

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA: TEORI KEAUSAN

2.1 Pengertian keausan

Definisi paling umum dari keausan yang telah dikenal sekitar 50 tahun lebih yaitu hilangnya bahan dari suatu permukaan atau perpindahan bahan dari permukaannya ke bagian yang lain atau Bergeraknya bahan pada suatu permukaan [3]. Definisi lain tentang keausan yaitu sebagai hilangnya bagian dari permukaan yang saling berinteraksi yang terjadi sebagai hasil gerak relatif pada permukaan [4].

Keausan yang terjadi pada suatu material disebabkan oleh adanya beberapa mekanisme yang berbeda dan terbentuk oleh beberapa parameter yang bervariasi meliputi bahan, lingkungan, kondisi operasi, dan geometri permukaan benda yang terjadi keausan.

2.2 Jenis-jenis keausan dan penyebabnya

Mekanisme keausan dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu keausan yang penyebabnya didominasi oleh perilaku mekanis dari bahan dan keausan yang penyebabnya didominasi oleh perilaku kimia dari bahan [5], sedangkan menurut Koji Kato, tipe keausan terdiri dari tiga macam, yaitu *mechanical, chemical and thermal wear* [6].

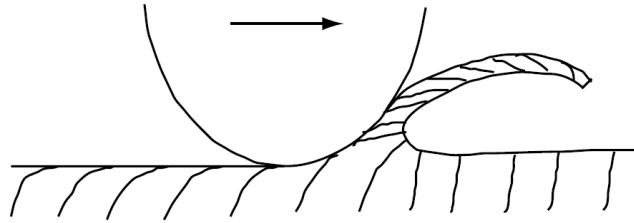
2.2.1 Keausan yang disebabkan perilaku mekanis (*mechanical*)

Digolongkan lagi menjadi *abrasive, adhesive, flow and fatigue wear*.

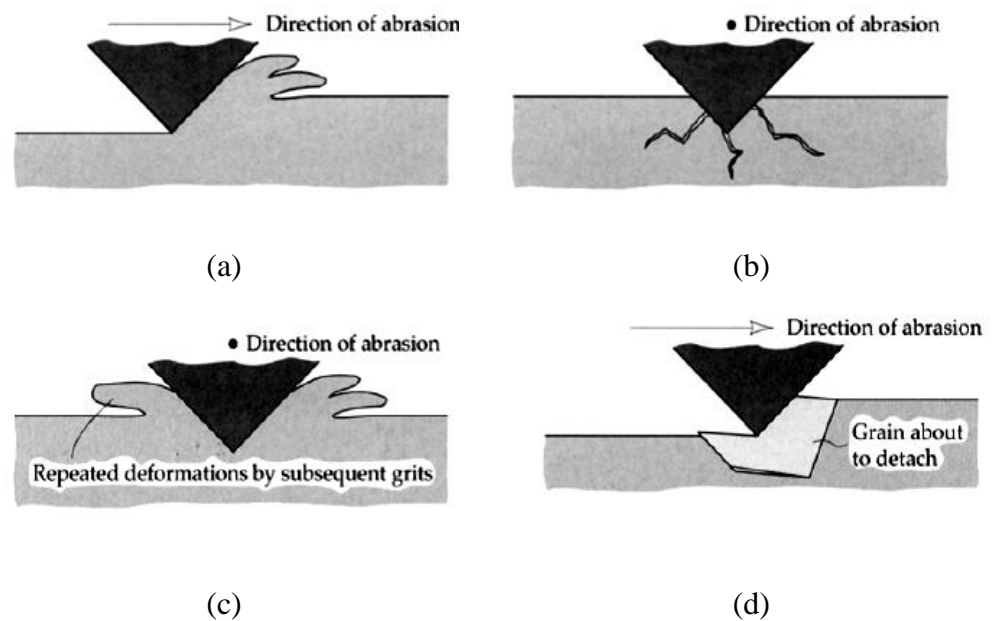
1. *Abrasive wear*.

Keausan ini terjadi jika partikel keras atau permukaan keras yang kasar menggerus dan memotong permukaan sehingga mengakibatkan hilangnya material yang ada di permukaan tersebut (*earth moving equipment*) [5, 6].

Contoh : *micro-cutting, wedge forming, dan ploughing*.



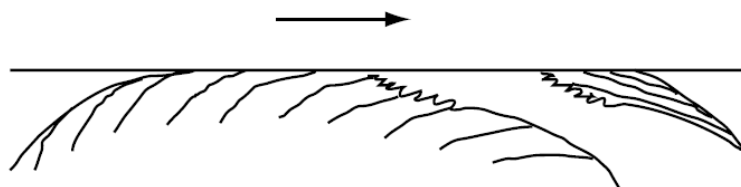
Gambar 2.1. *Abrasive wear* oleh *microcutting* pada permukaan yang lunak.



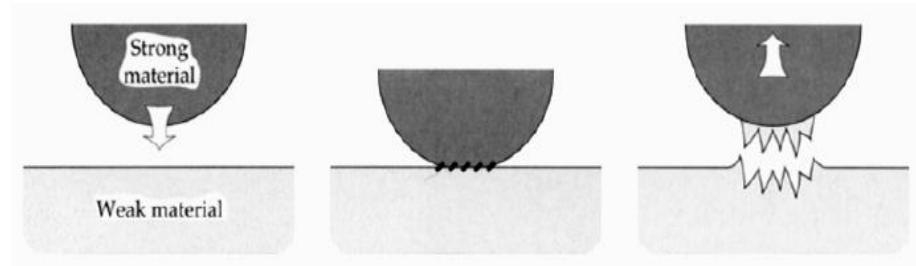
Gambar 2.2. Mekanisme pada *abrasive wear* a) *cutting*, b) *fracture*, c) *fatigue by repeating ploughing* dan d) *grain pull-out* [5, 6].

2. *Adhesive wear*.

Keausan ini terjadi jika partikel permukaan yang lebih lunak menempel atau melekat pada lawan kontak yang lebih keras.



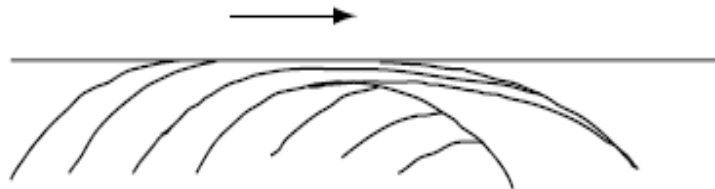
Gambar 2.3. *Adhesive wear* karena *adhesive shear* dan *transfer* [7].



Gambar 2.4. Proses perpindahan logam karena *adhesive wear* [5, 6].

3. *Flow wear*.

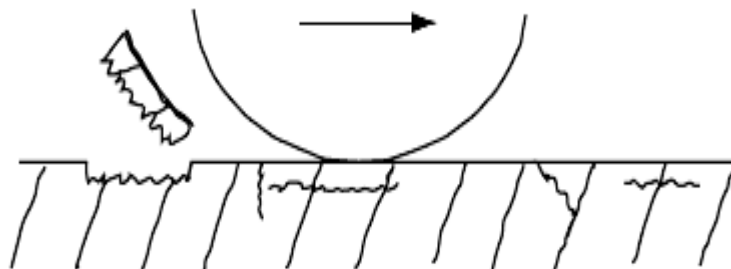
Keausan ini terjadi jika partikel permukaan yang lebih lunak mengalir seperti meleleh dan tergeser plastis akibat kontak dengan lain, seperti Gambar 2.5.



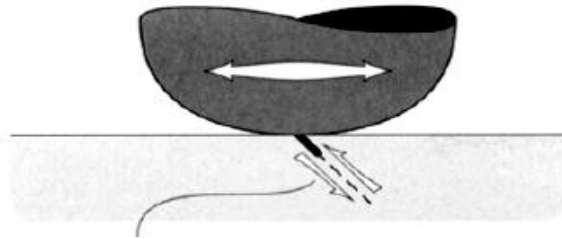
Gambar 2.5. *Flow wear* oleh penumpukan aliran geseran plastis [7].

4. *Fatigue wear*.

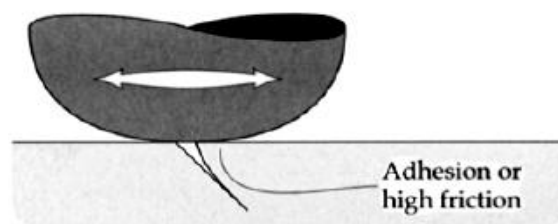
Fenomena keausan ini didominasi akibat kondisi beban yang berulang (*cyclic loading*). Ciri-cirinya perambatan retak lelah biasanya tegak lurus pada permukaan tanpa deformasi plastis yang besar, seperti: *ball bearings*, *roller bearings* dan lain sebagainya seperti pada Gambar 2.6.



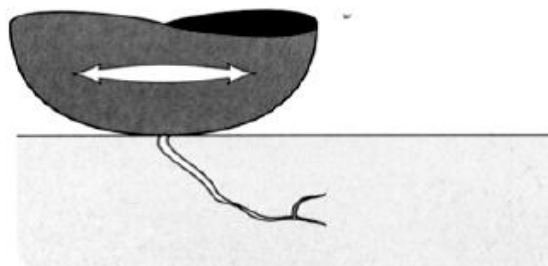
Gambar 2.6. *Fatigue wear* karena retak di bagian dalam dan merambat [7].



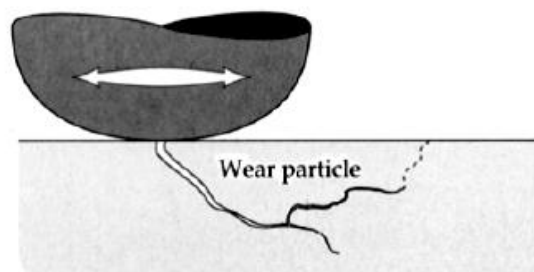
- a. Permulaan retak sebagai hasil dari proses fatik.



- b. Retak primer merambat sepanjang bidang *slip*.

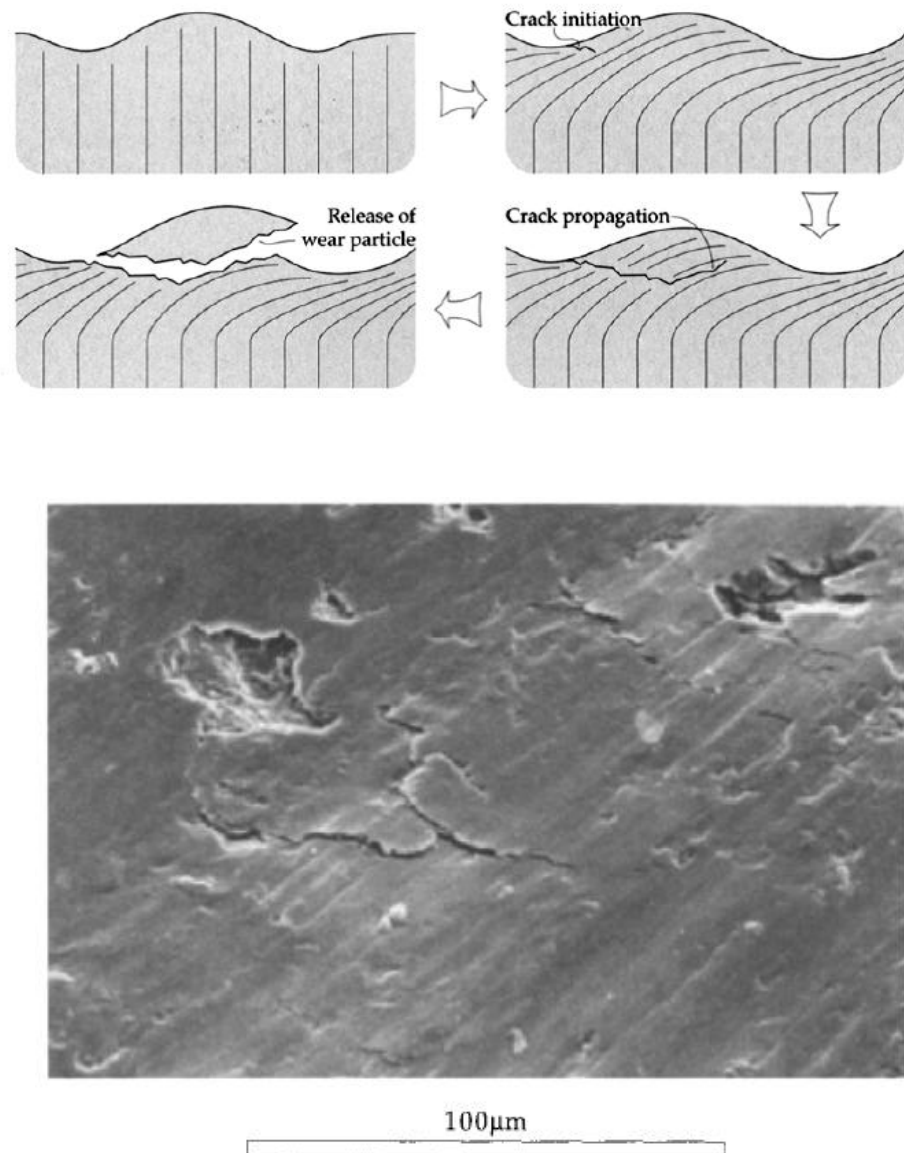


- c. Retak tambahan dari permulaan retak.



- d. Tambahan retak merambat dan terbentuklah partikel keausan.

Gambar 2.7. Skema penggambaran proses retak dari awal retak dan merambatnya retak permukaan [8].



Gambar 2.8. Contoh terbentuknya partikel keausan pada aus lelah [9].

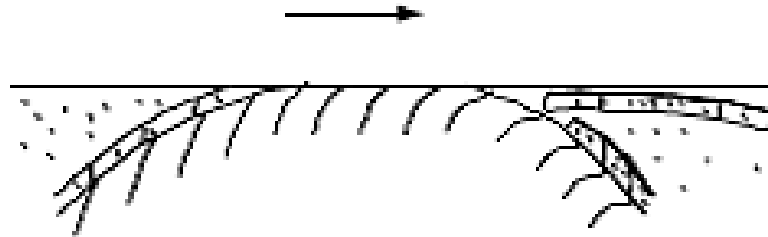
2.2.2 Keausan yang disebabkan perilaku kimia

1. *Oxidative wear.*

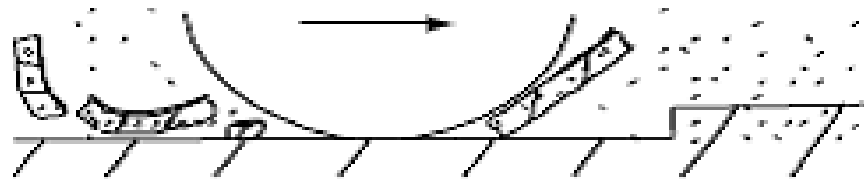
Pada peningkatan kecepatan *sliding* dan beban rendah, lapisan oksida tipis, tidak lengkap, dan rapuh terbentuk. Pada percepatan yang jauh lebih tinggi, lapisan oksida menjadi berkelanjutan dan lebih tebal, mencakup seluruh permukaan. Contoh: Permukaan luncur di dalam lingkungan yang oksidatif.

2. *Corrosive wear*.

Mekanisme ini ditandai oleh batas butir yang korosif dan pembentukan lubang. Misalnya, permukaan *sliding* di dalam lingkungan yang korosif.



Gambar 2.9. *Corrosive wear* karena patah geser pada lapisan lentur [7].



Gambar 2.10. *Corrosive wear* karena pengelupasan yang terjadi pada lapisan yang rapuh [7].

2.2.3 Keausan yang disebabkan perilaku panas (*Thermal Wear*)

1. *Melt wear*.

Keausan yang terjadi karena panas yang muncul akibat gesekan benda sehingga permukaan aus meleleh.

2. *Diffusive wear*.

Terjadi ketika ada pancaran (*diffusion*) elemen yang melintasi bidang kontak misalnya pada perkakas baja kecepatan tinggi.

Dalam banyak situasi keausan, ada banyak mekanisme yang beroperasi secara serempak, akan tetapi biasanya akan ada satu mekanisme penentu tingkat keausan yang harus diteliti dalam hal ini berhubungan dengan masalah keausan. Hubungan antara

koefisien gesek dan laju keausan belum ada penjelasan yang tepat, karena hubungan keduanya akan selalu berubah terhadap waktu [10]. Saat ini yang paling banyak digunakan dan paling sederhana dalam memodelkan keausan adalah model keausan Archard, beberapa yang lain mencoba mengembangkan model keausan dengan memasukkan efek gesekan dalam menawarkan model yang lebih akurat yang dibandingkan dengan penelitian percobaan yang telah dibuat [11].

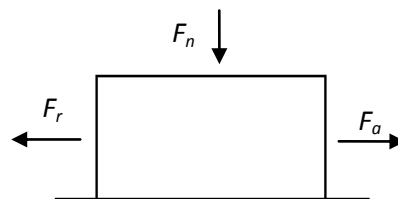
2.3 Teori *sliding*, *rolling* dan *rolling-sliding contact*.

Keausan pada suatu benda dapat terjadi ketika benda tersebut mengalami kontak diantara dua permukaan, diantaranya dapat karena benda tersebut mengalami peristiwa *sliding contact*, *rolling contact* atau mengalami dua peristiwa yang bersamaan yaitu *rolling sliding contact*.

2.3.1 Teori *sliding contact*.

Gesekan biasanya 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 (*asperity*).

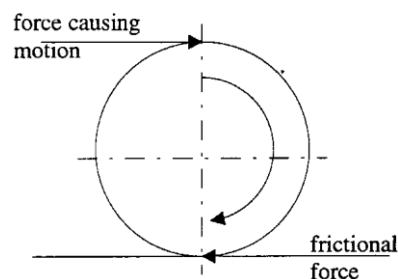
Jika permukaan suatu benda bergeseran dengan permukaan benda lain, masing-masing benda tersebut melakukan gaya gesekan antara satu dengan yang lain. Gaya gesekan pada benda yang bergerak selalu berlawanan arah dengan arah gerakan benda tersebut. Selain menghambat gerak benda, gesekan dapat menimbulkan aus dan kerusakan.



Gambar 2.11. *Sliding contact* [12].

2.3.2 Teori *rolling contact*

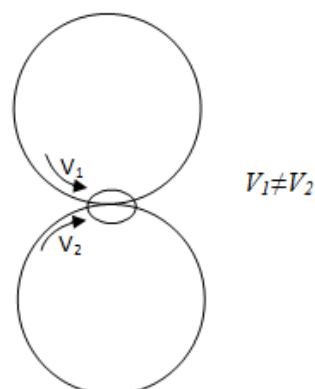
Rolling adalah perbedaan kecepatan sudut (*angular*) relatif antara dua benda terhadap suatu *axis* yang berada dalam suatu bidang tangensial [4,18]. Yaitu fenomena terjadinya perpindahan (*displacement*) secara rotasi pada suatu titik, yang diakibatkan adanya perbedaan ω . Pada problem 2-D untuk dua buah silinder, kontak yang terjadi berjenis *line contact*. *Rolling contact* sesungguhnya hanya dapat terjadi jika terdapat gesekan, sehingga gaya tangensial yang dipindahkan akan selalu lebih kecil dari gaya normal. Jika gesekan dihilangkan, maka hanya terjadi perubahan sudut tanpa diikuti perpindahan.



Gambar 2.12. *Rolling contact* [13].

2.3.3 Teori *rolling-sliding contact*

Rolling contact dapat diartikan adanya kontak antara dua buah benda dimana benda mengalami rotasi dan adanya pembebanan untuk benda tersebut sehingga terjadinya kontak. ketika dua buah benda tersebut mengalami rotasi yang sama dapat dikatakan bahwa benda tersebut mengalami *rolling* sempurna. Namun dalam kenyataannya kondisi *rolling* sempurna sangat sulit ditemui.



Gambar 2.12. *Rolling sliding contact* [14].

Ketika benda tersebut berputar, sedemikian sehingga titik kontak bergerak ke permukaan benda, kemudian ada dua berbagai kemungkinan dimana kecepatan V_1 dari titik-kontak pada permukaan benda satu sama dengan kecepatan V_2 dari titik-kontak di atas permukaan benda dua, atau tidak. Dalam kasus ini (kecepatan yang sama) orang menyebutnya *rolling*, kemudian kasus tentang dorongan dinamakan *sliding*, atau *rolling* dengan *sliding*.