

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Pada penelitian yang dilakukan oleh Herawan, Krisdianto dkk (2013) Terdapat dua produk suku cadang ring piston di pasaran, yaitu ring piston produk keluaran pabrikan resmi (*genuine parts*) dan *ring* piston barang kualitas menyerupai barang pabrik resmi disebut kualitas 1 disingkat KW 1. Tetapi dari segi kwalitas KW 1 jauh dari kwalitas piston original. Maka pada penelitian ini, ingin meningkatkan kwalitas KW 1 menyamai piston original dengan proses *heat treatment* atau perlakuan panas. Tahap awal penelitian untuk mengetahui karakteristik material *ring* piston berdasarkan. kekerasan, strukturmikro dan komposisi kimia *ring* piston top kompresi Yamaha Jupiter Z.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh chairi (2010) Perancangan motor bensin 4 langkah penggerak sepeda motor dengan volume langkah 115 CC, meliputi :piston dan analisa piston crown dan piston *skrit*, dan mekanisme penggeraknya (batang piston, poros engkol), *ring* piston, dan pen piston, ulir pengikat , silinder dan silinder liner, sistem bahan bakar dan pelumasan.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Ring piston

Ring Piston adalah salah satu komponen yang dipasangkan dalam alur *ring* (*ring grove*) pada piston atau torak. Diameter luar *ring* torak sedikit lebih besar dibanding dengan piston itu sendiri. Ketika *ring* piston terpasang pada piston, karena *ring* piston itu sifatnya elastis maka *ring* akan mengembang, sehingga menutup dengan rapat pada dinding silinder. *Ring* piston terbuat dari bahan yang dapat bertahan lama, umumnya dibuat dari baja tuang spesial yang tidak akan merusak dinding silinder. *Ring* piston pada motor empat langkah terdapat 3 buah *ring* diantaranya *ring* kompresi 1, *ring* kompresi 2 dan *ring* oli.

Ring kompresi terdiri dari *top ring* dan *second ring*, *Ring* kompresi bekerja untuk memperbesar kompresi mesin pada saat langkah kompresi, dan juga *ring* ini untuk mencegah agar piston dan bagian silinder tetap mempunyai toleransi jarak

dan tidak ada kebocoran kompresi ataupun kebocoran tenaga hasil dari proses pembakaran. *Ring* kompresi pertama biasanya diberi tanda dengan R1 yang menunjukkan *ring* kompresi pertama, *ring* kompresi tidak boleh disubstitusikan dengan *ring* kompresi kedua dikarenakan bahan yang digunakan berbeda antara kompresi pertama dan kedua. Sedangkan, *ring* oli yang bekerja untuk mengikis minyak pelumas yang menempel pada bagian dinding silinder, agar oli tersebut tidak masuk secara berlebihan ke dalam ruang bakar (Yamagata., 2005).

2.2.2 Fungsi Ring Piston

Fungsi dari *ring* piston adalah sebagai berikut :

1. Sebagai perapat antara piston dengan dinding silinder

Fungsi *ring* piston yang pertama adalah sebagai perapat antara piston dengan dinding silinder, tujuannya adalah agar tidak terjadi kebocoran gas (campuran udara dan bahan bakar) pada saat langkah kompresi dan langkah buang. *Ring* piston yang melayani fungsi ini adalah *ring* kompresi. Bila *ring* piston ini sudah aus, maka akan terjadi kebocoran kompresi yang akan berakibat mobil tidak bertenaga dan bila dicek tekanan kompresinya akan lebih kecil dari standarnya.

2. Mencegah oli masuk ke ruang bakar

Fungsi kedua dari *ring* piston adalah mencegah oli masuk ke ruang bakar, oli dibutuhkan sebagai pelumasan ketika piston bergerak naik dan turun. Dan bila tidak ada *ring* piston ini, maka oli dapat ikut masuk dan terbakar di ruang bakar, sehingga oli boros (cepat habis), asap di knalpot berwarna putih dan berbau oli yang terbakar.

3. Mengikis kelebihan oli pada dinding silinder

Fungsi *ring* piston yang ketiga adalah untuk mengikis kelebihan oli pada dinding silinder, setiap piston naik maka *ring* oil ini akan memberikan lapisan oli pada dinding-dinding silinder, dan ketika piston turun maka *ring* kompresi yang akan mengikisnya agar tidak tertinggal dan terbakar di ruang bakar.

4. Memindahkan panas dari piston ke dinding silinder untuk membantu mendinginkan piston

Ring piston dibuat dari bahan yang bersifat konduktor, atau bisa menyalurkan panas. Maka, salah satu fungsi *ring* piston adalah sebagai konduktor dengan kata

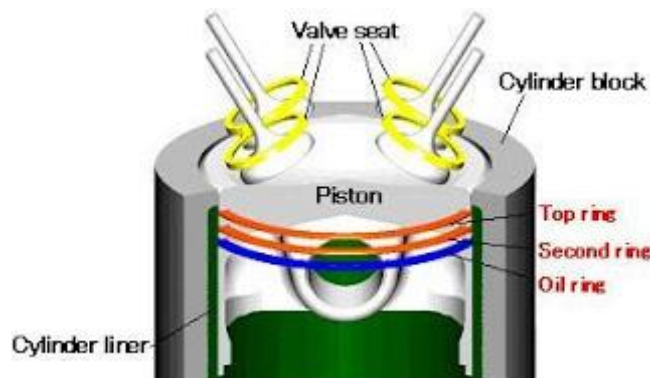
lain memindahkan panas dari piston ke dinding silinder sehingga membantu dalam proses pendinginan piston.

5. Membentuk lapisan oli yang tipis pada dinding silinder

Ini merupakan fungsi dari *ring* oli (pegas oli) yang mana fungsinya adalah memberikan oli dan membentuk lapisan tipis oli di dinding silinder. Pembentukan lapisan ini terjadi ketika piston bergerak naik, sedangkan ketika piston bergerak turun *ring* piston akan mengikis lapisan oli tersebut.

2.2.3 Kontruksi *Ring* Piston (Pegas Torak)

Ring piston ini berbentuk seperti cincin yang terpotong, yang mana potongannya ini berbentuk potongan lurus (*straight cut*), potongan miring (*diagonal cut*) dan juga potongan bertingkat (*step cut*). Agar lebih jelas bisa perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 2.1 Fungsi dan Konstruksi *Ring* Piston (Pegas Torak)

(Sumber: Lit)

Seperti yang terlihat pada gambar diatas, bahwa *ring* piston ini dipasang pada alur yang terdapat pada piston atau torak. *Ring* piston ini bila dipasang pada alurnya (pada piston) akan memiliki diameter yang lebih besar, sehingga dapat menekan dinding silinder ketika piston sudah terpasang di mesin.

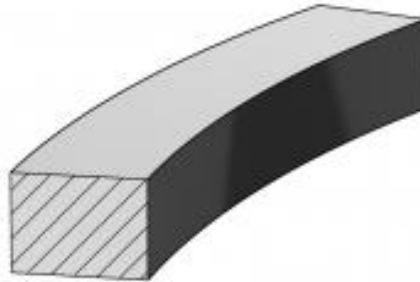
Ring piston ini juga terdapat celah, yang disebut dengan *ring end gap*. Besar celah ini berbeda-beda tergantung mesin yang digunakan, di kendaraan toyota celah ini umumnya sekitar 0,2 sampai 0,5 mm. Celah ini juga diperiksa pada saat melakukan *overhaul*, apakah masih sesuai dengan spesifikasinya atau tidak. Jika

sesuai maka tidak perlu diganti, dan bila belum sesuai maka harus diganti. Celah yang terlalu besar akan membuat kompresi bocor, oli dapat masuk ke ruang bakar dan mesin tak bertenaga. Sedangkan, celah yang terlalu kecil bisa berakibat pada patahnya *ring* piston, karena terlalu besar tekanannya dan tidak ada ruang yang tersisa.

2.2.4 Jenis-Jenis *Ring* Piston

1. *Ring* persegi panjang

Ring piston dengan penampang persegi panjang. *Ring* ini dengan bentuk geometrisnya yang sederhana melakukan fungsi penyegelan yang diperlukan dalam kondisi operasi normal. Dengan lapisan perifer dan barel yang sesuai. *ring* persegi panjang saat ini digunakan sebagai *ring* kompresi atas yang umumnya digunakan pada mobil bensin dan mesin diesel. Selain pemakaian dalam mesin pembakaran internal, *ring* persegi panjang biasanya digunakan sebagai segel transmisi.



Gambar 2.2 *Ring* Persegi Panjang

2. *Ring* Berwajah Taper

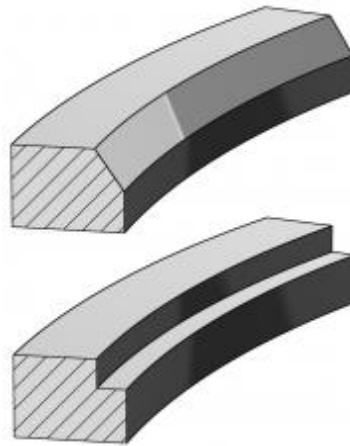
Karena wajah yang meruncing, *ring* ini bersentuhan dengan silinder dengan ujung bawahnya untuk meningkatkan gesekan minyak. Gaya-gaya gas yang bekerja pada awalnya pada permukaan yang berjalan memberikan suatu tingkat pelepasan tekanan (terutama ketika digunakan di kompresi atas). *ring* berbentuk taper dipasang pada kompresi kedua di mobil penumpang bensin dan penumpang mesin diesel mobil dan truk.



Gambar 2.3 *Ring Taper*

3. *Internal Bevelle* atau *Stepped Ring*:

Dengan memberikan tepi pada sisi atas *ring* persegi panjang dan taper, efek twist yang tercapai, dalam semua fase operasi tanpa pemuatan tekanan gas, membawa *ring* ke dalam kontak bore hanya dengan tepi luar bawahnya sementara tepi bagian dalam kontak bagian bawah sisi alur. Sisi ini membantu meningkatkan kontrol konsumsi minyak. Dalam kondisi pengoperasian, tekanan gas memaksa *ring* datar terhadap alur piston, menciptakan perilaku dinamis tambahan dari *ring*. *Ring* semacam ini digunakan dalam alur atas dan kedua mesin bensin penumpang dan penumpang mobil dan truk diesel.



Gambar 2.4 *Internal Bevelle* atau *Stepped Ring*

(Sumber : Mogul corporation)

2.3 Proses Pembuatan *Ring* Piston

1. Proses Pemesinan

Pada proses pemesinan ini dilakukan beberapa persiapan seperti membuat program untuk menentukan gerak pemakanan pada mesin CNC, setelah itu barulah material diproses pemesinan dengan menggunakan mesin bubut. Setiap proses pembubutannya menggunakan mata pisau yang berbeda untuk tiap kedalaman dan penipisan serta dalam menentukan diameter *ring* piston.

2. Proses Pemotongan *Ring* Piston

Proses yang kedua adalah proses pemotongan dimana proses ini dilakukan ketika diameter *ring* piston telah sesuai dengan ukuran, lalu *ring* piston dipotong untuk mendapatkan daerah bebas yang berfungsi untuk mengantisipasi pemuaian saat *ring* piston bekerja.

3. Proses *Heat Treatment*

Pada *ring* piston dilakukan proses *heat treatment*, karena *ring* piston ini terbuat dari besi cor yang sifatnya getas, maka dilakukan proses *heat treatment* dengan tujuan homogenisasi, proses *heat treatment* ini dilakukan pada suhu 900°F, kemudian suhunya ditahan selama 4 jam, kemudian didinginkan diudara terbuka.

4. Pengecekan Diameter *Ring* Piston

Setelah *ring* piston dipotong, diameter dari *ring* piston dicek, apakah sudah sesuai atau belum. Pengecekan ini dilakukan oleh seorang *quality control*. Jika, diameter *ring* piston telah sesuai maka *ring* piston siap untuk proses selanjutnya.

5. *Finishing*

Setelah dilakukan pengecekan diameter *ring* piston, proses selanjutnya adalah proses *finishing*. Pada proses ini, *ring* piston dipoles untuk membuat *ring* piston lebih bersih dan mengkilap. Hal ini dilakukan agar ketika dijual akan dapat menarik perhatian pembeli, dan menghindari berbagai pengotor yang akan merusak *ring* piston jika tidak dibersihkan.

2.4 Cara menyusun *Ring* piston

Menyusun *ring* piston dilakukan dengan prosedur yang benar jika tidak tenaga motor bisa *drop*, knalpot berasap dan kerusakan merembet ke komponen lain. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan terkait pemasangan *ring* seker yang benar :

1. Berhati-hati pada *ring* kompresi 1 dan *ring* kompresi 2 karena bagian itu mudah sekali patah
2. *Ring* piston lebih mahal dari pada pistonnya ,padahal kalo patah satu harus ganti semua 1 set
3. Pola pemasangan antar gap (celah *ring* seker) masing-masing motor memiliki pola tersendiri
4. Kualitas pekerjaan pada bagian ini terkait juga dengan kualitas tukang bubut apabila sepeda motor tersebut sudah dioversise silinder bloknnya ,makanya harus pandai memilih rekanan tukang bubut yang sudah terbukti kualitas pekerjaannya dan direkomendasikan oleh bengkel-bengkel lainnya.

2.5 Jenis Pengujian

2.5.1 XRF Thermo Scientific Niton

XRF adalah metode analitik untuk menentukan komposisi kimia dari semua jenis bahan. Bahan-bahan bisa dalam bentuk padat, cair, bubuk, disaring atau bentuk lainnya. XRF terkadang juga dapat digunakan untuk menentukan ketebalan dan komposisi lapisan dan pelapis. Metode ini cepat, akurat dan tidak merusak, dan biasanya hanya membutuhkan persiapan sampel yang minim. Aplikasi sangat luas dan termasuk industri logam, semen, minyak, polimer, plastik dan makanan, bersama dengan pertambangan, mineralogi dan geologi, dan analisis lingkungan air dan limbah bahan. XRF juga merupakan teknik analisis yang sangat berguna untuk penelitian dan farmasi (PANalytical, 2010)

Analisis unsur-unsur utama dan jejak dalam bahan geologi oleh XRF dimungkinkan oleh perilaku atom ketika mereka berinteraksi dengan X-radiasi. Sebuah spektrometer XRF bekerja karena jika sampel diterangi oleh sinar-X intens beam, yang dikenal sebagai balok insiden, sebagian energi yang tersebar, tetapi beberapa juga diserap dalam sampel dengan cara yang tergantung pada kimianya.

Insiden X-ray *beam* biasanya dihasilkan dari target Rh, meskipun W, Mo, Cr dan lain-lain juga dapat digunakan, tergantung pada aplikasi.

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 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).

2.5.2 Uji Kekerasan

Kekerasan (*Hardness*) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan).

Uji kekerasan adalah pengujian yang paling efektif untuk menguji kekerasan dari suatu material, karena dengan pengujian ini kita dapat dengan mudah mengetahui gambaran sifat mekanis suatu material. Meskipun pengukuran hanya dilakukan pada suatu titik, atau daerah tertentu saja, nilai kekerasan cukup valid untuk menyatakan kekuatan suatu material. Dengan melakukan uji keras, material dapat dengan mudah di golongkan sebagai material ulet atau getas.

Di dalam aplikasi manufaktur, material dilakukan pengujian dengan dua pertimbangan yaitu untuk mengetahui karakteristik suatu material baru dan melihat mutu untuk memastikan suatu material memiliki spesifikasi kualitas tertentu.

Di dunia teknik, umumnya pengujian kekerasan menggunakan 3 macam metode pengujian kekerasan, yakni :

1. Metode Brinell

Metode uji kekerasan yang diajukan oleh J. A. Brinell pada tahun 1900 ini merupakan uji kekerasan lekukan yang pertama kali banyak digunakan serta disusun pembakuannya (Dieter, 1987).

Permukaan yang akan dibuat lekukan harus relatif halus, rata dan bersih dari debu atau kerak. Metode ini digunakan dengan cara menekan penetrator dengan indenter bola baja ke permukaan material dengan beban penekanan sesuai dengan indenter dan jenis material yang akan diuji.

Alat penetrasi yang digunakan adalah indenter bola baja yang dikeraskan dengan ukuran Ø10 mm, Ø5 mm dan Ø2,5 mm. Metode ini digunakan untuk mengetes/ menguji kekerasan logam yang belum dilakukan proses *Heat Treatment* (perlakuan panas). Material yang diuji adalah material yang lunak saja dan harga kekerasannya hanya sampai 450 HB (Kg/mm²), jika hasil pengujiannya didapat harga kekerasannya diatas 450 HB, maka hasil pengujiannya kurang teliti.

2. Metode Rockwell

Metode ini sebenarnya merupakan gabungan dari metode Brinnell dan Vickers, sehingga hasilnya pun cukup presisi dan cepat. Pengujian rockwell mirip dengan pengujian brinell, yakni angka kekerasan yang diperoleh merupakan fungsi derajat indentasi. Beban dan indenter yang digunakan bervariasi tergantung pada kondisi pengujian. Berbeda dengan pengujian brinell, indenter dan beban yang digunakan lebih kecil sehingga menghasilkan indentasi yang lebih kecil dan lebih halus. Banyak digunakan di industri karena prosedurnya lebih cepat. Indenter atau “penetrator” dapat berupa bola baja atau kerucut intan dengan sudut 120°. Diameter bola baja umumnya 1/16 inci, tetapi terdapat juga indenter dengan diameter lebih besar, yaitu 1/8, 1/4, atau 1/2 inci untuk bahan-bahan yang lunak.

Pengujian dilakukan dengan terlebih dahulu memberikan beban minor 10 kg, dan kemudian beban mayor diaplikasikan. Beban mayor biasanya 60 atau 100 kg untuk indenter bola baja dan 150 kg untuk indenter intan. Meskipun demikian, dapat digunakan beban dan indenter sesuai kondisi pengujian. Karena pada pengujian rockwell, angka kekerasan yang ditunjukkan merupakan kombinasi antara beban dan indenter yang dipakai, maka perlu diberikan awalan huruf pada angka kekerasan yang menunjukkan kombinasi beban dan penumbuk tertentu untuk skala beban yang digunakan.

Dial pada mesin terdiri atas warna merah dan hitam yang didesain untuk mengakomodir pengujian skala B dan C yang seringkali dipakai. Skala kekerasan B digunakan untuk pengujian dengan kekerasan medium seperti baja karbon rendah dan baja karbon medium dalam kondisi telah dianil (dilunakkan). *Range* kekerasannya dari 0-100. Bila indenter bola baja dipakai untuk menguji bahan yang kekerasannya melebihi B 100, indenter dapat terdefomasi dan berubah bentuk. Tetapi jika indenter bola baja dipakai untuk menguji bahan yang lebih lunak dari B 0, dapat mengakibatkan pemegang indenter mengenai benda uji, sehingga hasil pengujian tidak benar dan pemegang indenter dapat rusak.

Metode ini digunakan dengan cara menekan penetrator dengan indenter bola baja Ø 1/16" dan intan yang berbentuk kerucut dengan sudut puncak 120° ke permukaan material yang diuji dengan beban penekanan sesuai dengan indenter yang dipakai.

Indenter yang dipakai dalam pengujian Metode Rockwell :

- a. Untuk logam-logam yang lunak digunakan bola baja Ø 1/16" dengan beban 100 Kg
- b. Untuk baja-baja yang keras digunakan intan dengan sudut 120° dengan beban 150 Kg

Tabel 2.1 Hubungan Penetrator dan beban untuk Metode Rockwell

GROUP	METHOD	PENERTRATOR	MAJOR LOAD		MINOR LOAD	
			N	Kg	N	Kg
1	HRB	1/16 “ ball	980,7	(100)	98,07	(10)
	HRC	120° diamond	1471	(150)	98,07	(10)
2	HRA	120° diamond	588,6	(60)	98,07	(10)
	HRD	120° diamond	980,7	(100)	98,07	(10)
	HRE	1/8 “ ball	980,7	(100)	98,07	(10)
	HRF	1/16 “ ball	588,6	(60)	98,07	(10)
	HRG	1/16 “ ball	1471	(150)	98,07	(10)
	HRH	1/8 “ ball	588,6	(60)	98,07	(10)
	HRK	1/8 “ ball	1471	(150)	98,07	(10)
3	HRL	1/4 “ ball	588,6	(60)	98,07	(10)
	HRM	1/4 “ ball	980,7	(100)	98,07	(10)
	HRP	1/4 “ ball	1471	(150)	98,07	(10)
	HRR	1/2 “ ball	588,6	(60)	98,07	(10)
	HRS	1/2 “ ball	980,7	(100)	98,07	(10)
	HRV	1/2 “ ball	1471	(150)	98,07	(10)
4	25 N	120° diamond	147,1	(15)	29,42	(3)
	30 N	120° diamond	294,2	(30)	29,42	(3)
	45 N	120° diamond	441,3	(45)	29,42	(3)
5	15 T	1/16 “ ball	147,1	(15)	29,42	(3)
	30 T	1/16 “ ball	294,2	(30)	29,42	(3)
	45 T	1/16 “ ball	441,3	(45)	29,42	(3)

(Sumber: Romli, 2016)

Tabel 2.2 Skala Kekerasan dan Pemakaiannya

SKALA	PEMAKAIANNYA
A	Untuk <i>carbide cementite</i> , baja tipis, dan baja dengan lapisan keras yang tipis
B	Untuk paduan tembaga, baja lunak, paduan alumunium, dan besi tempa
C	Untuk baja, besi tuang keras, besi tempa peritik, titanium, baja dengan lapisan keras yang dalam, dan bahan-bahan lain yang lebih keras daripada skala B-100
D	Untuk baja tipis, baja dengan lapisan keras uang sedang dan besi tempa peritik
E	Untuk besi tuang, paduan alumunium, magnesium, dan logam-logam bantalan
F	Untuk panduan tembaga yang dilunakkan dan pelat lunak yang tipis
G	Untuk besi tempa, paduan tembaga, nikel-seng, dan tembaga nikel
H	Untuk alumunium, seng, dan timbal
K	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
L	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
M	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
P	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
R	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
S	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
V	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis

(Sumber: Romli, 2016)

3. Metode Vickers

Uji vickers dikembangkan di inggris tahun 1925an. Dikenal juga sebagai *Diamond Pyramid Hardness test* (DPH). Uji kekerasan vickers menggunakan indentor piramida intan yang pada dasarnya berbentuk bujursangkar. Besar sudut antar permukaan-permukaan piramida yang saling berhadapan adalah 1360.

Karena jejak yang dibuat dengan penekan piramida serupa secara geometris dan tidak terdapat persoalan mengenai ukurannya, maka VHN tidak tergantung

kepada beban. Pada umumnya hal ini dipenuhi, kecuali pada beban yang sangat ringan. Beban yang biasanya digunakan pada uji vickers berkisar antara 1 hingga 100 kg, tergantung pada kekerasan logam yang akan diuji.

Hal-hal yang menghalangi keuntungan pemakaian metode vickers adalah:

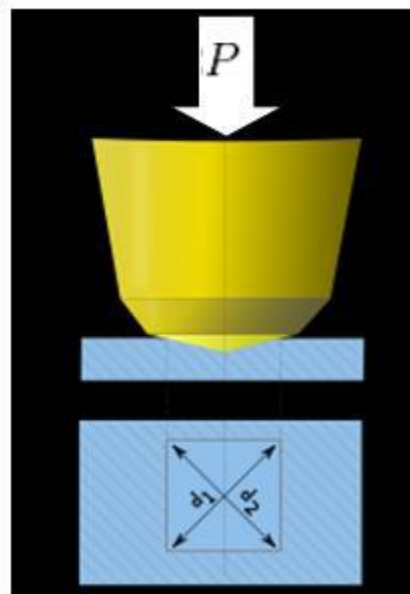
1. Uji ini tidak dapat digunakan untuk pengujian rutin karena pengujian ini sangat lambat
2. Memerlukan persiapan permukaan benda uji yang hati-hati
3. Terdapat pengaruh kesalahan manusia yang besar pada penentuan panjang diagonal.

Metode ini sama dengan metode Brinnell yaitu besarnya nilai kekerasan ditentukan oleh beban penekanan dibagi dengan luas permukaan bekas penekanan.

Metode ini digunakan dengan cara menekan penetrator dengan indenter intan yang berbentuk piramid dengan dasar bujur sangkar dan sudut puncaknya 1360 kepermukaan material yang akan diuji.

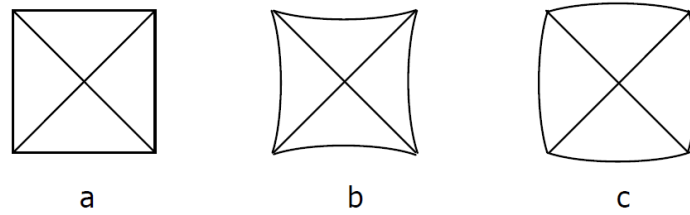
Untuk beban 1, 3, 5 Kg dengan tambahan bandul

Untuk beban 10, 30, 100 Kg tanpa tambahan bandul



Gambar 2.5 Proses Penekanan Indenter Intan 1360

(Sumber: Romli, 2016)



Gambar 2.6 Tipe-tipe lekukan piramida intan: (a) lekukan yang sempurna, (b) lekukan bantal jarum, (c) lekukan berbentuk tong (Dieter, 1987)
(Sumber: Romli, 2016)

Lekukan yang benar yang dibuat oleh penekan piramida intan harus berbentuk bujur sangkar (gambar 2.10a). Lekukan bantal jarum (gambar 2.10b) adalah akibat terjadinya penurunan logam di sekitar permukaan piramida yang datar. Keadaan demikian terdapat pada logam-logam yang dilunakkan dan mengakibatkan pengukuran panjang diagonal yang berlebihan. Lekukan berbentuk tong (gambar 2.10c) akibat penimbunan ke atas logam-logam di sekitar permukaan penekan terdapat pada logam-logam yang mengalami proses pengerjaan dingin.

2.5.3 Metallography

Kata Metallography berasal dari bahasa Yunani yang berarti gambaran/ulasan tentang logam. Dalam arti yang lebih sempit diartikan pemeriksaan fasa struktur mikro logam baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Dalam ilmu metalurgi, struktur mikro merupakan hal yang sangat penting untuk dipelajari, karena struktur mikro sangat berpengaruh pada sifat fisik dan mekanik suatu logam. Bila logam yang mempunyai komposisi kimia dari logam dan proses yang dialaminya.

Terbentuknya fasa dan distribusi fasa didalam logam, seacara umum sangat dipengaruhi oleh faktor seperti :

- Temperatur/ suhu; (temperatur pada perlakuan panas, temperatur selama pengelasan dan lain-lain)
- Proses pembentukan; (pengerolan, penempaan, penarikan sampai batas deformasi plastis)
- Komposisi/ kandungan unsur dalam logam: (unsur C, Cr, Mo, dll)

Fasa dan morfologi struktur mikro logam/ paduannya dapat diamati dengan berbagai cara, tergantung sifat informasi yang dibutuhkan, antara lain dengan:

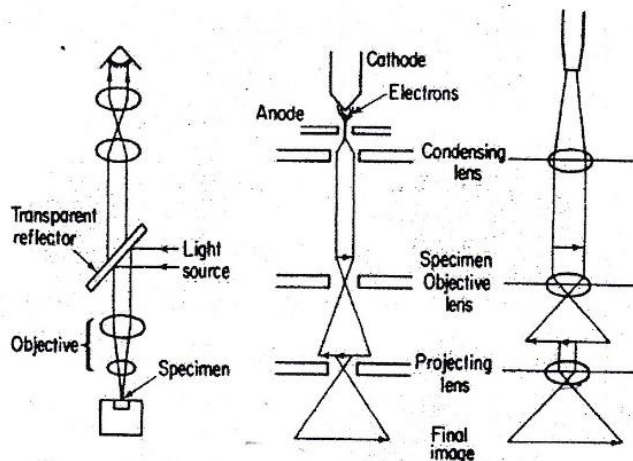
- Pemeriksaan Struktur Mikro dengan Mikroskop Optik
- Pemeriksaan Struktur Mikro dengan *Transmission Electron Microscope*

Cara yang paling sederhana untuk mengamati struktur mikro logam yaitu dengan mikroskop optik.

1. Mikroskop Logam

Bila dibandingkan dengan mikroskop biologi, cara kerja mikroskop logam mempunyai perbedaan pada penyinaran benda uji. Benda uji metallographic tidak ditembus cahaya, untuk memperoleh gambar struktur mikro logam, pantulan cahaya dari permukaan benda uji tersebut haruslah dapat kembali kearah lensa objektif.

Prinsip kerja penyinaran terjadi pada mikroskop logam terhadap bahan uji metallographic ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Prinsip Kerja Penyinaran pada Mikroskop Logam

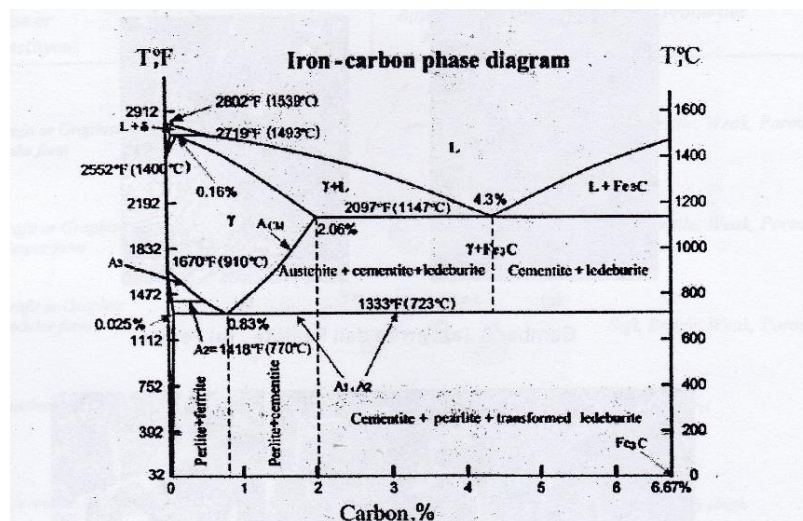
(Sumber: Karmin. 2015)

2. Struktur Mikro Logam Besi

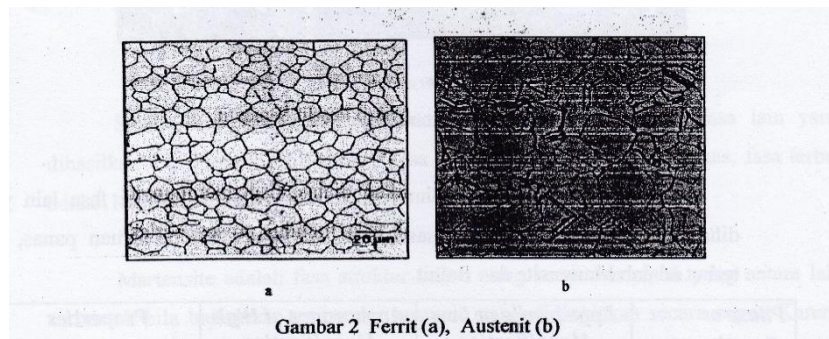
Fasa adalah bagian dari paduan yang homogen dan memiliki sifat fisik tertentu. Karena itu sifat paduan tergantung dari jenis fasa, jumlah dan distribusi fasa yang ada. Berbagai sifat dan fasa struktur mikro baja akan berubah jika dikenai panas ataupun berubah komposisi pada batas tertentu. Pada baja karbon, perubahan-

perubahan tersebut berlangsung terus sampai suatu fasa berada keadaan stabil, gambar 2.8.

1. **Ferrite** atau sering disebut Fe- α , yaitu larutan padat besi karbon yang membentuk struktur kristal BCC. Atom karbon pada fasa ini berkedudukan interstitial dan kandungan karbon max 0,02 % pada temperatur 723°C sedangkan pada 0°C hanya mengandung 0,005% C.
2. **Austenite** atau sering disebut Fe- γ adalah salah satu fasa dalam paduan Fe-C yang membentuk struktur kristal FCC. Kelarutan C max yang dapat dikandung 2% pada temperatur 1148°C dan turun menjadi 0,8% pada temperatur 723°C.
3. **Sementite**, atau sering disebut Fe₃C, fasa lain dari paduan Fe₃C yang membentuk kristal orthorombic dan dapat mengandung karbon sampai dengan 6,7%.



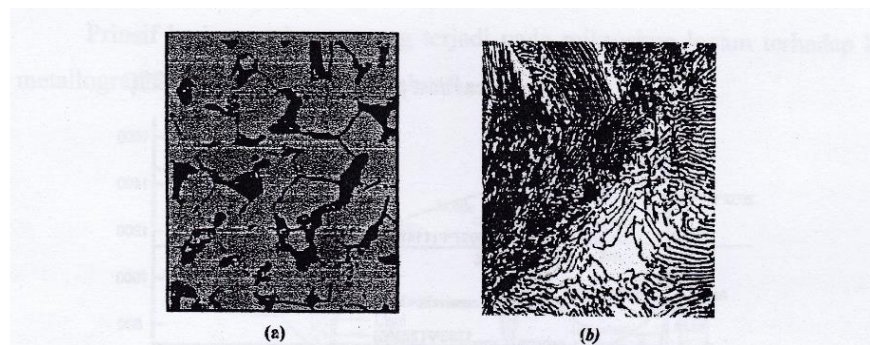
Gambar 2.8 Diagram Pasa Besi-Karbon



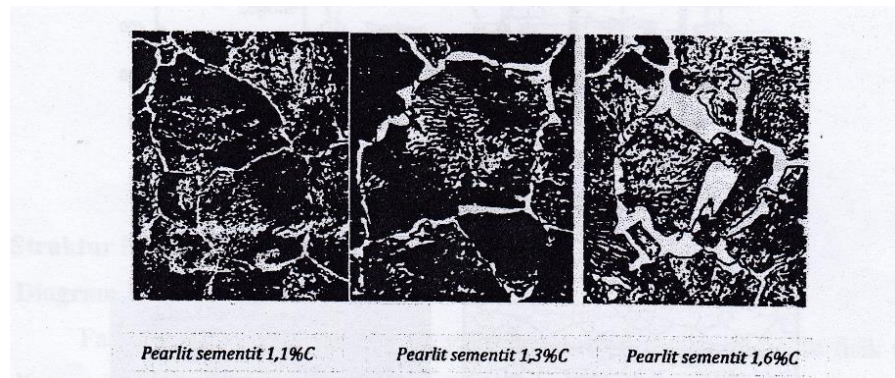
Gambar 2.9 Ferrit (a), Austenit (b)

(Sumber: Karmin. 2015)

4. **Besi delta** (δ -Fe) adalah bentuk lain dari fasa Fe_3C yang membentuk struktur kristal BCC dengan kelarutan C yang mampu dikandung ialah 0,09% pada temperatur 1465°C
5. **Perlit**, yaitu fasa gabungan antara ferite dan sementite secara berselang seling membentuk lamelar. Perlite terbentuk pada kadar karbon 0,8% tepat didaerah eutectoid. Perlit berstruktur kristal BCC.



Gambar 2.10 Ferrite dan Pearlite (a), Pearlite (b)



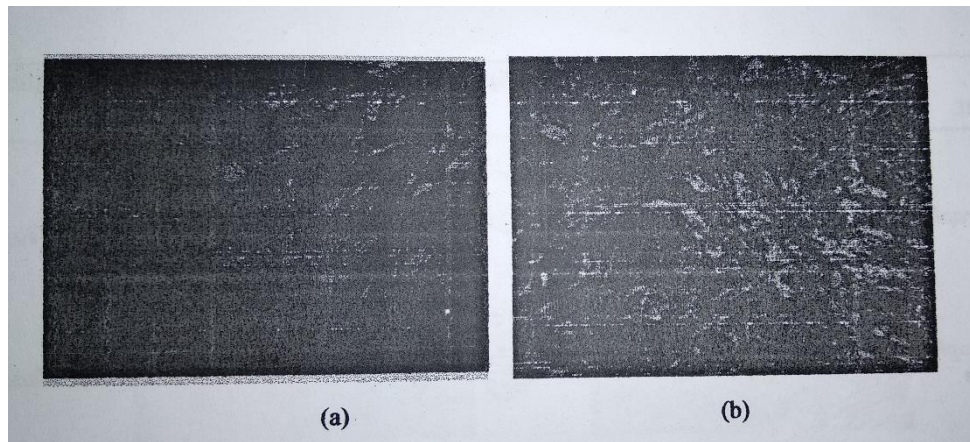
Gambar 2.11 Struktur Mikro Pearlite Sementit

(Sumber: Karmin. 2015)

Selain fasa yang telah diuraikan diatas, baja mempunyai fasa lain yang dihasilkan dari proses transformasi fasa melalui proses perlakuan panas, fasa tersebut adalah Martensite dan Bainit.

Martensite adalah fasa struktur mikro yang keras dan rapuh yang antara lain terbentuk bila baja pada temperatur austenit stabil didinginkan secara cepat. Karena saat *quenching* perubahan temperatur berlangsung cepat maka waktu yang dibutuhkan oleh karbon untuk berdifusi keluar dari austenit tidak cukup, sehingga atom-atom karbon terperangkap menghalangi transformasi normal dari FCC ke BCC dan kristal FCC kemudian menjadi BCT (*Body Centered Tetragonal*). Karena

itu transformasi yang terjadi adalah austenit ke Martensite tanpa melalui proses difusi tetapi terjadi karena adanya pembalikan kristal.



Gambar 2.12 Martensite (a), Martensite Tempar (b)

(Sumber: Karmin. 2015)

Bainite juga salah satu bentuk transformasi austenite jika didinginkan dengan kondisi kontinu atau isothermal antara daerah pembentukan perlit dan martensite. Bainit ini memiliki mode transformasi mirip dengan perlit dan martensite. Disebut mirip dengan perlit karena bainit merupakan campuran dari fasa ferite dan cementite, oleh karena itu dikendalikan oleh difusi dari karbon antara ferite dan sementite. Namun, disini ferite dan cementite tidak terbentuk lamel. Disebut mirip dengan martensite karena ferrite dan cementite pada bainit berbentuk plate dan lath seperti bentuk Martensite.

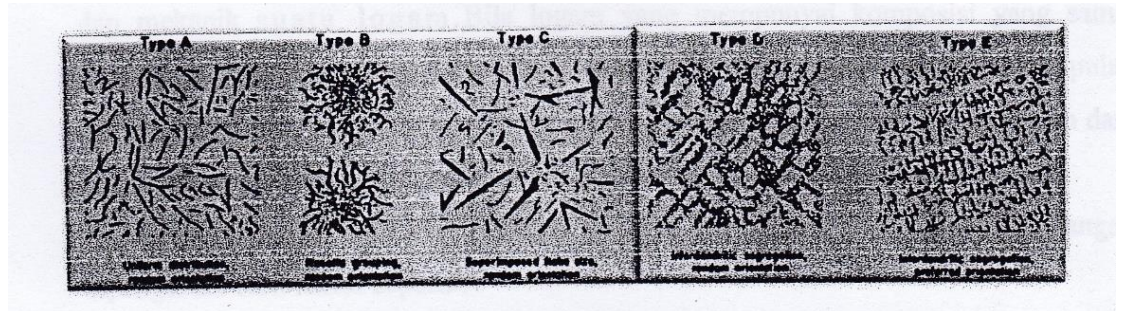
Bainit dikenal dalam dua bentuk morfologi yaitu bainit atas yang memiliki struktur ferritelath dan ferrite ini mempunyai konsentrasi karbon yang rendah dan presitipasi karbon terjadi diluar lath ferrite tersebut. Bainit bawah mempunyai bentuk seperti jarum dengan bentuk plate yang lebih tegas, umumnya pelat ferrite lebih tebal.

Baja bainitik memiliki potensi yang baik karena kekuatan relatif tinggi walaupun tanpa dilakukan perlakuan panas tambahan. Bainit memang sudah memiliki sifat keuletan yang tinggi.

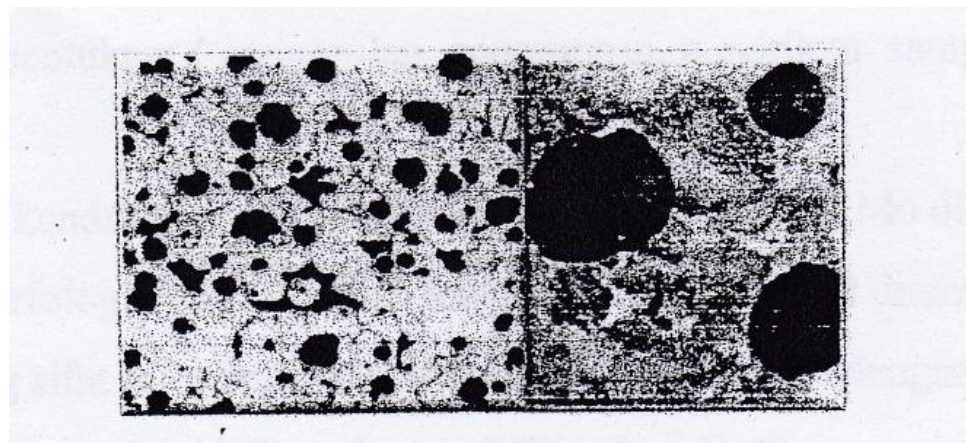
3. Struktur Mikro Besi Tuang

Besi tuang adalah paduan besi yang mengandung C, Si, Mn, P, dan S. Struktur mikro dari besi tuang umumnya terdiri dari Ferrite, Perlite, Sementite dan karbon

bebas (grafit). Grafit adalah satu bentuk kristal karbon yang lunak dan rapuh yang mempunyai kekerasan sekitar 1 HB dan kekuatan yang rendah yaitu lebih kurang 2 kg/mm². Bentuk grafit pada besi tuang ada 3 yaitu grafit bentuk serpih, bentuk Temper dan Nodular.



Gambar 2.13 Type Grafit bentuk Serpih (plag) pada Besi Tuang Kelabu

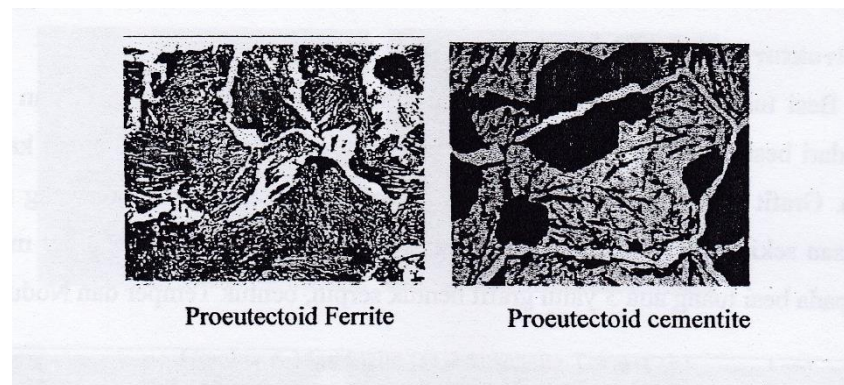


Gambar 2.14 Grafit Bulat pada Struktur Mikro Besi Tuang Putih



Gambar 2.15 Struktur Mikro Besi Tuang Kelabu FC 250

Dengan matrik pearlitik, bagian putih ferrit, Hitam pearlit, Hitam serpih grafit



Gambar 2.16 Proeutectoid Ferrite (a), Proeutectoid cementite (b)
(Sumber: Karmin. 2015)

