

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Berbagai penelitian tentang koefisien gesek ini sudah banyak dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. Ada banyak jurnal penelitian yang mengangkat tentang materi yang disajikan. Penelitian sebelumnya mengatakan bahwa kondisi permukaan benda kerja terhadap permukaan benda lain dapat mempengaruhi gaya gesek, seperti kekasaran permukaan dan pelumasan. Tujuan penelitian tersebut adalah untuk menganalisis koefisien gesek permukaan terhadap viskositas pelumas pada bidang miring. Jenis pelumas yang digunakan adalah *SAE 20*, *SAE 90* dan *SAE 140*. Sedangkan spesimen yang digunakan pada uji gesek, yaitu baja *ST-37*. Pengujian dilakukan dengan tanpa pelumas dan dengan pelumas yang viskositasnya berbeda yaitu oli *SAE 20*, *SAE 90* dan *SAE 140*. Hasil penelitian pada kondisi tanpa pelumas, dengan pelumas *SAE 20* dan dengan pelumas *SAE 90* menunjukkan bahwa semakin kasar permukaannya, maka semakin besar sudut gesek dan koefisien gesek yang diperoleh. Sedangkan pada kondisi pelumas *SAE 140*, terjadi penurunan sudut gesek dan koefisien gesek dengan bertambahnya kekasaran permukaan. Pada spesimen halus dalam kondisi dengan pelumas, semakin kental viskositasnya, maka sudut geseknya juga semakin besar. Pada spesimen kasar dengan kondisi pelumas, semakin tinggi viskositas pelumasnya, maka sudut geseknya semakin kecil. (M. Bahar dkk., 2015)

Pada penelitian selanjutnya, dilakukan percobaan untuk menentukan koefisien gesekan statis dan koefisien gesekan kinetis antara dua permukaan. Metode yang digunakan adalah balok dan beban yang dihubungkan dengan benang nilon. Balok tersebut diletakkan di atas sebuah papan, kemudian benang nilon dihubungkan dengan katrol yang bebannya dibiarkan menggantung. Selanjutnya, diberikan gaya luar dengan cara menjatuhkan beban pada papan sampai balok bergerak sedikit (untuk μ_s) dan bergerak lurus berubah beraturan (untuk μ_k). Dengan memanipulasi massa benda m_1 dan m_2 pada tiap percobaan, sehingga didapatkan nilai koefisien gesek statis sebesar $(0,38 \pm 0,012)$ dengan

taraf ketelitian sebesar 96,84%. Sedangkan nilai koefisien gesek kinetis sebesar $(0,34 \pm 0,042)$ dengan taraf ketelitian sebesar 87,65%. Sehingga hasil tersebut sudah sesuai dengan teori bahwa $\mu_s > \mu_k$. (Dewi dkk, 2012)

Salah satu penelitian mengatakan bahwa pada permesinan tidak lepas dari adanya kontak mekanik antara elemen satu dengan elemen lainnya. Kontak mekanik tersebut dapat mengakibatkan terjadinya keausan (*wear*). Pemberian pelumas pada bagian tersebut dapat membantu dalam pengurangi terjadinya keausan. Keausan ada yang memang diperlukan dan ada yang harus dihindari. Proses *grinding*, *cutting*, pembubutan dan lainnya adalah contoh keausan yang memang diperlukan, sedangkan keausan yang harus dihindari adalah kontak mekanik pada elemen mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya. Tujuan penelitian tersebut adalah untuk mengetahui pengaruh viskositas pelumas terhadap gaya gesek pada kekasaran permukaan yang berbeda-beda yang menggunakan pelumas berjenis *single grade*. Spesimen yang digunakan pada uji gesek antara landasan gesek dengan material gesek adalah jenis logam *ST-37*. Dari penelitian tersebut diperoleh bahwa gaya gesek yang paling besar terjadi pada kondisi tanpa pelumas. Pada kondisi tanpa pelumas menunjukkan bahwa semakin kasar permukaan spesimen maka semakin besar gaya gesek yang akan ditimbulkan. Sedangkan, penelitian pada kondisi menggunakan pelumas, gaya gesek antara spesimen dan plat lebih kecil dibandingkan pada kondisi tanpa pelumas. (I. Syafaat, 2012)

Penelitian lainnya dilakukan dalam dunia industri yang sering ditemukan suku cadang yang mengalami gaya gesek statis dan kinetis. Perubahan gaya gesek dari statis ke kinetis ini disebut *stick-slip friction*. Terjadinya *stick-slip friction* dapat mengakibatkan daerah tersebut memiliki gaya gesek dengan nilai yang paling besar, sehingga fenomena *stick-slip friction* cukup berpengaruh terhadap umur pakai dari suatu material. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan variasi pembebanan terhadap keausan material dan nilai koefisien gesek saat terjadi fenomena *stick-slip friction* dengan menggunakan material pin baja *ST-41* yang secara umum lebih mudah ditemukan di pasaran. Penelitian ini menggunakan metode pengujian eksperimental dengan menggunakan tribometer tipe *pin-on-plate*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar

pembebanan maka semakin besar keausan yang akan ditimbulkan oleh gesekan *stick-slip*. Selisih kedalaman titik gesekan *stick-slip* dan titik gesekan *sliding* pada pembebanan 20 N sebesar 39,5 μm lebih kecil daripada pembebanan 30 N sebesar 40,5 μm , 30 N lebih kecil dari pada 40 N sebesar 73 μm . Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar pembebanan maka semakin besar keausan yang ditimbulkan oleh gesekan *stick-slip*. Nilai koefisien gesek pada area *stick-slip* dengan pembebanan 20 N sebesar 3.064677686, 30 N sebesar 2.624380797 dan 40 N sebesar 1.552499331 cenderung menurun seiring dengan meningkatnya besar pembebanan. (Rahmat dan Yusuf, 2017)

Tabel 2.1 Tabel Koefisien Gesekan
(Sumber : Pakpahan, 2015)

NO	Permukaan	Koefisien Gesekan Statis (μ_s)	Koefisien Gesekan Kinetis (μ_k)
1	Karet pada beton basah	0,03	0,25
2	Teflon pada baja	0,04	0,04
3	Teflon pada teflon	0,04	0,04
4	Kuningan pada baja	0,51	0,44
5	Tembaga pada baja	0,53	0,36
6	Aluminium pada baja	0,61	0,47
7	Tembaga pada kaca	0,68	0,53
8	Baja pada baja	0,74	0,57
9	Seng pada besi cor	0,85	0,21
10	Kaca pada kaca	0,94	0,40
11	Karet pada beton(kering)	1,00	0,80
12	Tembaga pada besi cor	1,05	0,29
13	Kayu pada kayu	0,40	0,20
14	Kayu pada baja	0,70	0,40
15	Kayu pada salju	0,08	0,06
16	Baja pada baja	0,74	0,57
17	Aluminium pada baja	0,61	0,47
18	Tembaga pada baja	0,53	0,36

19	Kaca pada kaca	0,94	0,40
20	Tembaga pada kaca	0,64	0,53
21	Teflon pada Teflon	0,04	0,04
22	Teflon pada baja	0,04	0,04
23	Karet pada beton(kering)	1,00	0,80
24	Karet pada beton (berair)	0,30	0,25
25	Bola gotri yang diberi oli	< 0,01	< 0,01

Beberapa *literature review* di atas bertujuan untuk mencari koefisien gesek, yang membedakannya hanya metode dan spesimen atau material yang digunakan serta pembandingan yang beragam, sehingga dapat membantu dalam pembuatan proposal penelitian ini.

Tabel 2.2 Tinjauan Pustaka
(Sumber : Diolah)

Tahun	Nama Peneliti	Judul	Kesimpulan
2015	M. Bahar Fitrianto, Darmanto, dan Imam Syafa'at	Pengujian Koefisien Gesek Permukaan Plat Baja St 37 Pada Bidang Miring Terhadap Viskositas Pelumas Dan Kekasaran Permukaan	Pada kondisi tanpa pelumas, dengan pelumas <i>SAE 20</i> dan <i>SAE 90</i> menunjukkan bahwa semakin kasar permukaannya, maka semakin besar juga sudut gesek dan koefisien geseknya. Sedangkan pada kondisi pelumas <i>SAE 140</i> , terjadi peningkatan kekasaran permukaan sehingga mengakibatkan penurunan sudut gesek dan koefisien gesek. Pada spesimen I dalam kondisi

			<p>dengan pelumas, semakin kental viskositasnya, maka sudut gesek dan koefisien geseknya semakin besar. Pada spesimen II dan III dengan kondisi pelumas, semakin tinggi viskositas pelumasnya, sudut gesek dan koefisien geseknya semakin kecil.</p>
2012	B. Agus,Darmanto, dan I. Syafaat	Karakterisasi Koefisien Gesek Permukaan Baja St 37 Pada Bidang Datar Terhadap Viskositas Pelumas	<p>Pada kondisi tanpa pelumas, gaya gesek berbanding lurus dengan kekasaran permukaan, semakin kasar permukaan spesimen maka semakin besar gaya geseknya. Pada permukaan yang halus, pemakaian pelumas dengan viskositas <i>SAE 20</i> dan <i>SAE 40</i> akan menaikkan gaya gesek dan koefisien gesek. Pada permukaan yang kasar, pemakaian pelumas dengan viskositas yang semakin tinggi akan menurunkan gaya gesek dan koefisien gesek.</p>

2008	I. Syafa'at	Tribologi, Daerah Pelumasan dan Keausan	<p>Tribologi berasal dari bahasa Yunani yang berarti menggaruk atau mendorong. Tribologi ialah ilmu yang mempelajari gesekan, aus dan pelumasan. Dengan tribology, pemborosan energi dapat dihemat. Perkembangan ilmu ini dimulai dari bangsa Mesir, Leonardo da Vinci, Stribeck sampai dengan peneliti-peneliti sekarang. Daerah pelumasan dibagi menjadi 3 (tiga) rejim, yaitu: <i>(Elasto)</i> <i>Hydrodynamic Lubrication</i>, <i>Boundary Lubrication</i>, <i>Mixed Lubrication</i>. Proses aus terjadi pada <i>Boundary lubrication</i>. Keausan terdiri atas keausan adesif, keausan abrasif, keausan lelah permukaan dan keausan kimiawi. Usaha yang dilakukan untuk mengurangi aus diantaranya dengan pelumasan dan coating atau</p>
------	-------------	---	---

			pelapisan logam pada permukaan.
2011	Darmanto	Mengenal Pelumas pada Mesin	Pemakaian jenis pelumas secara umum dipengaruhi oleh putaran mesin, tekanan kontak dan temperatur kerja. Sedangkan, koefisien gesek permukaan kontak dipengaruhi oleh viskositas pelumas, kekasaran permukaan, putaran mesin dan tekanan kontak.
2005	Tri Widodo Besar Riyadi	Pengaruh Koefisien Gesekan pada Proses Manufaktur	Koefisien gesek sangat mempengaruhi besar gaya penekanan selama proses ekstrusi. Semakin besar koefisien gesekan maka gaya penekanan yang dibutuhkan akan semakin besar pula. Besar gaya penekanan pada proses ekstrusi juga tergantung dari besarnya reduksi benda kerja.
2017	Rahmat Raja Barita Siregar dan Yusuf Kaelani	Studi Eksperimental Kedalaman Aus dan Koefisien Gesek Akibat <i>Stick-Slip</i> pada <i>Reciprocating Wear</i>	Penelitian menunjukkan bahwa semakin besar pembebanan maka semakin besar keausan yang ditimbulkan oleh gesekan <i>stick-slip</i> . Nilai koefisien gesek pada area <i>stick-slip</i> dengan pembebanan 20 N

			sebesar 3.064677686, 30 N sebesar 2.624380797 dan 40 N sebesar 1.552499331 cenderung menurun seiring dengan meningkatnya besar pembebanan.
2009	Khusnul Khotimah	Gaya Gesek dan Pengaruhnya dalam Kehidupan Manusia	Gaya gesek adalah gaya yang berarah melawan gerak benda atau arah kecenderungan benda akan bergerak. Gaya gesek muncul apabila dua buah benda bersentuhan. Benda-benda yang dimaksud disini tidak harus berbentuk padat, tetapi dapat pula berbentuk cair, ataupun gas. Gaya gesek antara dua buah benda padat adalah gaya gesek statis dan kinetis, sedangkan gaya antara benda padat, cairan, dan gas adalah gaya Stokes.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Gaya Gesek

Gaya gesek adalah gaya yang bekerja dengan melawan gerak benda tersebut atau arah kecenderungan benda yang akan bergerak. Gaya gesek akan terjadi jika terdapat dua benda yang bersentuhan. Benda-benda yang dimaksud tidak hanya berbentuk padat, tetapi dapat juga dalam bentuk cair, ataupun gas. Gaya gesek ada yang dapat merugikan dan ada yang dapat menguntungkan. Gesekan yang terjadi pada dua roda gigi yang

saling bersinggungan pada saat berputar, poros yang berputar dengan bantalannya pada mesin, piston dan silinder mesin yang mengalami aus adalah contoh kerugian yang disebabkan oleh gaya gesekan. Sedangkan contoh gaya gesek yang menguntungkan adalah gesekan yang terjadi pada proses penggerindaan, gesekan ban dengan aspal, gesekan sandal dengan tanah pada saat manusia berjalan diatas bumi. Gaya gesek merupakan akumulasi interaksi mikro antar kedua permukaan yang saling bersentuhan serta gaya elektrostatis yang bekerja pada masing-masing permukaan. Friksi adalah gaya yang menahan gerakan *sliding* atau *rolling* satu benda terhadap benda lainnya. Friksi besar (*high friction*) dibutuhkan untuk bekerjanya mur dan baut, klip kertas penjepit tang catut, sol sepatu, serta alat pemegang. Namun, friksi juga merupakan tahanan terhadap gerakan yang bersifat merugikan, sehingga dibutuhkan 20% tenaga untuk mengatasi gaya friksi pada elemen yang merugikan. Oleh karena itu, friksi kecil (*low friction*) diperlukan untuk benda yang bergerak seperti mesin tenaga (*engine*). Selain itu, dibutuhkan friksi konstan (*constant friction*) untuk konstruksi rem, dan kopling agar gerakan tidak tersendat saat bekerja (Dewanto, 2002).

Gaya gesek yang terjadi pada permukaan yang halus memiliki nilai yang lebih kecil jika dibandingkan dengan gaya gesek yang terjadi pada permukaan yang kasar. Konstruksi mikro pada permukaan benda dapat menyebabkan gesekan menjadi minimum, bahkan cairan tidak lagi dapat membasahinya (Dewanto, 2002).

Gesekan terbagi menjadi 2 (dua) jenis, yaitu gesekan kering yang dapat disebut gesekan (*Coulomb*) serta gesekan fluida. Pada gesekan kering akan terjadi kontak langsung antara dua buah benda padat yang saling bergesekkan dan dapat dinyatakan bahwa permukaan yang halus akan menyebabkan gaya gesek atau koefisien gesek menjadi lebih kecil nilainya dibandingkan dengan permukaan yang kasar, begitu pula sebaliknya, permukaan yang kasar akan menyebabkan gaya gesek atau koefisien gesek menjadi lebih besar nilainya. Sedangkan, gesekan fluida berkembang di antara lapisan fluida yang bergerak dengan kecepatan

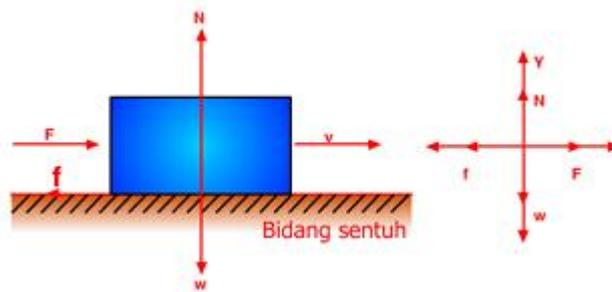
berbeda. Gesekan fluida sangat penting jika melibatkan aliran fluida lewat pipa atau berhubungan dengan benda tenggelam dalam cairan yang bergerak, hal itu juga merupakan dasar dalam analisis gerak dari mekanisme pelumasan (Yanuar, 2007).

Secara umum, gaya gesek suatu benda dapat digolongkan dalam 2 (dua) jenis, yaitu gaya gesek statis dan gaya gesek kinetis. Gaya gesek statis terjadi saat benda dalam keadaan diam atau tepat akan bergerak, dalam keadaan tersebut nilai koefisien geseknya selalu lebih besar dibanding nilai koefisien gesek kinetis. Sedangkan, gaya gesek kinetik terjadi saat benda dalam keadaan bergerak. gaya statis dan gaya kinetis akan muncul jika permukaan dua zat bersentuhan secara fisik, di mana gaya gesek tersebut sejajar dengan arah gerak benda dan berlawanan dengan arah gerak benda (Yanuar, 2007).

2.2.2 Gaya Gesek Statis

Gaya gesek statis merupakan gesekan yang terjadi antara dua benda padat yang tidak bergerak relatif satu dan lainnya, seperti gerakan statis yang muncul saat mencegah benda meluncur ke bawah pada bidang miring. Koefisien gesek statis umumnya dinotasikan dengan μ_s dan pada umumnya lebih besar dari koefisien gesek kinetis. Gaya gesek statis dihasilkan dari sebuah gaya yang diaplikasikan tepat sebelum benda tersebut bergerak, gaya gesekan maksimum antara dua permukaan sebelum gerakan terjadi adalah hasil dari koefisien gesek statif dikalikan dengan gaya normal ($f = \mu_s F_n$). Ketika tidak ada gesekan yang terjadi, gaya gesek dapat memiliki nilai dari nol hingga gaya gesek maksimum (M. Bahar, dkk. 2015)

Gaya gesek statis juga dapat dilihat dalam kehidupan sehari-hari, seperti balok kayu yang diletakkan pada papan tripleks yang dilapisi plastik, jika ditarik perlahan balok kayu tidak langsung bergerak. Selama balok kayu tersebut ditarik dengan suatu gaya pada bidang singgung, sehingga akan timbul gaya gesekan yang disebut *gaya gesekan statis* yang diberi lambang “ f_s ”.



Gambar 2.1 Gaya Gerak
(Sumber : Khusnul, 2009)

Besar gaya gesekan sebanding dengan besar tekanan di antara kedua permukaan benda. Gaya gesekan statis dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$f_s = \mu_s \cdot N \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

f_s = Gaya gesek statis

N = Gaya Normal

μ_s = koefisien gesekan statis

$N = W$ (berat benda)

Gaya gesekan akan terus bertambah jika benda tersebut belum bergerak saat ditarik dengan gaya F , gaya gesek statis akan menunjukkan nilai maksimum pada saat benda tepat akan bergerak. Gaya gesekan pada saat benda tepat akan bergerak disebut dengan gaya gesekan statis maksimum atau $f_s(\text{max})$ yang besarnya dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$f_s = \mu_s \cdot N \dots\dots\dots(2.2)$$

2.2.3 Gaya Gesek Kinetis

Gaya gesek kinetis (dinamis) terjadi ketika dua benda bergerak relatif satu sama lainnya dan saling bergesekan. Koefisien gesek kinetis umumnya dinotasikan dengan μ_k dan pada umumnya selalu lebih kecil

dari gaya gesek statis untuk material yang sama. Contohnya ketika lantai yang licin membuat seseorang sulit berjalan di atasnya karena gaya gesekan yang terjadi antara kaki dengan lantai sangat kecil. Gaya gesek atau gaya gesekan merupakan gaya yang ditimbulkan oleh dua permukaan yang saling bersentuhan. Untuk menggerakkan balok kayu diatas lantai dibutuhkan gaya yang dapat mengatasi gaya gesekan statis. Setelah bergerak, gaya itu mempertahankan gerak benda dan digunakan untuk mengatasi gaya gesekan kinetis. Sehingga hanya diperlukan gaya yang lebih kecil dari pada gaya yang digunakan untuk mulai menggerakkannya. Gaya gesek statis akan berkurang sedikit demi sedikit dan berubah menjadi gaya gesekan kinetis ketika benda sudah bergerak, sehingga gaya gesekan kinetis selalu lebih besar dari pada gaya gesekan statis maksimum. (Khusnul, 2009)

$$f_k = \mu_k \cdot N \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

f_k = Gaya gesek kinetis

N= Gaya Normal

μ_k = koefisien gesekan kinetis

N = W (berat benda)

Dari persamaan 2.1 dan 2.2 diatas menyatakan bahwa koefisien gesek kinetis adalah koefisien gesekan yang timbul selama benda bergerak (Nilai $\mu_s > \mu_k$).

2.2.4 Pengaruh Kecepatan pada Koefisien Gesek

Pada logam umumnya, koefisien gesek akan menurun jika kecepatan gesek dinaikkan, nilai koefisien tersebut hampir tidak berubah meskipun dalam batas kecepatan yang sedang digunakan dalam pengujian. Mulanya, para peneliti tidak sependapat bahwa nilai koefisien gesek akan berubah jika terjadi perubahan kecepatan gesek, tetapi selanjutnya dilakukan

eksperimen untuk melihat gejala yang terjadi jika ada perubahan kecepatan gesek.

2.2.5 Mekanisme Dasar Gesekan

Ada dua faktor yang dapat mempengaruhi gesekan antara dua permukaan yang berkontak dan bergerak relatif tanpa pelumas, yaitu faktor adhesi yang terjadi pada bidang kontak dan faktor deformasi. Jika kedua faktor tersebut adalah independen dan tidak ada interaksi antara kedua faktor tersebut, maka:

$$F = F_{\text{adhesi}} + F_{\text{deformasi}}$$

Dengan F sebagai gaya gesekan total, jika persamaan diatas dibagi dengan W , maka persamaan tersebut dapat ditulis sebagai berikut (dalam besaran koefisien gesek) :

$$f = f_A + f_D \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan subskrip A dan D menyatakan komponen adhesi dan deformasi. Kontribusi deformasi dapat diabaikan jika menggunakan permukaan yang memiliki kerataan optis (*optically smooth*). Sehingga gaya gesek total yang terjadi adalah hanya adhesi. Disisi lain, jika pelumas digunakan diantara dua permukaan kasar yang saling bergerak relatif, maka komponen adhesi dapat diabaikan sehingga gaya gesek total yang terjadi hanya akibat proses deformasi. Pada kasus normal ketika gesekan antara dua permukaan kasar tanpa pelumas, koefisien gesek adhesi umumnya memiliki minimal dua kali koefisien gesek deformasi.

2.2.6 Konsep Gaya Gesek Pada Pemesinan

Gesekan umumnya terjadi di antara dua permukaan benda yang bersentuhan, baik terhadap udara, air atau benda padat. Ketika sebuah benda bergerak di udara, permukaan benda tersebut akan bersentuhan dengan udara sehingga terjadi gesekan antara benda tersebut dengan udara. Demikian juga ketika bergerak di dalam air.

Gaya gesekan juga selalu terjadi antara permukaan benda padat yang bersentuhan, sekalipun benda tersebut sangat licin. Permukaan benda yang sangat licin pun sebenarnya sangat kasar dalam skala mikroskopis. Tonjolan-tonjolan mikroskopis akan mengganggu gerak benda ketika benda akan digerakkan. Pada tingkat atom, sebuah tonjolan pada permukaan menyebabkan atom-atom sangat dekat dengan permukaan lainnya, sehingga gaya-gaya listrik di antara atom dapat membentuk ikatan kimia sebagai penyatu kecil di antara dua permukaan benda yang bergerak. Ketika sebuah benda bergerak, misalnya ketika sebuah buku pada permukaan meja didorong, gerakan buku tersebut mengalami hambatan dan akhirnya berhenti, karena terjadi gesekan antara permukaan bawah buku dengan permukaan meja serta gesekan antara permukaan buku dengan udara, di mana dalam skala mikroskopis, hal ini terjadi akibat pembentukan dan pelepasan ikatan tersebut. (I. Syafa'at, 2008)

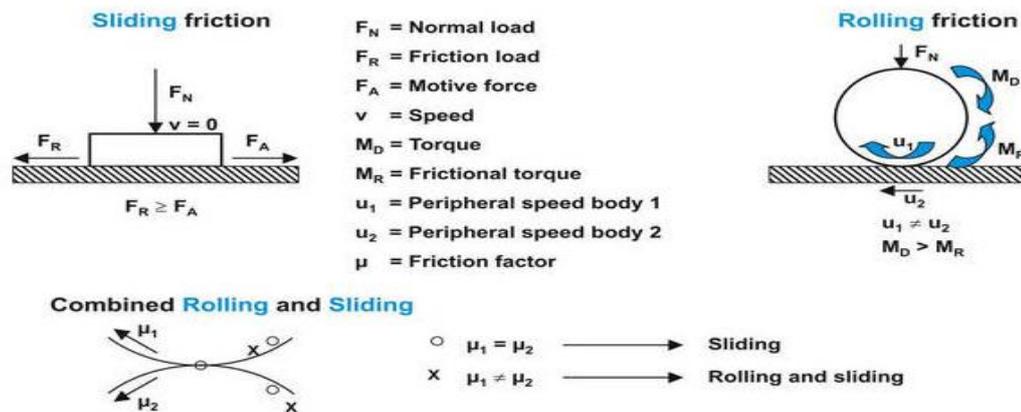
Ketika sebuah benda berguling di atas suatu permukaan, misalnya roda kendaraan yang berputar atau bola yang berguling di tanah, gaya gesekan pada benda tersebut akan tetap ada walaupun lebih kecil jika dibandingkan saat benda tersebut meluncur di atas permukaan benda lain. Gaya gesekan yang bekerja pada benda yang berguling di atas permukaan benda lainnya dikenal dengan *gaya gesekan rotasi*. Sedangkan gaya gesekan yang bekerja pada permukaan benda yang meluncur di atas permukaan benda lain (misalnya buku yang didorong di atas permukaan meja) disebut sebagai *gaya gesekan translasi*.

Gesekan merupakan faktor pendukung dalam mekanisme operasi sebagian besar peralatan atau mesin. Untuk bekerjanya mur dan baut, rem, kopling dan lain-lain dibutuhkan gaya gesek yang besar. Gaya gesek juga dibutuhkan pada saat manusia berjalan agar tak terpeleset. Namun friksi juga merupakan tahanan terhadap gerakan yang bersifat merugikan, sehingga 20% tenaga mesin mobil dipergunakan untuk mengatasi gaya gesek pada elemen mesin yang bergerak (Rahmat , 2017).

Oleh karena itu gesekan kecil dibutuhkan seperti pada mesin tenaga (*engine*), elemen arloji dan lain-lain. Selain itu, gaya gesekan konstan juga

dibutuhkan agar gerakan rem dan kompling tidak tersendat. Friksi dapat dibagi menjadi 2 (dua), yaitu friksi *sliding* dan friksi *rolling*.

Gambar 2.2 di bawah ini memperlihatkan gaya gesek sliding, rolling dan kombinasi antara gaya gesek sliding dan rolling.



Jika permukaan suatu benda bergesekan dengan permukaan benda lain, masing-masing benda tersebut melakukan gaya gesekan antara satu dengan yang lain. Gaya gesekan pada benda yang bergerak selalu berlawanan arah dengan arah gerakan benda tersebut. Selain menghambat gerak benda, gesekan dapat menimbulkan aus dan kerusakan. Minyak pelumas yang diberikan pada mesin kendaraan sepeda motor bertujuan untuk mengurangi gaya gesekan yang terjadi pada mesin. Jika tidak diberi minyak pelumas maka mesin kendaraan akan cepat rusak, contoh ini merupakan salah satu kerugian yang disebabkan oleh gaya gesek.

2.2.7 Pelumas

Pelumas adalah zat kimia yang umumnya cairan memiliki fungsi untuk mengurangi gaya gesek jika diberikan di antara dua benda bergerak. Zat ini merupakan fraksi hasil destilasi minyak bumi yang memiliki suhu 105-135 derajat *celcius*. Pelumas berfungsi sebagai lapisan pelindung yang memisahkan dua permukaan yang berhubungan. Umumnya pelumas terdiri dari 90% minyak dasar dan 10% zat tambahan. Oli mesin adalah salah satu penggunaan pelumas yang dapat dipakai pada mesin pembakaran (PT. Sinar Berkah Pelumas Indonesia, 2013).

Berikut adalah beberapa fungsi dan tujuan pelumas dalam ilmu permesinan, diantaranya :

- a. Mengurangi gesekan serta mencegah keausan dan panas, dengan cara oli dapat membentuk suatu lapisan tipis (*oil film*) untuk mencegah kontak langsung permukaan logam dengan logam.
- b. Sebagai media pendingin, yaitu dengan menyerap panas dari bagian-bagian yang mendapat pelumasan dan kemudian membawa serta memindahkannya pada sistem pendingin.
- c. Sebagai bahan pembersih, yaitu dengan mengeluarkan kotoran pada bagian-bagian mesin.
- d. Mencegah karat pada bagian-bagian mesin.
- e. Mencegah terjadinya kebocoran gas hasil pembakaran.



Gambar 2.3 Oli transmisi mobil
(Sumber : diolah)

SAE (Society of Automotive Engineers) adalah persatuan ahli otomotif dunia yang bertugas untuk menetapkan standar viskositas atau kekentalan ukuran dari tebal lapisan serta kemampuan mengalir pelumas pada suhu 100 derajat *celcius* dan pada -18 derajat *celcius*, dan terbentuknya Komisi Standart Pelumas *SAE* Tahun 1923, *SAE* sudah mengklasifikasikan pelumas menurut viskositas, dan ada aturan untuk penggantian pelumas dilakukan setiap 800-1000 mil. Pada tahun 1930, pelumas sudah menggunakan bahan aditif untuk pengembangan pelumas modern deterjen, temperatur ekstrim, tekanan dan anti lumpur (Darmanto, 2012).

JASO (*Japan Automobile Standard Organization*) adalah suatu badan organisasi yang bertugas mengeluarkan standar *grading* atau level pelumas yang didasarkan terhadap kandungan *phospor* dalam pelumas, standar ini dibuat oleh Jepang untuk memenuhi tuntutan teknologi di sepeda motor yang menggunakan kopling. A JASO MA (gesekan tinggi) pelumas yang khusus digunakan pada mesin yang menggunakan gesekan besar seperti kopling basah, ada di *type cub* dan *sport*. Sedangkan, A JASO MB (gesekan rendah) khusus untuk mesin dengan gesekan lebih kecil, seperti kopling kering (Darmanto, 2012).

API (*American Petroleum Institute*) adalah suatu institusi di Amerika yang bertugas menetapkan *grading* atau level pelumas menurut *service classification* untuk mesin bensin. Standar *grading* di dasarkan kepada proteksi oksidasi, proteksi keausan, *high temperature engine deposit*, *foaming*, pembentukan asam, pembentukan kerak, perlindungan korosi yang berujung kepada konsumsi bahan bakar yang efisien, performa mesin dan emisi yang rendah. *Grading* yang ada : SG, SJ, SL, SM : untuk motor keluaran tahun 94. Semakin tinggi *service API*nya, maka semakin baik pula kualitas pelumasnya (Darmanto, 2012).

2.2.8 Klasifikasi oli (Minyak Pelumas)

2.2.8.1 Berdasarkan Wujud Pelumas

Berdasarkan wujudnya, minyak pelumas dapat digolongkan menjadi dua bentuk, yaitu cair (*liquid*) atau biasa disebut oli, dan setengah padat (*semi solid*) atau biasa disebut gemuk.

2.2.8.2 Berdasarkan Zat Pembentukan Pelumas

Berdasarkan zat kimia pembentukan pelumas yang diatur oleh *The American Petroleum Institutes Engine Service Classification* yaitu :

1. Pelumas mineral atau dapat juga disebut pelikan adalah pelumas yang berasal dari minyak bumi. Pelumas ini merupakan mineral yang terbaik untuk digunakan sebagai pelumas mesin-mesin diesel otomotif, kapal, dan industri.

2. Pelumas nabati, yaitu pelumas yang terbuat dari bahan lemak binatang atau tumbuh-tumbuhan. Pelumas nabati memiliki sifat bebas sulfur atau belerang, tetapi tidak tahan suhu tinggi, sehingga untuk mendapatkan sifat gabungan yang baik biasanya sering dicampur dengan bahan pelumas yang berasal dari bahan minyak mineral, biasa disebut juga *compound oil*.
3. Pelumas sintetik, yaitu pelumas yang bukan berasal dari nabati ataupun mineral. Minyak pelumas ini berasal dari suatu bahan yang dihasilkan dari pengolahan tersendiri. Pelumas sintetik memiliki keunggulan yaitu ada daya tahannya terhadap suhu tinggi yang lebih baik daripada pelumas mineral atau nabati, daya tahan terhadap asam.

2.2.8.3 Berdasarkan Viskositas atau Kekentalan

Berdasarkan viskositas atau kekentalan yang dinyatakan dalam nomor-nomor *SAE (Society of Automotive Engineer)*, angka *SAE* yang lebih besar menunjukkan minyak pelumas yang lebih kental. Pelumas dibedakan menjadi dua macam yaitu :

1. Oli *monograde*, yaitu oli yang indeks kekentalannya dinyatakan hanya satu angka.
2. Oli *multigrade*, yaitu oli yang indeks kekentalannya dinyatakan dalam lebih dari satu angka.

2.2.8.4 Berdasarkan Penggunaan

Berdasarkan penggunaan minyak pelumas yang diatur oleh *The American Petroleum Institutes Engine Service Classification* penggunaan dibedakan menjadi dua yaitu :

1. Penggunaan minyak pelumas untuk mesin bensin.
2. Penggunaan minyak pelumas untuk mesin diesel.

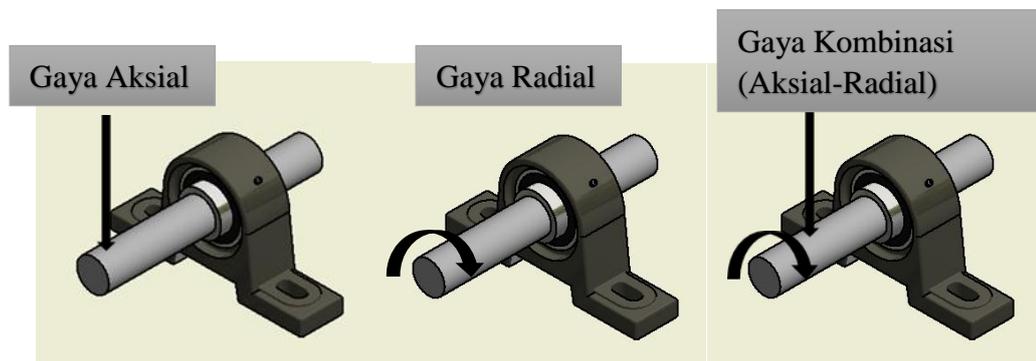
2.2.8.5 Berdasarkan Bahan Dasar

Berdasarkan bahan dasarnya, oli atau minyak pelumas dibagi menjadi :

1. Pelumas dari bahan nabati atau hewani.
2. Pelumas dari bahan minyak mineral atau minyak bumi dan pelumas sintetis.

2.3 Gaya yang Terjadi pada Poros Saat Material Saling Bergesekan

Pada saat pengujian dilakukan poros menerima pembebanan torsi yang diberikan untuk mendapatkan hasil koefisien gesek sehingga ada pbeberapa gaya yang diterima oleh poros tersebut yaitu gaya aksial, gaya radial dan gaya kombinasi (gaya aksial - radial). Pada gambar dibawah ini menunjukkan gaya yang terjadi pada poros pada saat pembebanan.



Gambar 2.4 Gaya Terjadi pada Poros yaitu Gaya Aksial, Gaya Radial, dan Gaya Kombinasi (Sumber : diolah)