

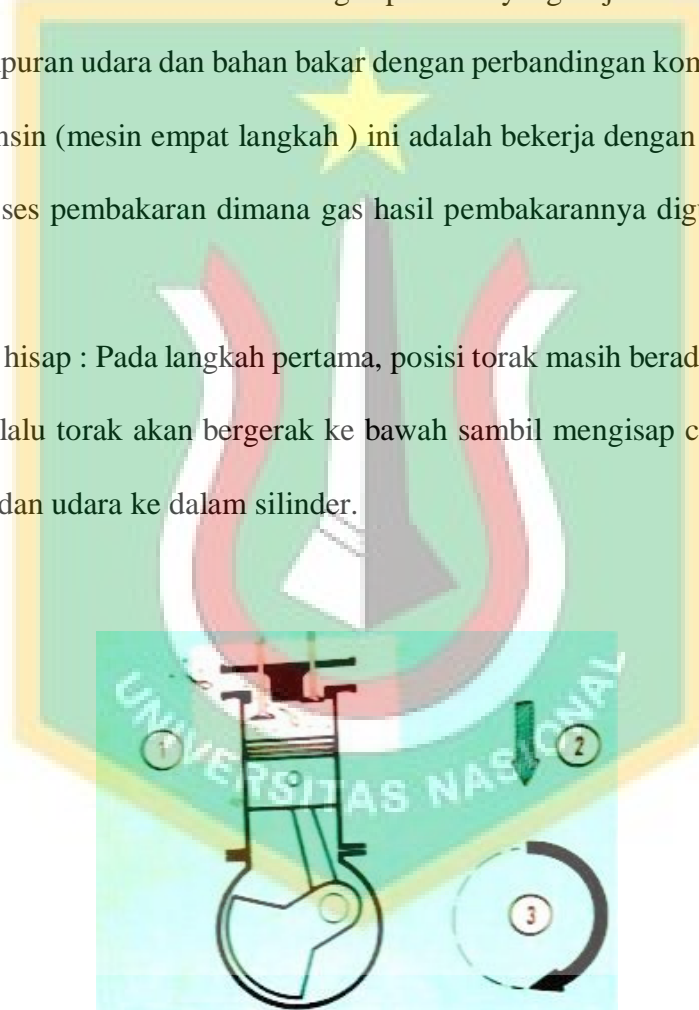
BAB II

TINJAUAN LITERATUR

2.1 Prinsip Kerja Motor Bensin

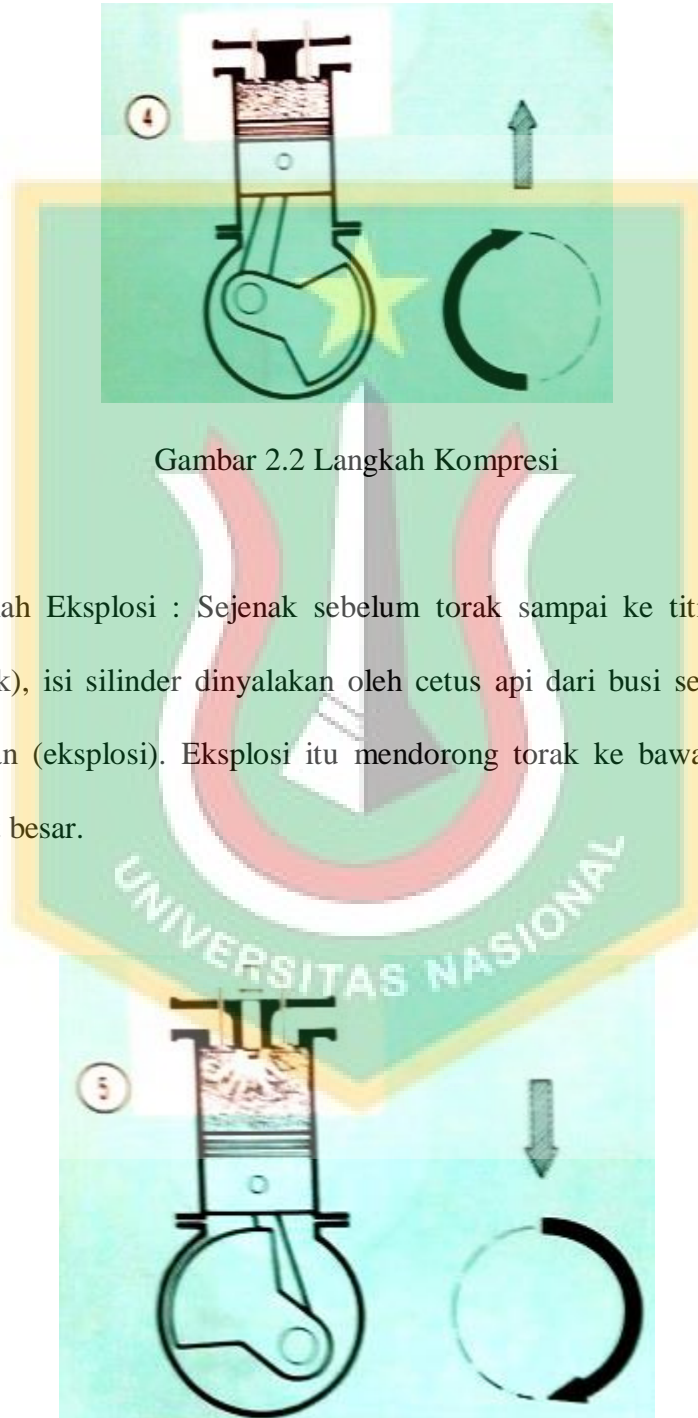
Motor bensin merupakan motor pembakaran dalam jenis torak yang hasil pembakarannya berasal dari loncatan bunga api listrik yang terjadi di dalam ruang bakar dan membakar campuran udara dan bahan bakar dengan perbandingan kompresi tertentu. Prinsip kerja motor bensin (mesin empat langkah) ini adalah bekerja dengan memanfaatkan energi termal dari proses pembakaran dimana gas hasil pembakarannya digunakan sebagai fluida kerja langsung.

1. Langkah hisap : Pada langkah pertama, posisi torak masih berada di atas, katup masuk terbuka, lalu torak akan bergerak ke bawah sambil mengisap campuran bahan bakar (bensin) dan udara ke dalam silinder.



Gambar 2.1 Langkah Isap

- Langkah Kompresi : Bila torak telah sampai pada posisi terendah, silinder seluruhnya terisi dengan campuran bahan bakar (bensin) dan udara, serta katup masuk telah tertutup, lalu torak akan bergerak ke atas dengan mendesak pengisian dalam silinder.



Gambar 2.2 Langkah Kompresi

- Langkah Eksplosi : Sejenak sebelum torak sampai ke titik tertinggi (titik mati puncak), isi silinder dinyalakan oleh cetus api dari busi sehingga menyebabkan ledakan (eksplosi). Eksplosi itu mendorong torak ke bawah dengan daya yang sangat besar.

Gambar 2.3 Langkah Eksplosi

- Langkah Buang : Sejenak sebelum torak sampai ke titik terendah (titik mati bawah) katup buang terbuka. Kemudian torak bergerak ke atas dan mendesak gas yang sudah terbakar keluar melalui katup buang.



Gambar 2.4 Langkah Buang

- Seluruh proses kemudian berulang kembali, dimulai dengan langkah isap. Karena dengan empat langkah torak terjadi satu kali langkah kerja, motor ini dinamakan: Motor Empat-Tak (Empat Langkah). Pada sistem motor empat tak, tiap satu langkah kerja memerlukan dua kali perputaran poros engkol, dimana tiap satu putaran sama dengan dua kali langkah torak.

Poros Penggerak merupakan suatu komponen utama dalam suatu mesin pembakaran kendaraan bermotor. Poros Penggerak berfungsi untuk menghubungkan putaran poros engkol (crankshaft) dari mesin menuju puli (pulley) primer, sebagai poros utama komponen ini tersambung dengan poros engkol (crankshaft) mesin secara tetap sehingga rpm mesin sama dengan rpm puli primer. Komponen driveshaft sangat berpengaruh pada distribusi

tenaga yang dihasilkan menuju roda, komponen ini akan menerima beban dan tekanan yang sangat tinggi ketika mesin beroperasi. [2]

2.2 Jenis Poros Engkol

Crankshaft dapat diklasifikasikan kedalam 2 (dua) kelompok yaitu sebagai berikut :

1. Poros engkol tipe terpisah untuk mesin dengan satu silinder (pada umumnya terdapat pada sepeda motor).
2. Poros engkol tipe menyatu untuk mesin dengan multi silinder atau silinder lebih dari satu (pada umumnya digunakan pada kendaraan mobil).

2.3 Komponen Poros Engkol

Adapun komponen utama poros engkol adalah^[3] :

1. Crank Journal

Bagian ini dipasang pada *main bearing* atau metal duduk sebagai penopang.

Dengan begitu poros engkol bisa berputar dengan poros journalnya masing-masing.

2. Crank Arm

Bagian lengan poros engkol ini berfungsi untuk menghubungkan crank journal dengan crank pin.

3. Balancer Weight

Bagian ini berperan dalam menjaga keseimbangan perputaran oleh kruk as saat bekerja. Di setiap ujungnya ada beberapa lubang atau titik *balance*, sehingga sehingga berat masing-masing komponen poros engkol bisa diposisikan dalam keadaan seimbang.

4. Saluran Oli

Saluran oli pada poros engkol berfungsi untuk tempat masuknya pelumas agar mengalir ke semua bagian poros engkol dengan mudah.

5. Poros Penggerak

Bagian ini berguna sebagai meneruskan putaran yang dihasilkan oleh crankshaft menuju transmisi.

2.4 Baja

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai grade-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (*manganese*), krom (*chromium*), vanadium, dan nikel. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan kekuatan tariknya (*tensile strength*), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (*brittle*) serta menurunkan keuletannya (*ductility*).^[2]

2.4.1 Baja Karbon

Baja karbon terdiri dari besi dan karbon sebagai penyusun utamanya. Karbon merupakan unsur penguat besi yang efektif dan murah. Oleh karena itu, pada umumnya

sebagian besar baja hanya mengandung karbon dengan sedikit unsur paduan lainnya. Perbedaan persentase kandungan karbon dalam campuran logam baja menjadi salah satu pengklasifikasian baja. Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam yaitu:

1. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)

Baja Karbon Rendah adalah baja yang mengandung karbon kurang dari 0,3% berat. Baja karbon rendah merupakan baja yang paling murah diproduksi diantara semua baja karbon, mudah dimesin dan dilas, serta keuletan dan ketangguhannya yang sangat tinggi, tetapi kekerasannya rendah dan tahan aus. Baja digunakan sebagai bahan baku pembuatan komponen bodi mobil, struktur bangunan, pipa gedung, jembatan, kaleng, pagar dan lain-lain.

2. Baja Karbon Menengah (*Medium Carbon Steel*)

Baja Karbon Menengah adalah baja yang mengandung karbon 0,3% - 0,6% berat. Baja karbon medium memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan baja karbon rendah yaitu kekerasannya lebih tinggi, kekuatan tarik dan batas regang yang lebih tinggi, tidak mudah dibentuk oleh mesin, lebih sulit digunakan untuk pengelasan, dan dapat dikeraskan (*hardening*) dengan baik. Baja karbon medium digunakan untuk poros, rel kereta api, roda gigi, pegas, baut, komponen mesin yang membutuhkan kekuatan tinggi dan lain-lain.

3. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)

Baja Karbon Tinggi adalah baja yang mengandung kandungan karbon 0,6% 1,4% berat dan memiliki ketahanan panas yang tinggi, namun keuletannya lebih rendah. Baja karbon tinggi mempunyai kuat tarik yang paling tinggi dan banyak digunakan

untuk material *tools*. Salah satu aplikasi dari baja karbon tinggi adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung di dalam baja, maka baja karbon ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas dan alat-alat perkakas seperti palu, gergaji dan lain-lain.

2.4.2 Baja Paduan

Baja paduan adalah baja yang dipadu dengan satu atau lebih unsur paduan, seperti silikon, nikel, mangan, khrom dan wolfram, yang berguna untuk memperoleh sifat-sifat baja yang dikehendaki, seperti kekuatan, kekerasan dan keuletannya. Paduan dari beberapa unsur yang berbeda memberikan sifat khas dari baja. Misalnya baja yang dipadu dengan Ni dan Cr akan menghasilkan baja yang mempunyai sifat keras dan ulet. Berdasarkan kadar paduannya, baja paduan dibagi menjadi tiga macam yaitu:

1. Baja Paduan Rendah (*Low Alloy Steel*)

Baja Paduan Rendah merupakan baja paduan yang elemen paduannya kurang dari 2,5% berat, misalnya unsur Cr, Mn, S, Si, P dan lain-lain.

2. Baja Paduan Menengah (*Medium Alloy Steel*)

Baja paduan menengah merupakan baja paduan yang elemen paduannya 2,5% berat, misalnya unsur Cr, Mn, S, Si, P dan lain-lain
10% berat, misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain.

3. Baja Paduan Tinggi (*High Alloy Steel*)

Baja Paduan Tinggi merupakan baja paduan yang elemen paduannya lebih dari 10% berat, misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain.

2.5 Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja

Unsur paduan di dalam paduan baja memberikan sifat-sifat khusus dalam paduan baja tersebut, pengaruh-pengaruh unsur paduan yaitu:^[10]

a. Karbon (C)

Merupakan unsur penguat utama pada material baja, jika kandungan baja tinggi kekuatan baja tersebut sangat kuat, namun sifat elastisitasnya akan menurun.

b. Silikon (Si)

Berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tarik, juga menambah kekerasan dan kekuatan tarik tanpa mengakibatkan penurunan pada sifat keuletannya.

c. Sulfur (S)

Kandungan sulfur berfungsi untuk menurunkan sifat keuletan dan ketangguhan terhadap beban kejut. Sulfur berlebihan akan beraksi dengan Fe membentuk FeS yang mempunyai titik leleh rendah.

d. Mangan (Mn)

Kandungan mangan berguna untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan terutama disebabkan terjadinya penguatan pada fase ferit, mangan berfungsi juga untuk mencegah terbentuknya ikatan sulfur dengan baja bentuk FeS yang mempunyai titik leleh lebih rendah dari baja, sehingga unsur Mn dapat mencegah terjadinya kerapuhan pada temperatur tinggi.

e. Krom (Cr)

Kandungan krom berfungsi untuk membentuk karbida serta meningkatkan temperatur austenisasi, ketahanan korosi, kekuatan, kekerasan, dan ketahanan sifat

aus.

f. Nitrogen (N)

Kandungan nitrogen memiliki efek pengerasan dan pengetasaan terhadap baja disamping. Itu menambahkan unsur padu berguna untuk menaikkan sifat mekanik pada temperatur rendah serta untuk meningkatkan daya tahan terhadap reaksi kimia.

g. Molibdenum (Mo)

Kandungan molibdenum berfungsi untuk meningkatkan kadar kekerasan, ketangguhan, keuletan, dan ketahanan terhadap temperatur tinggi serta memperbaiki sifat mampu lasnya.

h. Nikel (Ni)

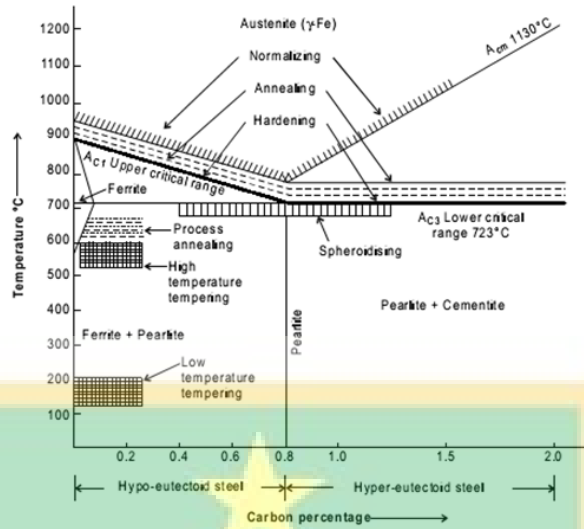
Kandungan nikel berfungsi untuk meningkatkan kekuatan dan ketangguhan baja dengan cara mempengaruhi transformasi fas. Nikel membuat struktur butiran menjadi halus dan menambah keuletan.

2.6 Perlakuan Panas

Sebelum benda uji mengalami perlakuan panas maka disebut perlakuan panas awal sedangkan setelah benda telah mengalami perlakuan panas disebut perlakuan panas akhir.

Gambar 2.1 menunjukkan beberapa jenis perlakuan panas pada baja.





Gambar 2.5. Diagram fasa dan jenis perlakuan panas baja

2.6.1 Anil (*Annealing*)

Anil (*Annealing*) merupakan salah satu proses perlakuan panas terhadap logam paduan. dalam proses pembuatan suatu produk. Pada dasarnya anil dilakukan dengan cara memanaskan logam atau paduan sampai temperatur di atas temperatur transformasi (30 °C sampai 50 °C). sehingga tercapai perubahan yang diinginkan lalu mendinginkan logam atau paduan tersebut dengan laju pendinginan yang lambat. Anil dapat dilakukan terhadap benda kerja dengan kondisi yang berbeda – beda dan dengan tujuan yang berbeda. Tujuan melakukan anil adalah untuk melunakkan, menghaluskan butir kristal, menghilangkan tegangan dalam dan memperbaiki mampu mesin (*machinability*).

2.6.2 Normalizing

Normalizing merupakan proses perlakuan panas baja sampai di atas temperatur daerah transformasi, ditahan sampai temperturnya merata kemudian didinginkan di udara

bebas. Tujuan *normalizing* adalah mendapatkan struktur butiran baja yang halus dan seragam yang pada umumnya untuk memperbaiki sifat mekanis.

2.6.3 *Hardening*

Hardening didefinisikan sebagai proses perlakuan panas baja sampai mencapai daerah austenit, yaitu kira-kira 30'-50 °C di atas garis A3 seperti pada diagram fasa kemudian dilakukan pendinginan dengan media pendinginan air atau oli sampai terbentuknya Martensit. Baja yang telah di *hardening* mempunyai kondisi struktur yang sangat keras dan getas, sehingga tidak dapat digunakan sesuai dengan penggunaan praktis. Baja yang dapat di *hardening* adalah baja dengan komposisi minimal 0,5% C.

2.6.4 *Tempering*

Tempering adalah suatu proses pemanasan kembali baja yang telah dikeraskan pada temperatur sebelum titik kritis (*sub-critical*). Tujuan penemperan adalah mendapatkan sifat keuletan dan kekerasan baja yang lebih baik. Dalam proses penemperan, martensit akan berubah menjadi *black martensit*, *troostite* dan *sorbite* yang mempunyai struktur yang lebih baik dan halus. Temperatur *tempering* tergantung pada sifat yang diinginkan, tetapi pada umumnya berkisar antara 180 – 650 °C.

2.7 **Metalografi**

Metalografi merupakan salah satu disiplin ilmu logam yang mempelajari keadaan struktur makro dan struktur mikro dapat diamati dengan menggunakan peralatan mikroskop optik. Metalografi meliputi proses penyiapan sampel yang dimulai dari pemilihan

sampel/cuplikan, pemotongan, pembersihan (*mounting*), penggerindaan, pemolesan, dan pengetsaan.^[5]

a. Pemilihan Sampel

Pemilihan sampel merupakan langkah pertama dari penyiapan analisis metalografi. Langkah ini sangat menentukan karena sampel merupakan gambaran perilaku benda kerja yang akan diuji atau dianalisis. Besar kecilnya sampel akan mempengaruhi bahan dan waktu preparasi.

b. Pemotongan Sampel

Sebelum melakukan pemotongan sampel dari suatu material, setiap metalografer harus dapat menentukan dan memilih dengan baik bagian-bagian yang akan dipotong untuk dijadikan sebagai sampel. Pada saat proses pemotongan sampel, yang harus diperhatikan adalah kemungkinan terjadinya deformasi akibat panas yang berlebihan pada sampel. Untuk mencegah dan menghindari dampak tersebut, maka disarankan selama berlangsungnya proses pemotongan sampel harus diberikan pendinginan yang memadai.

c. Penggerindaan

Penggerindaan adalah proses preparasi mekanikal untuk mengeliminasi kerusakan atau deformasi material akibat pemotongan dan menghasilkan sedikit deformasi baru. Tujuan yang ingin dicapai dalam preparasi penggerindaan adalah mendapatkan permukaan sampel material yang datar, rata dengan kerusakan/goresan minimal yang dapat dihilangkan dengan mudah selama pemolesan dalam waktu singkat. Penggerindaan sampel dibedakan menjadi 2 (dua)

yaitu penggerindaan basah (*wet grinding*) dan penggerindaan kering (*dry grinding*). Bila selama penggerindaan sampel menggunakan pendingin dan pelumas, dinamakan penggerindaan basah. Sebaliknya, bila selama penggerindaan sampel tidak menggunakan pendingin dan pelumas, dinamakan penggerindaan kering.

Penggerindaan basah mempunyai keuntungan yaitu :

- 1) Meminimalkan kerusakan permukaan akibat panas dari gesekan permukaan sampel dengan bahan abrasif (kertas ampelas),
 - 2) Memaksimalkan umur pemakaian kertas ampelas,
 - 3) Meminimalkan logam yang terperangkap di dalam partikel-partikel abrasif (*clogging*)
 - 4) Meminimalkan kecenderungan bahan abrasif lepas pada permukaan sampel.
- Disamping itu, penggerindaan basah akan mendinginkan sampel sehingga mengurangi panas gesekan yang mungkin dapat mengubah mikrostruktur material sebenarnya, penggerindaan basah umumnya menggunakan air sebagai pendingin dan pelumas, kecuali untuk material yang bereaksi dengan air menggunakan kerosin atau cairan lain sebagai pendingin dan pelumas.

d. Pemolesan

Pemolesan (*polishing*) merupakan preparasi sampel tahap akhir untuk mendapatkan permukaan sampel yang rata, bebas goresan, dan mengkilap seperti cermin (reflektivitas tinggi). Pemolesan diklasifikasikan menjadi 2 (dua) yaitu pemolesan kasar dan pemolesan halus. Pemolesan kasar melibatkan satu atau lebih tahapan *abrasive* dan *low-nap* atau *napless cloths*. Pemolesan halus juga menggunakan satu atau lebih tahapan *abrasive* dan memakai *low-medium* atau *high-nap cloths*.

Pemolesan kasar biasanya dikerjakan pada kecepatan putar piringan poles 150 – 600 rpm menggunakan pasta intan, atau jika dua tahap dibutuhkan pasta intan 9 dan 3. Pemolesan halus menggunakan pasta intan (*optional*), diikuti dengan alumina slurries 0,3 dan 0,05.

e. Pengetsaan

Pengetsaan adalah suatu proses yang dilakukan terhadap sampel untuk memperoleh informasi secara mikro dari sampel tersebut. Pengetsaan dapat dilakukan secara elektrolisis dan secara kimia. Pengetsaan secara kimia dilakukan dengan cara mencelupkan sampel ke dalam larutan etsa dengan menggunakan penjepit yang tahan karat seperti nikel atau baja tahan karat. Keberhasilan pengetsaan sampel sangat dipengaruhi oleh ketepatan waktu pengetsaan, yaitu keberadaan sampel dalam larutan atau lamanya cuplikan di dalam larutan etsa (15 ml HNO₃, 30 ml HF, 30 ml HCl, 25 ml Gliserin). Pengetsaan yang waktunya kurang lebih baik dari pada pengetsaan yang waktunya berlebihan. Pengetsaan dikendalikan oleh proses korosi hasil aksi elektrolitik antara daerah permukaan dengan potensial berbeda. Aktivitas elektrolitik hasil dari ketidakseragaman fisis atau kimia lokal memberikan beberapa fitur anodik dan lainnya katodik di bawah kondisi pengetsaan spesifik. Pengetsaan kimia menghasilkan kontras metalografi dengan *faceting* kristal hasil beda reflektivitas dan batas butir atau pengetsaan batas fasa atau butir, menghasilkan alur-alur. Selama pengetsaan, fasa anodik lebih elektropositif diserang, sedangkan fasa katodik elektronegatif tidak diserang. Jika beda potensial antara dua fasa naik, waktu pengetsaan dikendalikan secara hati-hati untuk menghindari *overetching*. Waktu pengetsaan paduan dupleks lebih cepat dibandingkan logam murni atau

paduan fasa tunggal. Fasa katodik tak teretsa, berupa relief dan nampak terang, ukurannya cukup besar. Kekasaran permukaan membuat fasa anodik nampak gelap di bawah pencahayaan daerah terang.

f. Pengamatan metalografi

Pengamatan metalografi dengan mikroskop optik dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua), yaitu :

1. Makroskopi, yaitu pengamatan struktur pembesaran 10 - 100 kali.
2. Mikroskopi, yaitu pengamatan struktur pembesaran di atas 100 kali.

Pengamatan makroskopi dapat dilakukan secara visual. Tujuan pengamatan makroskopi adalah untuk mengetahui adanya segregasi dari unsure poshpor, sulfur dan lain-lainya adanya inklusi, rongga udara, penyusutan dan rongga pada suatu logam atau logam paduan produk cor. Pengujian mikrostruktur dilakukan untuk mengetahui gambaran dari kumpulan fasa-fasa yang dapat diamati melalui teknik metalografi. Struktur mikro suatu logam dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Mikroskop yang dapat digunakan yaitu mikroskop optik dan mikroskop elektron. Sebelum dilihat dengan mikroskop, permukaan logam harus dibersihkan terlebih dahulu, kemudian reaksikan dengan reagen kimia untuk mempermudah pengamatan.^[8]

Tujuan pengamatan mikroskopi yaitu :

- a. Mengetahui sifat-sifat logam dan mengidentifikasi paduannya berdasarkan bentuk gambar struktur mikro.
- b. Melihat struktur mikro material logam sebelumnya telah mengalami proses pengerjaan/perlakuan panas (seperti *Quenching*, *Normalizing*), proses pengelasan, pengerjaan dingin, dan lain sebagainya.

- c. Melihat sebab-sebab terjadinya penyimpangan struktur logam atau sampel jenis cacat lainnya (retakan atau korosi).

2.8 Pengujian Kekerasan

Kekerasan adalah daya tahan suatu material terhadap penetrasi dari indenter. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan kekerasan logam dan paduannya adalah metode *Brinell*. Alat uji kekerasan Brinell menekankan indenter berupa bola baja ke permukaan logam dengan beban tertentu, kemudian panjang diagonal jejaknya diukur dan dihitung bilangan kekerasan Brinell dengan menggunakan tabel atau persamaan 2.1. Kekerasan dapat dihubungkan dengan kekuatan luluh atau kekuatan tarik logam, Karena sewaktu indentasi, material di sekitar jejak mengalami deformasi plastis mencapai beberapa persen regangan tertentu. ^[5]

Kekerasan dari metode Brinell diukur dari bekas luas penekanan indenter (luas jejakan bola baja). Pada metode *Brinell* indenter yang digunakan berupa bola baja . dengan sudut indenter sebesar 136°. Diagonal bekas penekanan (d) diukur dengan menggunakan mikroskop pengukur.

Skala kekerasan *Brinell* dihitung sebagai berikut :

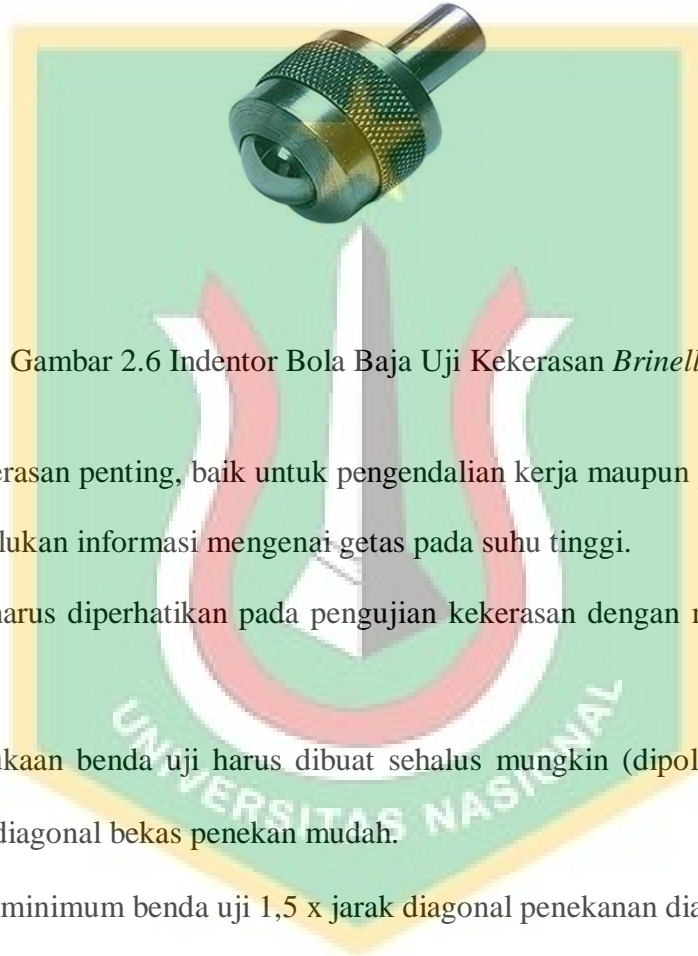
$$BHN = \frac{P}{\frac{1}{2}D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Penjelasan :

P = gaya atau beban uji (kgf)

D = diameter indenter bola dalam mm

d = diameter jejak dalam mm



Gambar 2.6 Indentor Bola Baja Uji Kekerasan *Brinell*

Pengujian kekerasan penting, baik untuk pengendalian kerja maupun penelitian, khususnya bilamana diperlukan informasi mengenai getas pada suhu tinggi.

Hal-hal yang harus diperhatikan pada pengujian kekerasan dengan menggunakan metode *Brinell*, yaitu:

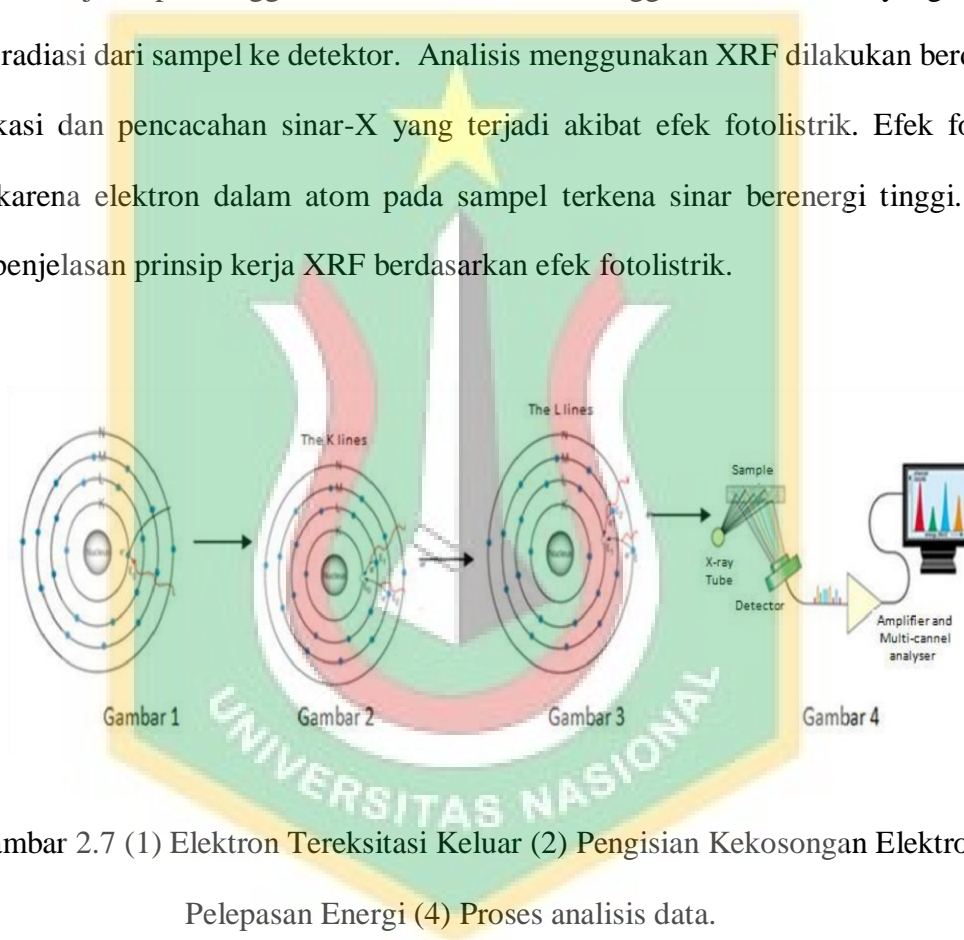
1. Permukaan benda uji harus dibuat sehalus mungkin (dipoles), agar pengukuran jarak diagonal bekas penekan mudah.
2. Tebal minimum benda uji $1,5 \times$ jarak diagonal penekanan diagonal(d)
3. Jarak penekanan dari tepi benda dan jarak anatar tiap titik pengukuran minimum $3 \times$ jarak diagonal bekas penekanan (d).
4. Pada waktu pengukuran diagonal bekas penekanan (d), harus menggunakan mikroskop yang pembesarannya sedemikian rupa sehingga jarak sebesar $2 \mu\text{m}$ dapat diukur dengan jelas.

5. Dapat digunakan untuk mengukur kekerasan material yang sangat keras, bekas penekanan yang dihasilkan sangat kecil dan pengukuran diagonal. Jadi untuk mendapatkan hasil yang agak besar beban yang digunakan harus lebih besar dan permukaannya harus sehalus mungkin.
6. Dapat digunakan untuk mengukur kekerasan yang tipis dan keras untuk itu gaya yang dipilih yang lebih kecil, sehingga persyaratan tebal lapisan atau benda yang diuji minimum 1,5 dari panjang diagonal bekas penekanan terpenuhi.

2.9 Pengujian Komposisi Kimia

X-Ray Fluorescence (XRF) merupakan teknik analisa non-destruktif yang digunakan untuk identifikasi serta penentuan konsentrasi elemen yang ada pada padatan, bubuk ataupun sampel cair. XRF mampu mengukur elemen dari berilium 19 (Be) hingga Uranium, bahkan di bawah level ppm (10-6g). Secara umum, spektrometer XRF mengukur panjang gelombang komponen material secara individu dari emisi fluoresensi yang dihasilkan sampel saat diradiasi dengan sinar-X (PANalytical, 2009: 3).^[5] Apabila terjadi eksitasi sinar-X primer yang berasal dari tabung X ray atau sumber radioaktif mengenai sampel, sinar-X dapat diabsorpsi atau dihamburkan oleh material. Proses dimana sinar-X diabsorpsi oleh atom dengan mentransfer energinya pada elektron yang terdapat pada kulit yang lebih dalam disebut efek fotolistrik. Selama proses ini, bila sinar-X primer memiliki cukup energi, elektron pindah dari kulit yang di dalam sehingga menimbulkan kekosongan. Kekosongan ini menghasilkan keadaan atom yang tidak stabil. Apabila atom kembali pada keadaan stabil, elektron dari kulit luar pindah ke kulit yang lebih dalam dan proses ini menghasilkan energi sinar-X yang tertentu dan berbeda antara dua energi ikatan pada kulit tersebut. Emisi sinar-X dihasilkan dari proses yang disebut X Ray Fluorescence (XRF). Proses deteksi dan analisa emisi sinar-X disebut analisa XRF (Viklund, 2008: 7).

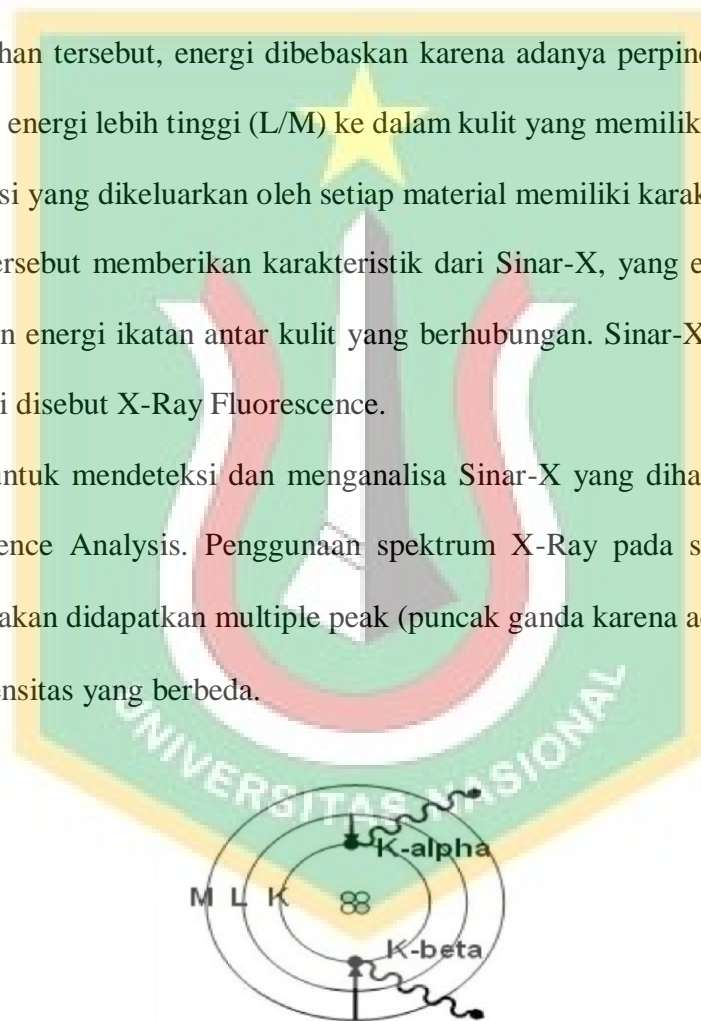
Berdasarkan karakteristik sinar yang dipancarkan, elemen kimia dapat diidentifikasi dengan menggunakan WDXRF (Wavelength dispersive XRF) dan EDXRF (Energy Dispersive XRF). Pada tipe WDXRF, dispersi sinar-X diperoleh dari difraksi dengan menggunakan analyzer yang berupa kristal yang berperan sebagai grid. Kisi kristal yang spesifik memilih panjang gelombang yang sesuai dengan hukum Bragg. Sedangkan tipe EDXRF bekerja tanpa menggunakan kristal, namun menggunakan software yang mengatur seluruh radiasi dari sampel ke detektor. Analisis menggunakan XRF dilakukan berdasarkan identifikasi dan pencacahan sinar-X yang terjadi akibat efek fotolistrik. Efek fotolistrik terjadi karena elektron dalam atom pada sampel terkena sinar berenergi tinggi. Berikut adalah penjelasan prinsip kerja XRF berdasarkan efek fotolistrik.



Gambar 2.7 (1) Elektron Tereksitasi Keluar (2) Pengisian Kekosongan Elektron (3) Pelepasan Energi (4) Proses analisis data.

Dari gambar tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sinar-X ditembakkan pada sampel, jika selama proses penembakan Sinar-X mempunyai energi yang cukup maka elektron akan terlempar (terekstisasi) dari kulitnya yang lebih dalam yaitu kulit K dan menciptakan kekosongan pada kulitnya.
2. Kekosongan tersebut mengakibatkan kondisi yang tidak stabil pada atom. Untuk menstabilkan kondisi maka elektron dari tingkat energi yang lebih tinggi misalnya dari kulit L dan M akan berpindah menempati kekosongan tersebut. Pada proses perpindahan tersebut, energi dibebaskan karena adanya perpindahan dari kulit yang memiliki energi lebih tinggi (L/M) ke dalam kulit yang memiliki energi paling rendah (K). Emisi yang dikeluarkan oleh setiap material memiliki karakteristik khusus.
3. Proses tersebut memberikan karakteristik dari Sinar-X, yang energinya berasal dari perbedaan energi ikatan antar kulit yang berhubungan. Sinar-X yang dihasilkan dari proses ini disebut X-Ray Fluorescence.
4. Proses untuk mendeteksi dan menganalisa Sinar-X yang dihasilkan disebut X-Ray Fluorescence Analysis. Penggunaan spektrum X-Ray pada saat penyinaran suatu material akan didapatkan multiple peak (puncak ganda karena adanya K- α dan K- β) pada intensitas yang berbeda.



Gambar 2.8 Terbentuknya K-alpha dan K-Beta

Data hasil pengukuran XRF berupa sumber spektrum dua dimensi dengan sumbu-x adalah energi (keV) sedangkan sumbu-y adalah cacahan/ intensitas sinar-x yang dipancarkan

oleh setiap unsur. Setiap unsur menghasilkan spektrum dengan energi yang spesifik. Energi yang dibutuhkan untuk mengeluarkan inti elektron dan juga energi yang dipancarkan oleh transisi merupakan karakteristik dari setiap unsur. Transisi dari kulit elektron L yang mengisi kulit K menghasilkan transisi, sedangkan kulit elektron M yang mengisi kulit K menghasilkan transisi. XRF sangat cocok untuk menentukan unsur seperti Si, Al, Mg, Ca, Fe, K, Na, Ti, S, dan P dalam batuan siliciclastik dan juga untuk unsur metal seperti Pb, Zn, Cd, dan Mn (Tucker & Hardy, 1991: 36).

2.10 Kualitas

Kualitas adalah suatu kondisi fisik, sifat, dan fungsi produk, baik itu produk barang atau produk layanan jasa, berdasarkan tingkat mutu yang disesuaikan dengan durabilitas, reliabilitas, serta mudahnya penggunaan, kesesuaian, perbaikan serta komponen lainnya yang dibuat untuk memenuhi kepuasan dan juga kebutuhan pelanggan.

2.11 Perspektif Kualitas Produk

Perspektif kualitas produk adalah kualitas atau keunggulan suatu produk dan jasa secara keseluruhan dengan maksud yang diinginkan oleh konsumen. ada lima jenis kualitas perspektif produk, adalah :

1. Pendekatan Transendental (*Transcendental Approach*)

Kualitas produk dalam pendekatan ini mampu dirasakan dan diketahui namun akan sulit untuk dijelaskan dan juga digunakan. Sudut pandang dalam hal ini biasanya diimplementasikan dalam seni tari, seni musik, seni rupa, dan juga drama. Nantinya, perusahaan akan mampu mempromosikan produknya dengan berbagai pertanyaan, seperti tempat belanja yang dinilai mengenyangkan, elegan,

kecantikan, dll. Sehingga, fungsi perencanaan, produksi, dan juga pelayanan pada suatu perusahaan akan sulit sekali untuk dijelaskan dengan pengertian ini sebagai bagian dasar dari manajemen kualitas.

2. Pendekatan Berbasis Produk (*Product-Based Approach*)

Kualitas produk dengan pendekatan ini akan menilai bahwa kualitas sebagai suatu ciri khas atau atribut yang mampu dikuantifikasikan dan juga mampu diukur. Perbedaan yang ada pada segi kualitas akan mencerminkan perbedaan dalam jumlah unsur dan atribut yang terkandung pada suatu produk. Jadi, setiap produk tidak akan menjelaskan perbedaan dalam hal selera, kebutuhan, dan preferensi tiap orang karena penilaiannya sangat objektif.

3. Pendekatan berbasis pengguna (*User-based approach*)

Pendekatan ini dilakukan berdasarkan anggapan bahwa kualitas produk tergantung bagaimana orang lain melihatnya, dan produk yang mampu memuaskan seseorang adalah produk yang berkualitas tinggi. Perspektif yang dilakukan secara subjektif dan juga *demand-oriented* pun menyatakan bahwa pelanggan yang berbeda mempunyai tingkat kebutuhan dan juga kemauan yang berbeda, sehingga tingkat kepuasan maksimal yang nantinya akan dirasakan. Kita tahu bahwa tingkat kepuasan seseorang akan berbeda-beda, sehingga pandangan tiap orang akan kualitas produk akan berbeda-beda berdasarkan sudut pandangannya. Untuk itu, suatu produk yang mampu memenuhi keinginan dan juga kepuasan seseorang belum tentu mampu memenuhi kepuasan orang lain.

4. Pendekatan Berbasis Manufaktur (*Manufacturing-Based Approach*) Biasanya, perspektif ini akan bersifat lebih *supply-based*, khususnya dalam memperhatikan berbagai praktik perkerajaan, produksi, dan juga menjelaskan kualitas sebagai

persyaratannya. Dalam perusahaan jasa, perspektif ini bisa bersifat *operation-driven*. Pendekatan ini juga akan lebih memperhatikan penyesuaian spesifikasi yang memang dikembangkan secara internal yang sering kali di motivasi oleh tujuan peningkatan produktivitas dan efisiensi biaya. Oleh karena itu, yang menentukan kualitas dalam hal ini adalah perusahaan, bukan konsumen.

5. Pendekatan Berbasis Nilai (*Value-Based Approach*)

Pendekatan ini akan menilai kualitas dari sisi nilai dan harga dengan memikirkan *trade-off* antara performa dan harga. Dalam hal ini, kualitas juga sering dinilai secara relatif, sehingga produk yang dibuat oleh perusahaan dengan kualitas paling tinggi belum tentu menjadi produk yang juga memiliki nilai tinggi. Namun, produk yang bernilai adalah produk yang paling tepat untuk dibeli atau digunakan oleh konsumen.

2.12 Dimensi Kualitas Produk

Dengan adanya persaingan pasar, maka produsen harus dapat meningkatkan kualitas produknya, sehingga hal ini dapat menciptakan minat beli konsumen. Minat beli akan timbul apabila seseorang konsumen sudah merasakan kualitas dari suatu produk.

1. Kinerja

Tingkat penilaian kinerja adalah suatu penilaian terkait bagaimana suatu produk bisa disajikan dan juga ditampilkan pada pelanggan. Tingkat penilaiannya akan fokus pada karakteristik dasar dari produk tersebut.

2. Keandalan

Tingkat keandalan dan juga konsistensi dari suatu produk dalam proses pengerjaan maupun pembuatannya sangat mempengaruhi minat konsumen. Keandalan sangat

erat kaitannya dengan minat pelanggan dan bagaimana mendapatkan kepercayaan dari pelanggan.

3. Keistimewaan

Karakteristik sekunder ini hadir sebagai pelengkap dan bisa diartikan sebagai kelengkapan atas berbagai atribut produk yang tersedia pada suatu produk. Di beberapa waktu tertentu, kinerja pada suatu produk akan sesuai dengan pesaingnya, namun yang membedakan adalah fitur yang terkandung di dalamnya.

4. Kesesuaian

Ciri khas yang berkaitan dengan desain pada suatu produk akan menghasilkan kesesuaian standar yang sebelumnya sudah ditentukan berdasarkan kesepakatan yang ada sebelumnya.

5. Daya Tahan

Daya tahan produk adalah karakteristik yang erat kaitannya dengan berapa lama tingkat ketahanan produk tersebut.

6. Kemampuan Melayani

Dalam hal ini, kemampuan dalam hal melayani berhubungan langsung dengan tingkat kecepatan, kompetensi, dan juga kenyamanan yang bisa diberikan oleh suatu perusahaan kepada pelanggannya yang terkait dengan penanganan jika nantinya ada keluhan pada produk yang diproduksi oleh perusahaan.

7. Estetika

Estetika adalah suatu keindahan pada suatu produk yang berhubungan dengan panca indera, dimana produk tersebut mampu menggambarkan nilai keindahan yang erat kaitannya dengan desain.