

ANALISIS PERBANDINGAN KEKERASAN *CONNECTING ROD* TYPE ORIGINAL, AHM DAN MPM MOTOR HONDA SUPRA FIT

Feru Lima I.P¹, Fuad Abdillah² dan Solechan³

Abstrak

Sekarang ini banyak produsen pembuat spare part kendaraan yang bermunculan dengan menawarkan harga jual berbanding 50% sampai 100% dengan kualitas bersaing dengan suku cadang asli dari pabrikan sepeda motor pembuatnya. Oleh karena itu setiap merk yang memproduksi *Connecting Rod* memiliki *mechanical properties* yang berbeda-beda sehingga perlu diadakan penelitian pemilihan *connecting rod* yang baik dan berkualitas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan hasil pengujian: komposisi kimia, strukturmikro dan harga kekerasan dari *connecting rod* type Original, AHM dan MPM Honda Supra Fit. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa: hasil pengujian komposisi kimia di dapatkan *connecting rod* original memiliki unsur karbon paling tinggi dengan nilai 0,302. Sedangkan AHM dengan nilai 0,229 dan MPM dengan nilai 0,265. Struktur mikro *connecting rod* original yang memiliki unsur karbon dan struktur perlit paling tinggi di banding *connecting rod* AHM dan MPM.

Kata Kunci: Kekerasan, Komposisi Kimia, Connecting Rod, *Mechanical Properties*.

PENDAHULUAN

Menurut data yang di peroleh dari Kepolisian Negara Republik Indonesia bahwa perkembangan jumlah kendaraan bermotor dari tahun 1987-2009 mengalami peningkatan 10 kali lipat dari tahun 1987 sampai dengan tahun 2009. Di dapatkan data khususnya untuk sepeda motor mencapai 52.433.132 buah pada tahun 2009 dan jumlah ini juga menunjukkan bahwa sepeda motor adalah jumlah kendaraan bermotor paling banyak dipakai dibanding kendaraan lainnya (Kepolisian Republik Indonesia, 2009).

Melihat jumlah sepeda motor di Indonesia dengan angka yang tidak sedikit, pastinya banyak pula bengkel resmi yang telah di sediakan oleh berbagai jenis *Brands*

¹ S1-Teknik Mesin UNIMUS

² Dosen S1 Teknik Mesin UNIMUS

³ Dosen S1 Teknik Mesin UNIMUS

sepeda motor di berbagai tempat, suatu contoh dari Honda telah menyediakan 3800 bengkel resmi yang berada di seluruh Indonesia untuk melayani servis sepeda motor dan penggantian suku cadang (AHM). Ini berkaitan dengan jumlah kendaraan di Indonesia dari pembuatan tahun terdahulu hingga sekarang tentunya dari sekian waktu pemakaian, maka perlu penggantian *spare part* seperti ban, kampas kopling, piston, setang seker (*connecting rod*) dan lain – lain.

Connecting rod adalah komponen *engine* yang harus kuat terhadap tekanan, komponen ini berfungsi meneruskan gerakan lurus dari piston menjadi gerakan putar pada *crankshaft* oleh karena *connecting rod* harus mempunyai ketahanan maksimum terhadap tekanan dan kuat, namun pada saat yang bersamaan *connecting rod* juga harus ringan agar kerugian tenaga gerak dapat di minimalkan (JPTM UPI, 2006). Perlu kita ketahui juga bahwa dari proses kerja atau pembakaran yang terjadi pada mesin *connecting rod* mendapat gaya-gaya yang membebani antara lain adalah gaya aksial, momen lentur, gaya geser, gaya puntir, tegangan tarik dan tegangan tekan (Rifky, 2007).

Penyebab kerusakan *connecting rod* itu sendiri di karenakan memacu sepeda motor di lintasan berat secara terus menerus, *crank shaft* yang sudah goyang, kualitas oli jelek, dan *bore up* mesin yang tidak tepat. Untuk menanggulangi terjadinya penyebab kerusakan tersebut maka perlu gaya mengendarai sepeda motor yang baik, kualitas oli di jaga, dan *bore up* sesuai ketentuan untuk perbandingan kompresi mesin agar beban kerja *connecting rod* semakin ringan (Tempo Interaktif, 2011).

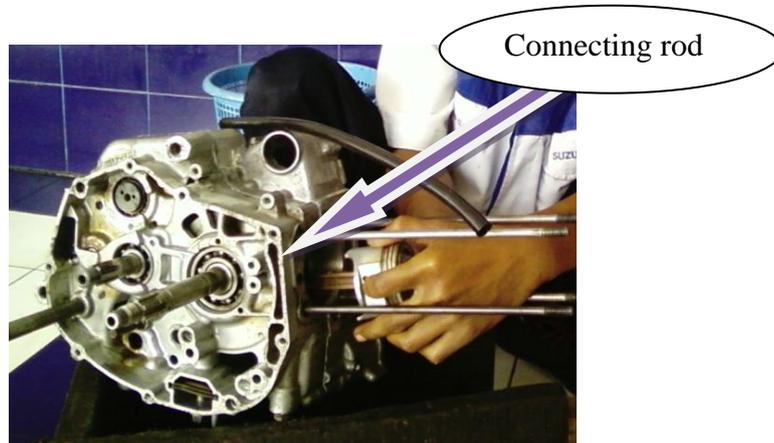
Sekarang ini banyak produsen pembuat spare part kendaraan yang bermunculan dengan menawarkan harga jual berbanding 50% sampai 100% dengan kualitas bersaing dengan suku cadang asli dari pabrikan sepeda motor pembuatnya. Oleh karena itu setiap merk yang memproduksi *Connecting Rod* memiliki *mechanical properties* yang berbeda-beda sehingga perlu diadakan penelitian pemilihan *connecting rod* yang baik dan berkualitas.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan hasil pengujian :

1. Mengetahui komposisi kimia pada masing – masing merk *connecting rod*.
2. Membandingkan strukturmikro antara masing - masing *connecting rod*.
3. Mencari kekerasan yang di miliki beberapa specimen dari masing - masing *connecting rod*.

LANDASAN TEORI

Connecting rod adalah sebuah komponen mesin kendaraan berupa batang penghubung antara *piston* dan *crankshaft*. Fungsi utama *connecting rod* adalah untuk meneruskan daya yang di hasilkan dari proses pembakaran dari *piston* menuju *crankshaft* seperti pada Gambar 1. Gambar 2 merupakan bentuk dari komponen *Connecting Rod*.



Gambar .1 *Connecting Rod* pada Mesin Kendaraan



Gambar 2. Komponen *Connecting Rod*

Connecting rod terbuat dari baja yang merupakan salah satu bahan yang banyak di pakai sebagai bahan industri yang merupakan sumber yang sangat besar, dimana sebagian di tentukan oleh nilai ekonominya, tetapi yang paling penting karena sifat-sifatnya yang bervariasi (Surdia, 2000). Berbagai macam jenis baja di tentukan berdasarkan pada unsur karbon yang terkandung pada suatu material tersebut. Baja

karbon dapat diklasifikasikan menjadi empat yaitu : *Low Carbon Steel* dengan kandungan unsur karbon 0% - 30%, *medium carbon steel* dengan unsur karbon 0.30% - 0.60%, *high carbon steel* dengan unsur karbon 0.60% - 1.00%, *Ultrahigh Carbon Steel* dengan kandungan unsur karbon 1.25% - 2% (*ASM Handbook*, 2005).

Menurut **Pollack (1981)** melaporkan bahwa Baja Karbon Terbagi dalam tiga klasifikasi yaitu: *Low Carbon Steel* dengan kandungan unsur karbon 0% - 0,25%, *Medium Carbon Steel* dengan kandungan unsur karbon 0,25% - 0,55%, dan *High Carbon Steel* dengan kandungan unsur karbon di atas 0,55%.

Sedangkan menurut **Khurmi (1980)**, pengklasifikasian baja karbon dengan membagi dalam empat klasifikasi yang terdiri dari *Dead Mild Steel* dengan kandungan unsur karbon 0% - 0,15%, *Low Carbon Steel* dengan unsur karbon 0,15% - 0,45%, *Medium Carbon Steel* dengan unsur karbon 0,45% - 0,80% dan *High Carbon Steel* dengan unsur karbon 0,8% - 1,5%.

Baja karbon sedang banyak dipergunakan sebagai komponen-komponen mesin dengan perlakuan panas seperti heat treatment yang dilanjutkan tempering sehingga dapat dihasilkan sifat yang diinginkan sesuai dengan tujuan fabrikasi. Penemperan baja karbon sedang dengan temperatur (350 - 550°C) menghasilkan karbida terdistribusi yang meningkatkan keuletan baja seperti yang banyak diaplikasikan sebagai bahan pembuat as roda, poros, roda gigi, *connecting rod* dan rel. Proses *aus forming* dapat diterapkan pada baja dengan kadar karbon sedang tersebut sehingga di capai kekuatan lelah lebih tinggi tanpa mengurangi keuletan (**Rifki 2007**).

Dari Gambar 3 Ferrite merupakan fasa yang terbentuk pada temperatur sekitar 300-723 derajat celcius. Pada daerah ini, kelarutan karbon maksimalnya adalah 0,025% pada temperatur 725 derajat celcius, dan turun drastis menjadi 0% pada 0 derajat celcius. Fasa ini biasa terjadi bersamaan dengan *cementite* membentuk *pearlite* pada pendinginan lambat. Fasa ini lunak dan memberikan kemampuan bentuk pada logam.

Cementite merupakan fasa yang terbentuk pada logam dengan kelarutan karbon maksimal 6,67 %. Kelarutan karbon yang tinggi memberikan sifat keras pada fasa ini, dan berkontribusi bersama dengan ferrite untuk menentukan kekuatan dari suatu logam.

Pearlite merupakan satu fasa yang terbentuk dari gabungan dua fasa, Ferrite dan Cementite. Pearlite dianggap sebagai satu fasa sendiri, karena memberikan kontribusi sifat yang seragam, dan pearlite bersifat lebih keras dari ferrite.

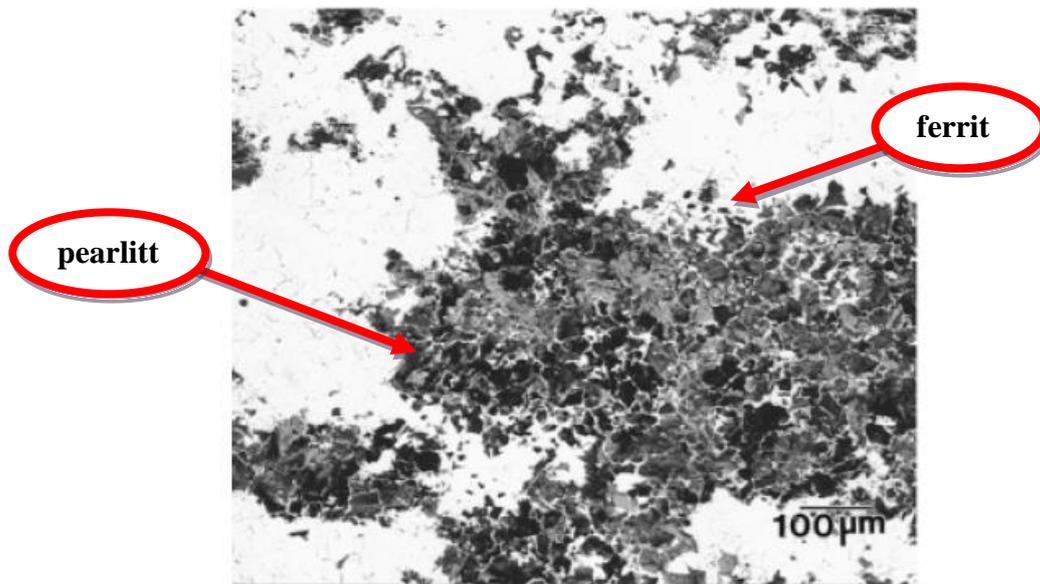
Tabel 1 Komposisi Kimia Baja Karbon (ASM Handbook 2005)

UNS Number	SAE AISI Number	C	Mn	P max	S max
G10200	1020	0.18 – 0.23	0.30 – 0.60	0.04	0.05
G10230	1023	0.20 – 0.25	0.30 – 0.60	0.04	0.05
G10250	1025	0.22 – 0.28	0.30 – 0.60	0.04	0.05
G10260	1026	0.22 – 0.28	0.30 – 0.60	0.04	0.05
G10290	1029	0.25 – 0.31	0.60 – 0.90	0.04	0.05

Tabel 2 Sifat Mekanis Baja Karbon (ASM Handbook)

ASTM A570 grade	Tegangan luluh		Tegangan tarik		Kemuluran in 50mm(2 in) min %
	Mpa	ksi	Mpa	ksi	
30	205	30	340	49	25
33	230	33	360	52	23
36	250	36	365	53	22
40	275	40	380	55	21
45	310	45	415	60	19
50	345	50	450	65	17
55	380	55	480	70	15

Austenite gamma Iron merupakan fasa yang terbentuk pada terbentuk pada temperatur 1140 derajat celcius, dengan kelarutan karbon 2,08%. Kelarutan karbon akan turun menjadi 0,08% pada 723 derajat celcius. Fasa austenite terlihat jelas pada gambar di bagian Ferrite di atas, berwarna putih. Hal ini menunjukkan bahwa fasa ini memiliki ketahanan karat yang lebih baik daripada fasa yang lain. Austenite merupakan fasa yang tidak stabil di temperatur kamar, sehingga dibutuhkan komposisi paduan lain yang akan berfungsi sebagai penstabil fasa austenit pada temperatur kamar, contohnya adalah mangan (Mn).



Gambar 3 Struktur Mikro Baja Karbon AISI 1020

Beberapa sifat – sifat unsur yang sering dijumpai di baja adalah:

1. Mn (mangan) pengaruhnya penambahan unsur mangan dalam paduan baja dapat menaikkan kekuatan tarik tanpa mengurangi atau sedikit mengurangi sedikit regangan, sehingga baja dengan penambahan mangan memiliki sifat yang kuat dan kenyal.
2. C (karbon) merupakan unsur terpenting yang dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja.
3. P (phospor) pengaruhnya memperburuk kegetasan pada temperature rendah dan meningkatkan sensitivitas kegetasan karena temper fasa dapat batas butir, oleh karena itu P harus selalu minimum.
4. S (sulfur) adalah unsur yang tidak memberikan pengaruh banyak terhadap temperature atau menurunkan keuletan.
5. Cr (chromium) adalah unsur yang digunakan sebagai pelindung permukaan baja dan tahan gesekan, baja yang mengkilap keras dan rapuh serta tahan terhadap korosi tetapi mempunyai keuletan yang rendah.
6. Mo (molybdenum) mempunyai sifat tahan pekerjaan panas, batas pencampuran unsur ini maksimal 7 % juga berfungsi sebagai penetralisir kekerasan dari wolfram. Molybdenum merupakan unsur tambahan pembuat keuletan baja yang maksimum.

7. Ni (nikel) mempunyai sifat yang ulet dan tahan terhadap bahan kimia dan untuk mengatasi korosi yang serius tetapi tidak mempunyai kekerasan yang tinggi, merupakan unsur yang dicampurkan kedalam baja untuk mengatasi kerusakan pada temperature yang tinggi (dapat mencapai 1200 ° C)
8. V (vanadium) sebagai unsur tambahan memeberikan pengaruh positif terhadap kekuatan tarik, kekuatan dan kekerasan pada tmperatur tinggi seta meningkatkan batas mulur juga.
9. W (wolfram) unsur tambahan pada baja yang sifatnya tahan terhadap temperatur tinggi, sangat tahan gesekan dan memiliki temperature sepuh yang tinggi.
10. Co (cobalt) unsur tambahan yang sifatnya tahan gesek, tahan panas pada temperature tinggi memiliki kekerasan tinggi tapi getas.
11. Si (silikon) unsur ini sifatnya meningkatkan kekerasan,kekuatan tarik dan pada strukturmikro jika pada konsentrasi 0,20% pearlite berwarna gelap dan ferrite berwarna terang.

Penelitian terhadap *connecting rod* yang telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu yaitu **Rifky (2007)** telah melakukan penelitian berbais software dengan Judul Analisis Pembebanan Statik Dengan Variasi Temperatur Pada Connecting Rod Motor Honda Type Grand 100cc Dengan Material Baja AISI 1006, AISI 1040 Dan AISI 1070 Menggunakan Software CATIA V5R14. Hasil penelitian yang dilakukan menerangkan bahwa tegangan maksimal yang terjadi pada struktur connecting rod motor Honda Grand 100CC terjadi pada temperatur 298°K, 600°K dan 605°K.

Penelitian yang di lakukan oleh **Reppen (1998)** berdasarkan uji kelelahan yang di lakukan pada komponen *connecting rod* bahwa kekuatan kelelahan baja tempa adalah 21% lebih tinggi dari pada komponen serbuk logam. Sedangkan menurut penelitian yang di lakukan oleh **Pay (1996)** melakukan optimalisasi terhadap *connecting rod* yang di kenakan siklus beban inersia. Pada puncak pemberian beban *connecting rod* mengalami kekuatan lelah (*fatigue strengt*).

METODOLOGI PENELITIAN

a) Bahan Penelitian

Material yang dipergunakan pada penelitian ini adalah berupa dua buah merk/type connecting rod Honda Supra FIT yaitu Original dan MPM. Setiap material connecting rod dipergunakan tiga jenis kondisi yaitu:

1. Material Asli tetapi bekas
2. Material Asli
3. Material KW 2

b) Alat Pengujian

Beberapa alat uji yang dipergunakan adalah:

1. Mikroskop optik Olympus CX-21
2. Alat uji kekerasan Rockwel

Pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium UNDIP. Jenis pengujian kekerasan yang digunakan yaitu metode Rockwell dengan nilai kekerasan 20–88 HRA dengan pembebanan sebesar 30 Kg.

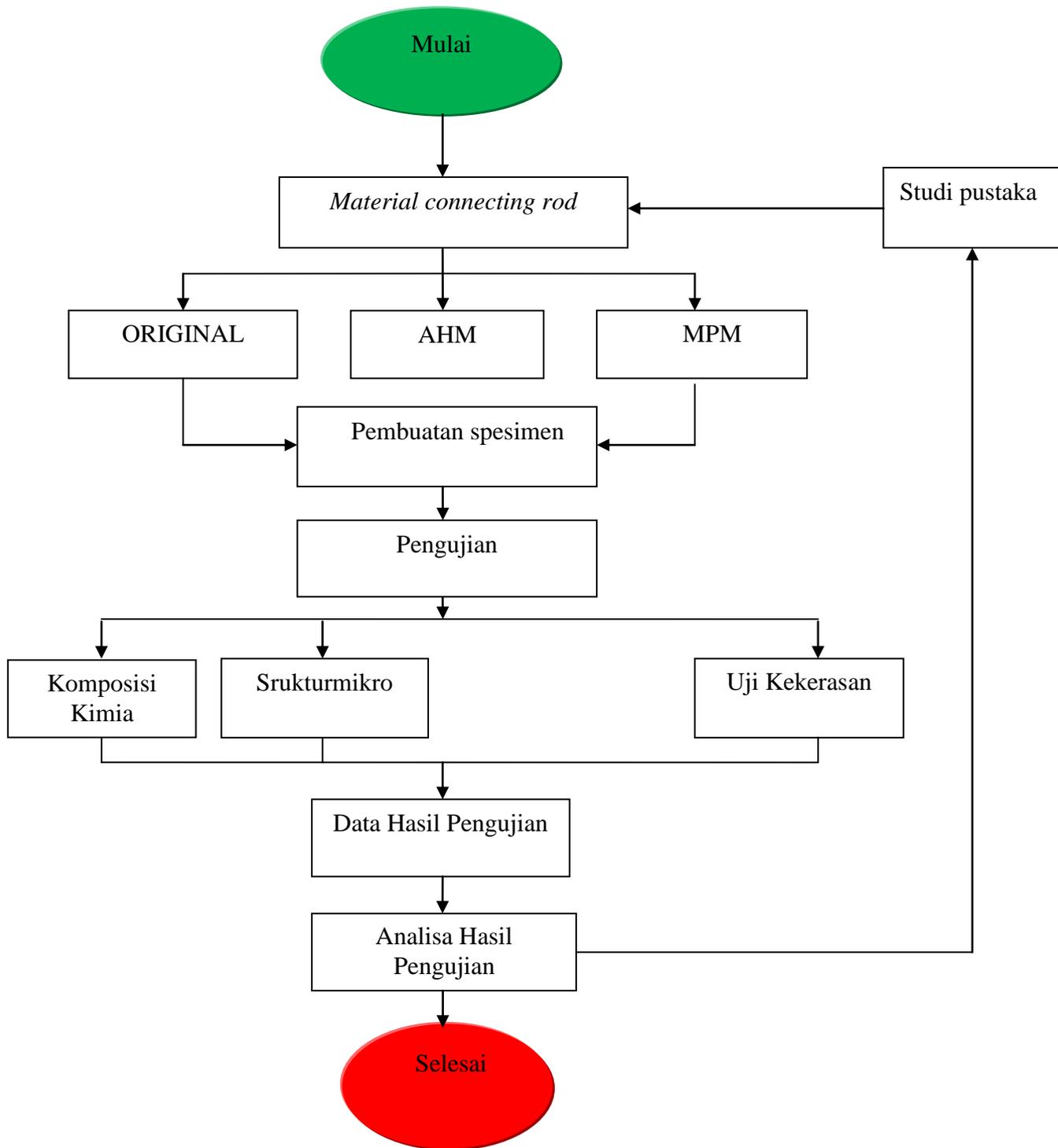
3. Universal Testing Machine untuk uji kekuatan tarik.

Pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik Universal Testing Machine yg sudah di standarisasi dan mengacu pada ASTM E-8 dengan plate-type $\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$ in dengan pembebanan 30000 kgF.

c) Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan yang disusun seperti pada Gambar

4. Diagram Alir Penelitian. Penelitian diawali dengan mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Kegiatan pengujian yang dilakukan meliputi pengujian komposisi kimia, struktur mikro, kekerasan, dan kekuatan tarik pada material. Masing-masing bertujuan guna mendapatkan data yang diperlukan untuk selanjutnya di analisa.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

Data yang dihasilkan dari pengujian antara lain, komposisi material, strukturmikro dan kekerasan. Analisa data meliputi pengumpulan, pengolahan dan analisis terhadap data pengujian yang telah diperoleh. Representasi data yang telah

diolah berupa Tabel. Selanjutnya setelah data selesai diolah, maka data tersebut dianalisis berdasarkan teori yang didapat dari referensi dan literatur. Kesimpulan merupakan ringkasan dari hasil analisa yang nantinya dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini.

Adapun langkah-langkah dalam proses pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan alat dan bahan untuk melakukan pengujian.
- b. Memotong *connecting rod* menjadi beberapa bagian dengan ukuran tertentu.
- c. Menghaluskan permukaan specimen yang akan di uji.
- d. Menguji specimen.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian sifat mekanis pada Connecting Rod Original, AHM dan MPM dari beberapa sampel maka dapat dilakukan analisisnya. Hasil pemeriksaan data dari hasil pengujian yang telah dilakukan yaitu pengujian komposisi kimia, kekerasan, pengamatan struktur mikro, serta pengujian kekuatan tarik pada *connecting rod* type Original, AHM dan MPM.

Uji Komposisi kimia

Tujuan dari pengujian komposisi kimia ini adalah untuk mengetahui perbandingan komposisi yang terkandung di dalam masing – masing *connecting rod* yaitu type Original, AHM dan MPM. Pengujian komposisi kimia dilakukan di laboratorium POLMAN Ceper, Klaten. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 dapat dilihat komposisi dominan dari berbagai type *connecting rod* yaitu: Type Original adalah Fe 97,2 %, C 0,302 %, Mn 0,807 % P 0,0314 %, S 0,0212% dan unsur-unsur lainnya, untuk *connecting rod* AHM adalah Fe 97,8 %, C 0,229 %, P 0,0143 %, S, dan untuk *connecting rod* MPM mengandung unsur Fe 97,2 %, C 0,265 %, Mn 0,823 %, P 0,0245 %, S 0,0115 %. Dari data yang diperoleh, maka sesuai dengan ASM volume 1, material tersebut termasuk material kelas 135-125 dan 210-180, dan masuk kedalam ASTM specification A 148. Sehingga dari material tersebut di dapatkan nilai tegangan tarik sebesar 795 - 1795 MPa, tegangan geser 655 – 1450 MPa, dari nilai yang telah didapatkan pada Tabel 3 maka material *connecting rod* termasuk baja casting untuk struktural aplikasi.

Tabel 3 Komposisi Kimia *Connecting Rod*

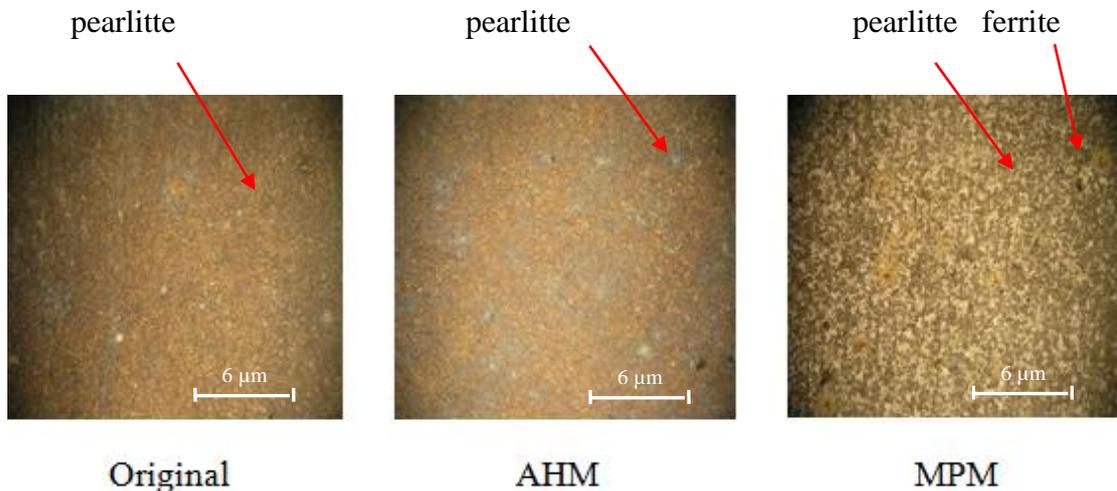
UNSUR	MATERIAL		
	ORIGINAL	AHM	MPM
Fe	97.2	97.8	97.2
C	0.302	0.229	0.265
Si	0.192	0.243	0.277
Mn	0.807	0.53	0.823
P	0.0314	0.0143	0.0245
S	0.0212	0.0093	0.0155
Cr	1.06	0.883	1.05
Mo	0.097	0.163	0.17
Ni	0.086	0.0309	0.0414
Al	0.0443	0.0056	0.0362
Co	0.0105	0.007	<0.0050
Cu	0.0904	0.0115	0.0132
Nb	0.01	0.0069	0.0095
Ti	0.0024	0.0029	0.0066
V	0.0075	0.0052	0.0042
W	<0.0250	<0.0250	<0.0250
Pb	<0.0100	<0.0100	<0.0100
Ca	0.0002	0.0004	0.0003
Zr	<0.0030	0.0038	<0.0030

Foto Struktur Mikro

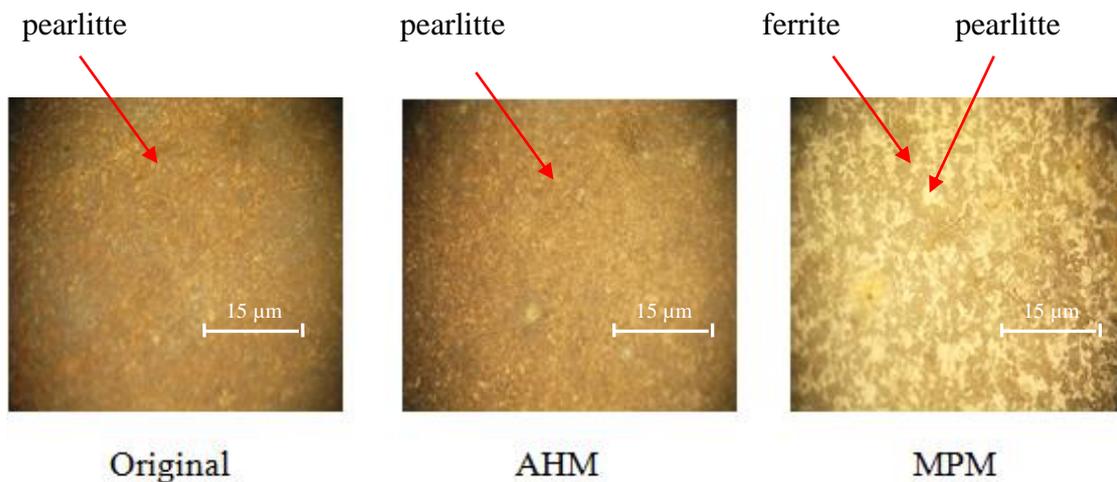
Berikut ini adalah hasil foto-foto dari pengujian struktur mikro yang di lakukan di laboratorium UNDIP menggunakan Mikroskop Olympus BX 416, dengan pembesaran 200X, 500X dan 1000X seperti pada Gambar 5, 6 dan 7.

Pada struktur mikro *connecting rod* terdapat dua fasa yaitu ferrite yang di cirikan dengan warna putih dan pearlite di cirikan dengan warna hitam. Kandungan karbon akan bervariasi dalam arah menuju inti, pada permukaan kandungan karbon tinggi dan akan berkurang dalam arah menuju inti, konsekwensinya struktur mikro berubah pula dari

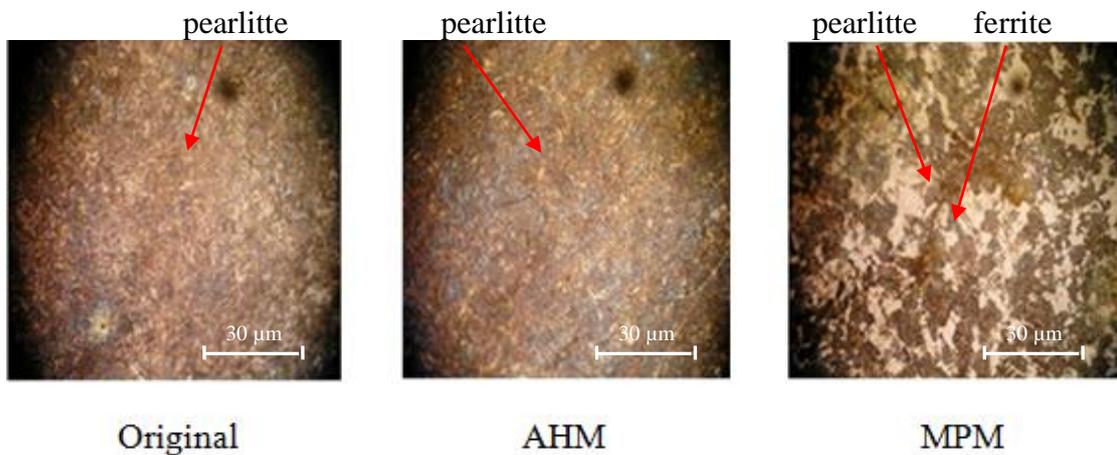
permukaan menuju inti. Pada baja karbon tinggi semua γ telah berubah menjadi pearlite. Sehingga fasa yang terbentuk adalah Fe_3C dan pearlite, struktur pearlite semakin banyak dan jelas (Bianca, 2010).



Gambar 5. Struktur Mikro *Connecting Rod* dengan Pembesaran 200 X



Gambar 6. Struktur Mikro *Connecting Rod* Dengan Pembesaran 500 X



Gambar 7. Struktur Mikro *Connecting Rod* Dengan Pembesaran 1000X

Pada struktur mikro *connecting rod* original yang memiliki kadar karbon paling tinggi di antara *connecting rod* AHM, MPM di dapati struktur mikro lebih banyak terlihat pearlite.

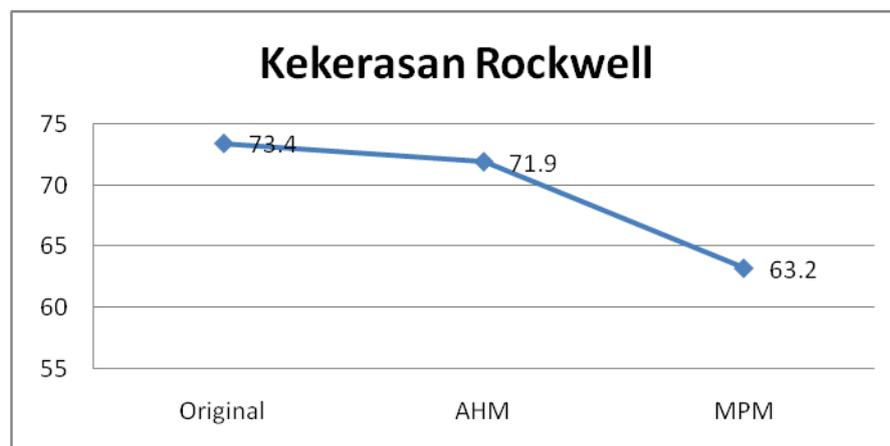
Pengujian kekerasan

Tujuan dari percobaan pengujian kekerasan adalah untuk mengetahui perbandingan tingkat kekerasan antara *connecting rod* Original, AHM, MPM. Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan metode *Rockwell* berskala dengan menggunakan skala HRA. Berikut ini adalah hasil data rata-rata uji kekerasan dengan pembebanan 60 Kgf dengan waktu penahanan 30 detik dan dengan menggunakan intan Sudut sisi 120° pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kekerasan *Connecting Rod*

MATERIAL	UJI KEKERASAN					RATA - RATA HRA
	1	2	3	4	5	
ORIGINAL	72,0	74,0	75,0	74,0	72,0	73,4
AHM	71,0	73,0	73,0	70,5	72,0	71,9
MPM	63,0	67,5	63,5	62,0	60,0	63,2

Hasil pengujian kekerasan seperti pada Gambar 4 dapat ditampilkan seperti Gambar 5 dalam bentuk Diagram dengan mengacu pada harga kekerasan rata-rata.



Gambar 5. Hasil Pengujian Kekerasan

Karbon yang bersifat keras akan membuat material akan menjadi lebih keras. Seperti halnya dengan Connecting Rod ini, connecting rod type original memiliki kandungan Karbon yang paling tinggi dari pada AHM dan MPM sehingga menyebabkan kekerasan connecting rod original menjadi paling tinggi diikuti AHM dan MPM. Apabila ditinjau dari struktur mikro, pada connecting rod type original memiliki kandungan perlit lebih banyak di banding *connecting rod* lainnya. Hal ini juga mendukung sifat keras dari Connecting Rod type Original (**Masyrukan, 2006**). Adapun pearlite memiliki struktur yang lebih keras dari pada ferrite (**Rahmat saptono, 2008**).

KESIMPULAN

1. Dari hasil pengujian komposisi di dapatkan *connecting rod* original memiliki unsur karbon paling tinggi dengan nilai 0,302. Sedangkan AHM dengan nilai 0,229 dan MPM dengan nilai 0,265.
2. Struktur mikro *connecting rod* original yang memiliki unsur karbon dan struktur perlit paling tinggi di banding *connecting rod* AHM dan MPM.

DAFTAR PUSTAKA

ASM Handbook, Volume 1, 2005, Properties and Selection.

ASM Handbook, Volume 9, 2004, Metallography and microstructures

ASTM E-8. Tenshile strength.

Masyrukan, 2006 Penelitian sifat fisis dan mekanis baja karbon rendah akibat pengaruh proses pengarbonan dari arang kayu jati.

Kepolisian Republik Indonesia, Jumlah Kendaraan Bermotor menurut Jenisnya, 2009

Rahmat S , 2008 Pengetahuan Bahan.

Rifky, 2007, Analisis pembebanan static dengan variasi temperature pada connecting rod motor Honda type grand 100cc dengan material baja AISI 1006, 1040, dan 1070 menggunakan software CATIA V5R14.

Indonesia 1987-2009

Tempo Interaktif.com, 2009, Penyebab kerusakan connecting rod.

Yusuf D, 2007.”Aplikasi pengolahan citra untuk analisis struktur mikro logam ferro berdasarkan pola – pola khas statistiknya”