂. Hasilnya adalah dengan penambahan MoS₂ akan menambah densitas, kekerasan, kekuatan dan ketahanan aus. Hal yang sama juga dilakukan oleh Walton D. dan Goodwin A.J. [5] dalam penelitiannya yang berjudul “*The wear of unlubricated metallic spur gear*”. Roda gigi yang diteliti terbuat dari baja karbon, besi grafit, besi cor, dan aluminium bronze. Beberapa roda gigi juga dilapisi oleh molybdenum disulphide, electroless nickel, copper, lead/tin dan beberapa macam material lainnya dengan pelapisan elektro, kimia dan fisika. Roda gigi aluminium bronze memiliki keausan tertinggi tetapi memiliki permukaan yang paling halus.

Tujuan penelitian ini adalah mengukur kekasaran permukaan pada roda gigi transmisi sebelum dan setelah *running-in* serta mengetahui koefisien gesekan pada roda gigi transmisi sepeda motor.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan sebagai spesimen adalah sepasang roda gigi transmisi sepeda motor Honda Supra dengan masing-masing diameter lingkaran jarak adalah 90 mm, modul 4.5, jumlah gigi 20, lebar gigi 20 mm. Alat uji yang digunakan adalah buatan sendiri dengan menggunakan dua buah motor listrik masing-masing 1 hp 1600 rpm 3 fasa yang bisa diatur putarannya. Sedangkan putaran spesimen bisa diatur antara 0-6000 rpm. Beban torsi bisa diatur pada salah satu poros spesimen.

Penelitian diawali dengan persiapan spesimen roda gigi tingkat 3 sepeda motor Honda Supra dari Honda Genuine Parts, non HGP dan produk Usaha Kecil Menengah (UKM). Spesifikasi roda gigi ditunjukkan pada tabel 1. Sebelum melakukan eksperimen terlebih dahulu diukur kekasaran permukaan awal roda gigi pada area kontak menggunakan *stylus profilometer* seperti yang ditunjukkan pada tabel 2. Eksperimen dilakukan dengan variasi beban torsi. *Running-in* dilakukan dengan waktu tertentu. Setelah proses *running-in* roda gigi diukur kekasaran permukaan pada area kontak. Sehingga diketahui nilai kekasaran permukaan selama waktu tertentu dan jarak tertentu. Setelah eksperimen dilakukan analisa kekasaran permukaan dan koefisien gesek. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Tabel 1. Spesifikasi roda gigi sepeda motor Honda Supra

Parameter	Satuan	Pinion	Gear
Jumlah gigi	-	20	20
Sudut tekan	derajat		20
Sudut helix	derajat		0
Rasio gear	-		1
Lingkaran kepala	mm		91,5
Modul	mm		4,5
Lebar gigi	mm	20	20

Tabel 2. Parameter kekasaran permukaan awal roda gigi

Parameter		Honda Genuine Parts		Non-HGP		UKM	
		Rata-rata (μm)	Standar deviasi (μm)	Rata- rata (μm)	Standar deviasi (μm)	Rata- rata (μm)	Standar deviasi (μm)
Kekasaran rms	R_q	0,33	0,053	0,51	0,078	0,92	0,125
Kekasaran rata-rata	R_a	0,25	0,036	0,45	0,056	0,85	0,106
Jarak rata-rata puncak ke lembah	R_z	1,58	0,27	1,80	0,67	2,58	0,97
Kurtosis	R_{ku}	4,85	3,85	5,25	4,55	6,35	6,15
Skewness	R_{sk}	-0,94	0,38	-1,24	0,68	-2,57	1,38

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Alat uji roda gigi (*gear test rig*) ditunjukkan pada gambar 4. Alat tersebut menggunakan 2 buah motor masing-masing 1 Hp, 1600 Rpm, 3 phasa yang dapat diatur kecepatannya, dapat digunakan untuk menguji disk maupun roda gigi, dimensi spesimen dapat bervariasi, kecepatan putar masing-masing spesimen bisa dibedakan, transmisi menggunakan roda gigi, penopang poros spesimen berbentuk profil U, spesimen dapat diganti dengan mudah dan cepat, beban torsi menggunakan sistem disc break hidrolis, pembebanan tekan menggunakan sistem hidrolis, mudah dan murah dalam pembuatan, ergonomis, ada sistem pelumasan, sistem kontrol menggunakan *micro-drive*. Beban torsi disesuaikan dengan standar ASTM D5182 seperti pada tabel 3.

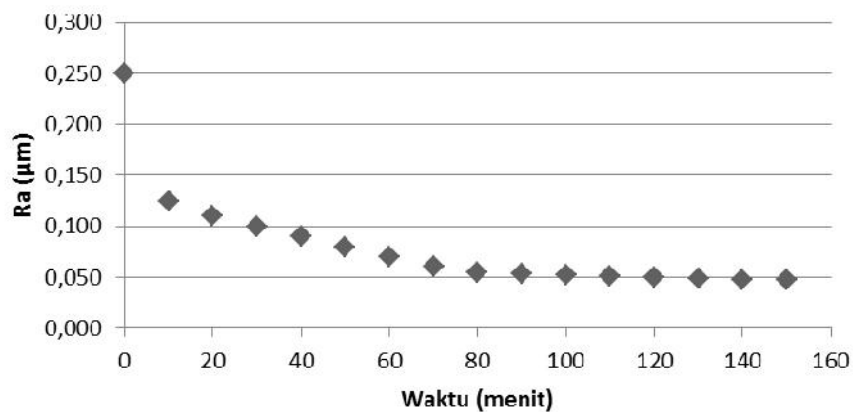
Tabel 3. Standar beban torsi untuk pengujian roda gigi (ASTM D5182)

Tingkat beban	Torsi pada pinion (Nm)	Gaya normal pada gigi (N)	Tekanan kontak Hertz (MPa)	Usaha total (kWh)
1	3,3	99	146	0,19
2	13,7	407	295	0,97
3	35,3	1044	474	2,96
4	60,8	1799	621	6,43
5	94,1	2786	773	11,8
6	135,5	4007	929	19,5
7	183,4	5435	1080	29,9
8	239,3	7080	1232	43,5
9	302,0	8949	1386	60,8
10	372,6	11029	1539	82,0
11	450,1	13342	1691	107,0
12	534,5	15826	1841	138,1



Gambar 4. Alat uji roda gigi (*gear test rig*)

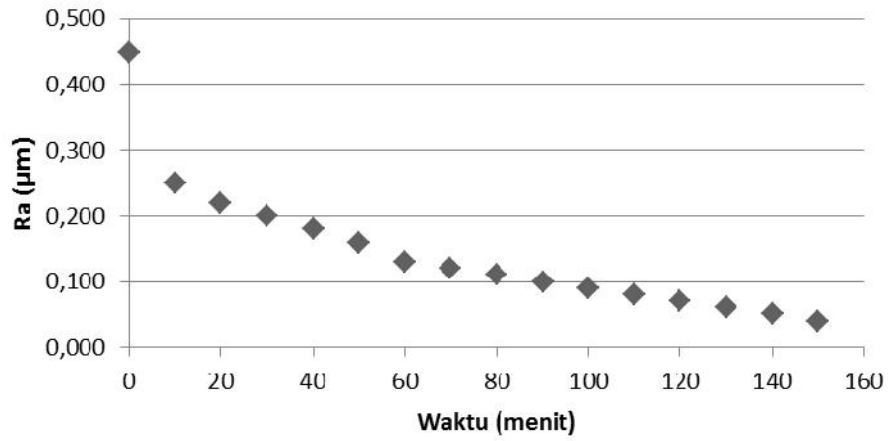
Pada fase penelitian, ditetapkan kecepatan putar roda gigi adalah 1500 rpm dan beban torsi pada pinion sebesar 15 Nm. Hasil pengukuran kekasaran permukaan ditampilkan berupa grafik seperti yang ditunjukkan pada gambar 5, 6 dan 7 untuk masing-masing roda gigi.



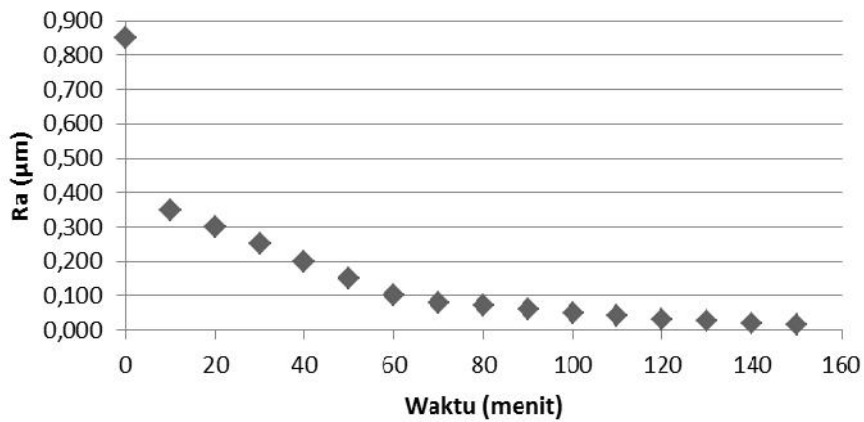
Gambar 5. Grafik kekasaran permukaan terhadap waktu setelah *running-in* produk HGP

Dari gambar 5 di atas tampak bahwa selama proses *running-in* roda gigi mengalami penurunan kekasaran permukaan. Hal tersebut disebabkan kontak yang sebenarnya terjadi adalah antar asperiti. Pada produk Honda Genuine Parts (HGP) penurunan kekasaran permukaan tidak begitu tajam, hal ini disebabkan material dari produk HGP sangat bagus. Berbeda dengan produk non-HGP seperti pada gambar 6. Penurunan kekasaran permukaan lebih tajam daripada produk HGP. Penurunan kekasaran permukaan paling tajam dialami oleh produk dari Usaha Kecil Menengah (UKM) seperti ditunjukkan

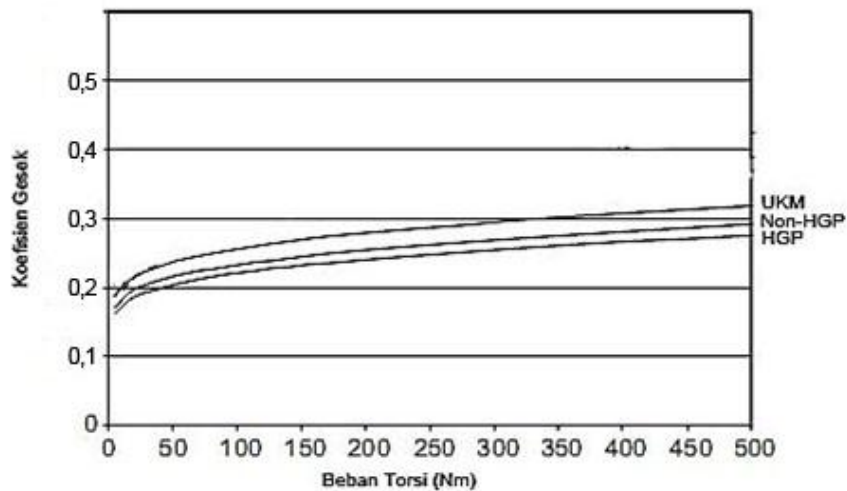
oleh gambar 7. Produk UKM ini dalam pembuatan masih kasar, bahan materialnya tidak memenuhi standar roda gigi dan finishing tidak halus.



Gambar 6. Grafik kekasaran permukaan terhadap waktu setelah *running-in* produk non-HGP



Gambar 7. Grafik kekasaran permukaan terhadap waktu setelah *running-in* produk UKM

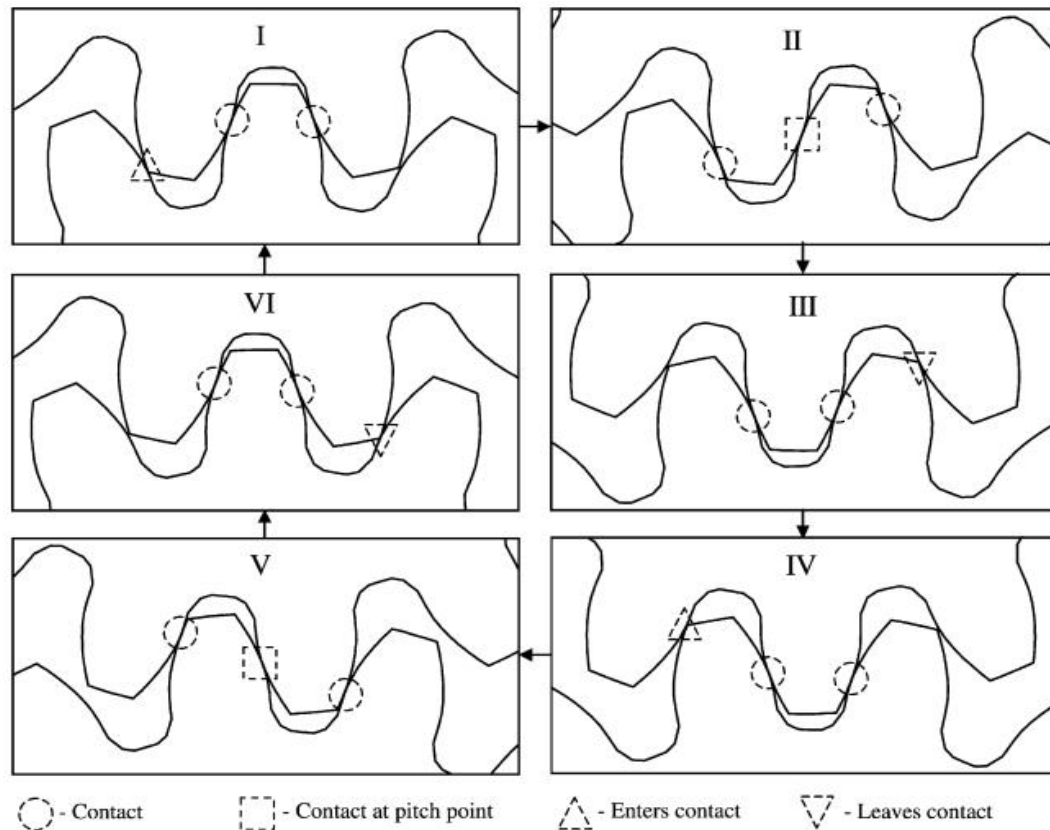


Gambar 8. Grafik koefisien gesek terhadap beban torsi

Koefisien gesek mengalami peningkatan sejalan dengan meningkatnya beban torsi seperti yang ditunjukkan pada gambar 8. Beberapa faktor yang mempengaruhi umur pakai dari sebuah mesin, antara lain kualitas komponen, cara pemakaian, perawatan, kondisi kerja dan lainnya. Ditinjau dari kerja komponen-komponen di dalam mesin itu sendiri, juga akan berbeda dalam hal beban kerjanya sehingga berpengaruh pada umur pakai produk.

Hampir semua suatu komponen mengalami kontak mekanis pada permukaan ketika sedang dalam kondisi kerja, Kontak yang terjadi antar komponen bisa berupa *static contact*, *rolling contact*, atau *sliding contact*. misalnya pada saat mesin beroperasi, Komponen-komponen mesin akan saling bersinggungan dan mengalami sebuah kontak juga gesekan sesama komponennya, *ball* dengan *inner race* dan *outer race* pada *ball bearing*, gesekan piston terhadap dinding silinder dalam motor bakar, gesekan *camshaft* dengan katup dalam motor bakar, dan lain sebagainya. Akibat dari kerja komponen tersebut maka akan timbul adanya pengikisan permukaan komponen atau sering disebut keausan (*wear*).

Running-in adalah sebuah fenomena yang terjadi setelah awal kontak dalam gerak relatif antara permukaan yang sama-sama baru [6]. Pada roda gigi skema kontak ditunjukkan pada gambar 9. Pada proses *running-in* ini asperiti dari kedua permukaan roda gigi akan terpangkas sampai batas tertentu. Terpangkasnya asperiti ini ditunjukkan dengan penurunan kekasaran permukaan selama proses *running-in*.



Gambar 9. Skema kontak pada roda gigi [2]

4. KESIMPULAN

Dari hasil eksperimen bisa disimpulkan bahwa selama proses *running-in* terdapat fenomena penurunan kekasaran permukaan roda gigi sebanding dengan waktu. Tentu saja koefisien gesek mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya beban torsi. Dalam hal ini Produk Honda Genuine Parts lebih baik daripada produk non-HGP dan produk UKM.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akbarzadeh S., Khonsari M.M., 2011, “*Experimental and theoretical investigation of running-in,*” Tribology International 44, pp. 92–100.
- [2] Brauer J., Anderson S., 2003, “*Simulation of wear in gears with flank interference – a mixed FE and analytical approach,*” Wear 254, pp. 1216–1232.
- [3] Kleemola J., Lehtovaara A., 2009, “*Experimental simulation of gear contact along the line of action,*” Tribology International 42, pp. 1453-1459.
- [4] Dhanasekaran S., Gnanamoorthy R., 2008, “*Gear tooth wear in sintered spur gears under dry running conditions,*” Wear 265, pp. 81–87.
- [5] Walton D., Goodwin A.J., 1998, “*The wear of unlubricated metallic spur gears,*” Wear 222, pp. 103-113.
- [6] Jamari, (2006), *Running-in of Rolling Contacts*, PhD thesis, Twente University, The Netherland.