

ANALISA WAKTU PEMANASAN DAN TEMPERATUR PEMANASAN PADA PROSES *BLACKENING* BAJA ST41 BENTUK PLAT DAN SILINDER TERHADAP KETEBALAN LAPISAN PERMUKAAN DAN UJI BENDING

Risky Tampi Kamayuda

S1 Pendidikan Teknik Mesin Produksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : riskykamayuda@mhs.unesa.ac.id

Arya Mahendra Sakti

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: aryamahendra@unesa.ac.id

Abstrak

Baja ST 41 ialah baja karbon rendah dimana sering dipergunakan di komponen mesin seperti gear, rantai, skrup dan poros yang mana merupakan komponen mesin menggunakan toleransi tinggi, akan tetapi tidak ditunjang menggunakan sifat mekaniknya yaitu kekuatan bending. *Blackening* adalah proses konversi kimia yang berasal dari reaksi antara besi di logam ferro dengan garam pengoksidasi sampai membentuk lapisan magnetite (Fe_3O_4) tipis pada substrat logam. Tujuan asal dilakukannya penelitian ini yaitu buat mengetahui dampak pengaruh waktu pemanasan pada proses *blackening* baja ST 41 terhadap ketebalan lapisan permukaan dan uji bending. Bahan untuk pengujian berupa baja ST 41 bentuk plat serta silinder yang dipanaskan dalam larutan garam berasal dari campuran 30% Natrium Hidroksida (NaOH), 10% Natrium Nitrat ($NaNO_3$), 10% Natrium Nitrit ($NaNO_2$), dan 50% Aquades (H_2O) dimana ada variasi waktu 30 menit, 60 menit, dan 90 menit serta variasi temperatur 100°C, 150°C dan 200°C.

Sesuai hasil penelitian yang di dapatkan nilai ketebalan tertinggi terjadi di waktu pelapisan 30 menit, temperatur pelapisan 150°C menggunakan nilai ketebalan 19,05 μm buat spesimen bentuk plat dan 19,11 μm buat spesimen bentuk silinder. Serta nilai pengujian bending yang tertinggi diperoleh di waktu pelapisan 30 menit, temperatur 100°C menggunakan nilai uji bending 0,79 KN buat spesimen bentuk plat dan 18,8 KN buat spesimen bentuk silinder. Nilai yang terendah diperoleh pada waktu pelapisan 90 menit, temperatur 200°C menggunakan nilai uji bending 0,45 KN bentuk plat dan 14 KN bentuk silinder.

Kata kunci: ST41, proses *Blackening*, ketebalan permukaan, uji bending.

Abstract

ST 41 steel is a low carbon steel which is often used in machine components such as gears, chains, couplers and shafts which are machine components using high tolerances, but are not supported by their mechanical properties, namely bending strength. Blackening is a chemical conversion process originating from the reaction between iron in ferrous metal with oxidizing salts to form a thin magnetite (Fe_3O_4) layer on a metal substrate. The original purpose of this study was to determine the effect of the heating time on the ST 41 steel blackening process on the thickness of the surface layer and the bending test. The material for testing is ST 41 steel in the form of plates and cylinders heated in a salt solution derived from a mixture of 30% Sodium Hydroxide (NaOH), 10% Sodium Nitrate ($NaNO_3$), 10% Sodium Nitrite ($NaNO_2$), and 50% Aquades (H_2O). where there are variations in time of 30 minutes, 60 minutes, and 90 minutes as well as variations in temperature of 100°C, 150°C and 200°C. According to the results of the study, the highest thickness value occurred at a coating time of 30 minutes, the coating temperature was 150°C using a thickness value of 19.05 m for plate-shaped specimens and 19.11 m for cylindrical specimens. And the highest bending test value was obtained at a coating time of 30 minutes, a temperature of 100°C using a bending test value of 0.79 KN for plate-shaped specimens and 18.8 KN for cylindrical specimens. The lowest value was obtained at a coating time of 90 minutes, a temperature of 200°C using a bending test value of 0.45 KN in plate form and 14 KN in cylindrical form.

Keywords: ST41, *Blackening* process, surface thickness, bending test.

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi pada global industri, logam merupakan material yang secara umum dikuasai dimana dipergunakan buat kebutuhan komponen mesin maupun alat penunjang mesin. Oleh sebab itu komponen-komponen tadi tidak terlepas dari laju korosi yang mana

bila dibiarkan bisa mengganggu suatu mesin. Pada praktiknya, komponen seperti gear, rantai, skrup, serta poros perlu dilakukan lubrikasi menggunakan oli supaya menghambat laju korosi karena sifat komponen yang memiliki toleransi dimensi yang tinggi sehingga memerlukan pelapisan buat menambah dimensi benda

secara signifikan. Selain itu, baja ST 41 bentuk plat dan silinder merupakan benda yang banyak dijumpai di lapangan. Untuk menangani masalah tadi, maka dibutuhkan metode buat menghambat laju korosi yang dianggap teknik pelapisan.

Pelapisan logam artinya suatu cara yang dilakukan buat menyampaikan sifat tertentu di suatu permukaan benda kerja, dimana benda tersebut akan mengalami perbaikan terhadap sifat fisiknya baik pada ketahanannya.

Pelapisan logam tanpa menggunakan energi listrik biasa disebut juga *Conversion Coating*, dimana *Conversion coating* sendiri ialah metode pelapisan kimia yang membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam. Diketahui *Conversion Coating* terdapat 2 kelompok yaitu pelapisan konversi alami dan kimia.

Salah satu bentuk *Conversion Coating* yang dipergunakan pada industri merupakan *Blackening* atau pelapisan black oxide. *Blackening* atau pelapisan black oxide adalah proses konversi kimia diantara besi di logam ferro menggunakan garam pengoksidasi. *Blackening/black oxide coating* semakin terkenal penggunaannya karena ketahanan terhadap korosi. Pelapisan *Blackening* terjadi waktu atom Fe yang ada pada permukaan baja bereaksi hingga membentuk magnetite (Fe_3O_4).

Blackening merupakan proses penghitaman atau pemberian warna hitam terhadap permukaan besi, *stainless steel* serta lainnya, yang bertujuan buat dekoratif dimana merubah penampilan besi terlihat lebih menarik, serta menaikkan ketahanan terhadap korosi. Untuk mencapai ketahanan maksimal, produk yang telah melalui proses *Blackening* dapat diolesi menggunakan *Rust Preventive Oil*.

Pengujian bending artinya pengujian berasal dari sifat mekanik bahan yang terletak pada spesimen benda, baik bahan yang digunakan untuk kontraksi atau komponen yang menerima beban terhadap suatu bahan pada satu titik tengah dari bahan yang ditahan diatas dua tumpuan. Alat uji bending sering kali digunakan untuk pengujian bahan-bahan produksi seperti baja, besi cord serta lainnya, selain itu alat ini juga dipergunakan buat menguji kekuatan sambungan las, dimana bisa dilihat besarnya kekuatan lengkung asal sambungan las tadi.

Kelemahan lain dari alat uji bending ini ialah posisi penekan yang miring meski tidak terlalu signifikan akan tetapi kemiringan ini sangat berpengaruh di pengujian four point bending, ketika melakukan penekanan salah satu ujung dari four point menyentuh benda hingga ujung satunya tidak menyentuh benda kerja yang terjadi adalah three point bending.

Berdasarkan dari hasil penelitian Ferreira, dkk (2001) yang berjudul "*Influence of the Temperature of Film Formation on the Electronic Structure of Oxide Films Formed on 304 Stainless Steel*", terbukti kalau ketebalan lapisan oksida pada baja AISI 304 bertambah dari 8nm pada suhu 150°C menjadi kurang lebih 30nm pada suhu 450°C.

Penelitian serupa dari Lebbai, dkk (2003) yang berjudul "*Optimization of Black Oxide Coating Thickness As An Adhesion Promoter for Copper Substrate In Plastic Integrated-Circuit Packages*" menggambarkan bahwa waktu lama ketika pemanasan pada proses *blackening* tembaga berpengaruh terhadap ketebalan dan tingkat kekasaran permukaan bertambah dari semula 180nm menjadi 290nm sekitar 60 detik pada proses pemanasan, serta ketebalan lapisan oksida akan terus bertambah dari 150 detik pertama dan menjadi stabil setelah melewati 180 detik terakhir.

Berdasarkan penelitian yang telah terdapat, ditetapkan beberapa variabel bebas di penelitian perihal dampak pengaruh waktu serta temperatur pemanasan pada proses *blackening* baja ST 41 bentuk plat dan silinder terhadap ketebalan lapisan permukaan serta uji bending, diantaranya variasi temperatur pelapisan 100°C, 150°C dan 200°C, dan variasi saat pemanasan 30 menit, 60 menit, dan 90 menit.

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu mengenai Analisa waktu pemanasan pada saat proses *blackening* baja ST41 bentuk plat dan silinder terhadap ketebalan lapisan permukaan dan uji bending. Pada saat proses pelapisan *blackening* ini menggunakan variasi waktu pemanasan dan temperatur.

Waktu dan Tempat Penelitian

• Waktu Penelitian

Dilaksanakan pada bulan Maret – Mei 2021.

• Tempat penelitian

Proses pemotongan bahan uji dilakukan di rumah yang beralamat, Dukuh Gemol gang 1a no.3, RT02/RW03, Kec. Wiyung, Kel. Jajartunggal, Kota Surabaya.

Bahan uji untuk proses pelapisan dilakukan di kontrakan yang beralamat, Jl. Jambangan VIII No.21 RT.003/RW.03, Kec. Jambangan, Kota Surabaya, Jawa Timur 60232.

Proses uji ketebalan setelah pelapisan dilakukan di Laboratorium Uji Bahan, Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

d. Proses pengujian bending dilakukan di Laboratorium Material, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.

Variabel Penelitian

• Variabel bebas

1. Waktu pemanasan : 30 menit, 60 menit, 90 menit, dengan Temperatur pemanasan : 100°C, 150°C dan 200°C.
2. Dimensi spesimen bentuk plat dan silinder.

• Variabel terikat

1. Ketebalan pelapisan dan Uji Bending.

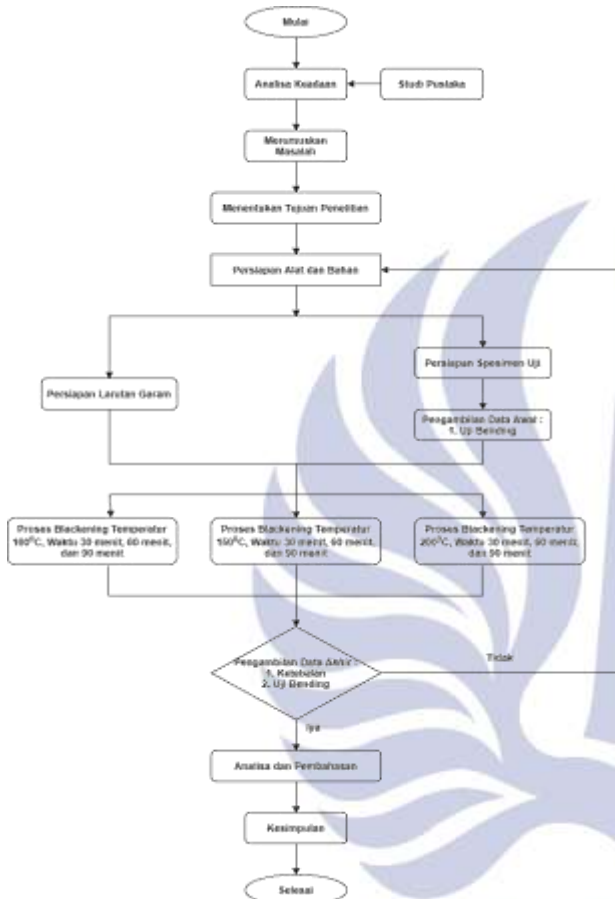
• Variabel control

1. Larutan garam yang digunakan adalah campuran dari 4kg Natrium Hidroksida (NaOH), 1kg

- Natrium Nitrat (NaNO_3), 1kg Natrium Nitrit (NaNO_2), 6 liter Aquades (H_2O).
- Jenis spesimen Baja ST41.

Rancangan penelitian

Petunjuk langkah-langkah dalam melakukan peneliti untuk mengumpulkan dan menganalisis data yang berpedoman pada gambar rancangan dibawah ini.



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Peralatan, Bahan dan Instrumen Penelitian

- Peralatan Penelitian
 - Gerinda
 - Bor duduk
 - Kertas gosok
 - Bak plating
- Bahan Penelitian
 - Baja ST41
 - Aquades (H_2O)
 - Natrum Hidroksida (NaOH)
 - Natrium Nitrit (NaNO_2)
 - Natrium Nitrat (NaNO_3)
 - Kawat besi berdiameter 3mm
 - Oli
- Instrumen Penelitian
 - Jangka Sorong
 - Thermocouple

- Stopwatch
- Ultrasonic Thickness Gauge

Spesimen Penelitian

Penelitian ini memakai benda kerja baja ST 41 berbentuk plat dan silinder. Spesimen bentuk plat memiliki dimensi panjang 200 mm, lebar 20 mm, dan tebal 3 mm. Sedangkan spesimen bentuk silinder memiliki dimensi panjang 200 mm dan diameter 15 mm. Dengan jumlah spesimen 36 buah (18 plat dan 18 silinder) yang akan dilakukan pelapisan.



Gambar 2. Dimensi Bentuk Plat



Gambar 3. Dimensi Bentuk Silinder

Prosedur Penelitian

- Mempersiapkan peralatan bahan dan instrumen penelitian
- Memotong lalu mengebor spesimen uji sesuai dimensi
- Mengamplas permukaan spesimen benda uji menggunakan kertas grit
- Mengukur dan menganalisa spesimen dengan alat topografi kamera perbesar 1000 kali sebelum dilakukan proses pelapisan
- Mencuci spesimen benda dengan sabun
- Melakukan proses pelapisan dengan kawat yang di kaitkan ke spesimen benda agar mempermudah pengangkatan di dalam bak plating. Beberapa spesimen bentuk plat dan silinder disiapkan terus dilakukan proses perendaman pada suhu temperatur 100°C dengan variasi waktu 30 menit, 60 menit, dan 90 menit, setelah selesai melakukan perendaman beberapa spesimen lalu siapkan spesimen berikutnya untuk dilakukan perendaman hingga suhu 150°C , dengan varisi waktu yang sama seperti sebelumnya, begitu juga pada proses perendaman pada suhu 200°C
- Setelah proses pelapisan selesai, bilas dengan air sejenak lalu di gantung untuk proses pengeringan
- Setelah kering langsung dilakukan pengolesan oli pada spesimen

- Melakukan analisa topografi dengan alat untuk di ketahui perbedaannya
- Kemudian melakukan pengukuran ketebalan lapisan spesimen
- Terakhir dilakukan pengujian bending

Teknik Analisa Data

Dipenelitian eksperimen ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif, yaitu mengumpulkan data yang sudah dinyatakan dalam bentuk angka dan bentuk grafik. Buat menunjukkan tingkat kesignifikannya dibutuhkan metode pengujian hipotesis asosiatif. Analisa data yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium, data tersebut berupa angka yang dimasukkan pada tabel, terus dibuatkan grafiknya sehingga dapat menganalisa serta menyimpulkannya lebih simpel. Dalam hal ini menunjukkan ada atau tidaknya efek variasi waktu saat perendaman baja ST 41 bentuk plat maupun silinder dan variasi temperatur larutan saat proses *blackening* terhadap uji ketebalan serta uji bending.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Spesimen dari ketebalan dan uji bending sebelum dilakukan proses *blackening* diklaim 0µm. Pada tabel di bawah ini memberikan data ketebalan dan uji bending setelah dilakukannya proses *blackening*, sebagai berikut:

Tabel 1. Rata-Rata Ketebalan Setelah *Blackening*

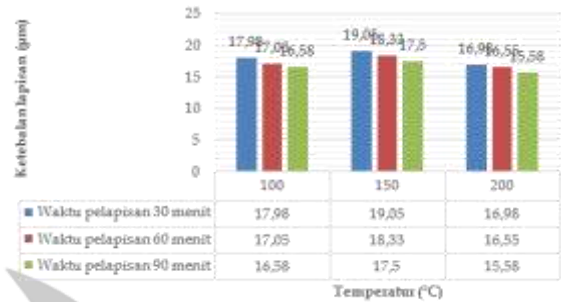
No. Spesimen Plat (P)	Temperatur(°C)	Waktu (menit)	Rata-rata Ketebalan (µm)	No. Spesimen Silinder (S)	Temperatur(°C)	Waktu (menit)	Rata-rata Ketebalan (µm)
1&2	100	30	17,98	1&2	100	30	18,42
3&4		60	17,05	3&4		60	17,38
5&6		90	16,58	5&6		90	16,11
7&8	150	30	19,05	7&8	150	30	19,11
9&10		60	18,33	9&10		60	18,38
11&12		90	17,50	11&12		90	17,42
13&14	200	30	16,98	13&14	200	30	17,08
15&16		60	16,55	15&16		60	16,08
17&18		90	15,58	17&18		90	15,50

Tabel 2. Rata-Rata Uji Bending Setelah *Blackening*

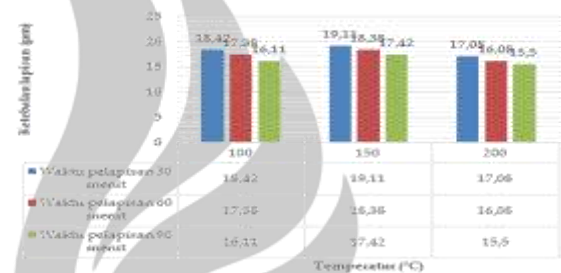
No. Spesimen Plat (P)	Temperatur(°C)	Waktu (menit)	Rata-rata Uji Bending (KN)	No. Spesimen Silinder (S)	Temperatur(°C)	Waktu (menit)	Rata-rata Uji Bending (KN)
1&2	100	30	0,79	1&2	100	30	18,8
3&4		60	0,77	3&4		60	18,5
5&6		90	0,76	5&6		90	18
7&8	150	30	0,75	7&8	150	30	17,6
9&10		60	0,7	9&10		60	16,8
11&12		90	0,6	11&12		90	15,4
13&14	200	30	0,55	13&14	200	30	15
15&16		60	0,5	15&16		60	14,5
17&18		90	0,45	17&18		90	14

Waktu dan Temperatur Pemanasan Terhadap Ketebalan Lapisan Permukaan

Diagram berikut merupakan data rata-rata hasil uji ketebalan pada spesimen bentuk plat dan silinder ketika melalui proses variasi waktu dan temperatur pemanasan.



Gambar 4. Diagram Ketebalan Spesimen Plat



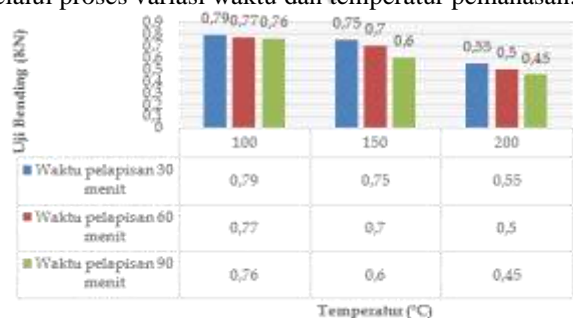
Gambar 5. Diagram Ketebalan Spesimen Silinder

Pada gambar diagram diatas membagikan bahwa hasil nilai ketebalan lapisan yang terbentuk, menunjukkan nilai yang tertinggi yaitu pada spesimen saat perlakuan waktu 30 menit dengan temperatur pemanasan 150°C bernilai 19,05µm pada spesimen plat dan 19,11µm pada spesimen silinder.

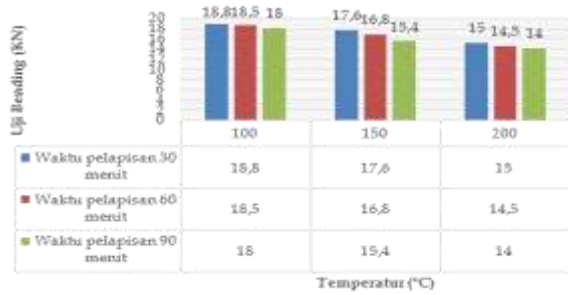
Selain itu pembentukan lapisan terbaik terjadi di temperatur suhu 150°C dengan waktu 30 menit, dikarenakan jika suhu terlalu rendah proses pelapisan akan kurang melekat serta jika terlalu panas lapisan sudah menguap, begitu juga kalau terlalu lama proses pelapisan akan merubah spesimen menjadi kuning.

Waktu dan Temperatur Pemanasan Terhadap Uji Bending

Diagram berikut merupakan data rata-rata hasil uji bending pada spesimen bentuk plat dan silinder ketika melalui proses variasi waktu dan temperatur pemanasan.



Gambar 6. Diagram Uji Bending Spesimen Plat



Gambar 7. Diagram Uji Bending Spesimen Silinder

Pada gambar diagram diatas membagikan bahwa hasil nilai uji bending tertinggi pada spesimen menggunakan perlakuan waktu 30 menit dengan temperatur pemanasan 100°C bernilai 0,79 KN pada spesimen plat dan 18,8 KN pada spesimen silinder.

Selain itu semakin lama ketika perendaman serta semakin tinggi temperatur pemanasan maka akan menurun untuk nilai uji bendingnya.

PENUTUP

Simpulan

Dari analisa hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Nilai tertinggi dari hasil rata-rata uji ketebalan lapisan penelitian ini ialah di temperatur pelapisan 150°C dan waktu pelapisan 30 menit, yang bernilai 19,05 µm buat spesimen plat, dan 19,11 µm spesimen silinder.
- Nilai tertinggi dari hasil rata-rata uji bending pada penelitian ini ialah di temperatur pelapisan 100°C dan waktu pelapisan 30 menit, yang bernilai 0,79 KN buat spesimen plat dan 18,8 KN spesimen silinder.

Saran

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang terjadi, sampai mencapai sebuah simpulan, disini kami menyarankan beberapa hal berikut:

- Pelapisan terbaik buat jenis hot *blackening* ialah ketika temperature 150°C dan waktu pelapisan 30 menit, dikarenakan bahan pada saat proses *blackening* dapat melekat dan menghitam secara sempurna pada spesimen dalam perlakuan tersebut. Dalam temperature 100°C spesimen saat proses *blackening* kurang melekat dan temperature 200°C sepimen dapat menguap, begitu juga kalau terlalu lama proses pelapisan akan merubah spesimen menjadi kuning.
- Agar mendapatkan hasil uji bending secara maksimal di perlukan memakai perlakuan temperatur dan waktu yang rendah agar spesimen tidak menjadi lunak.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, H. dan Daryanto. 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Austin, T. George. 1984. *Shreve's Chemical Process Industries Fifth Edition*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Firsty Novemia Hany. 2019. *Pengaruh Lama Waktu Pemanasan pada Proses Blackening Baja ST 41 Terhadap Ketebalan dan Kekilapan Lapisan*. JPTM. Volume 08 Nomor 03 Tahun 2019, 25-30. Universitas Negeri Surabaya.
- Lebbai, Kim, dkk. 2003. *Optimization of Black Oxide Coating Thickness as an Adhesion Promoter for Copper Substrate in Plastic Integrated-Circuit Packages*. Journal of Electronic Materials. Hongkong. Vol. 32, No. 6.
- Lundberg, Weitzberg, dkk. 2008. *The Nitrate-Nitrite-Nitric Oxide Pathway In Physiology And Therapeutics*. Nat. Rev. Drug Discov. 7, 156-67.
- Galuh Sakin Nur Hazna. 2019. *Analisa Laju Korosi Pada Proses Blackening Baja ST41 Bentuk Plat dan Silinder Dengan Variasi Lama Pencelupan dan Media Korosi*. JPTM. Volume 08 Nomor 02 Tahun 2019, 150-158. Universitas Negeri Surabaya.
- Syamsurizal, Cari., Darsono. 2013. *Tahap-tahap Pengujian Bahan yang Baik*. Indonesian Journal of Applied Physics. Vol. 3, No.1: 99-106.