

**PENGARUH JARAK ANODA KATODA DAN WAKTU PENCELUPAN PADA PROSES
PELAPISAN NIKEL–KROM TERHADAP KETEBALAN DAN KEKERASAN
LAPISAN PERMUKAAN KNALPOT SEPEDA MOTOR**

Donni Indra Nasution

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : nasution1396@gmail.com

Arya Mahendra Sakti, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: aryamahendra@unesa.ac.id

Abstrak

Elektroplating merupakan pelapisan logam dengan bantuan arus listrik melalui elektrolit dengan tujuan memindahkan partikel logam pelapis ke logam yang dilapisi. Tujuan pada penelitian ini 1) untuk mengetahui pengaruh jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel-krom terhadap ketebalan lapisan permukaan knalpot sepeda motor. 2) untuk mengetahui pengaruh jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel-krom terhadap kekerasan lapisan permukaan knalpot sepeda motor. Proses elektroplating menggunakan variasi jarak anoda katoda 20 cm, 25 cm, dan 30 cm, dengan waktu pencelupan 20 menit, 30 menit, dan 40 menit. Pengujian yang dilakukan adalah dengan pengujian ketebalan lapisan dan kekerasan Rockwell. Hasil penelitian ketebalan lapisan menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang sangat kuat pada variasi jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel-krom terhadap ketebalan lapisan permukaan knalpot sepeda motor. Hal ini disebabkan karena semakin dekat jarak anoda katoda maka semakin cepat proses oksidasi reduksinya. Waktu pencelupan juga mempengaruhi ketebalan lapisan, semakin lama waktu yang dipakai maka deposit logam yang menempel pada spesimen semakin banyak. Nilai ketebalan lapisan terendah sebesar 16,2 μm pada jarak anoda katoda 30 cm dengan waktu pencelupan 20 menit. Nilai ketebalan lapisan tertinggi sebesar 20,5 μm pada jarak anoda katoda 20 cm dengan waktu pencelupan 40 menit. Hasil penelitian kekerasan lapisan menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang sedang dan rendah untuk penggunaan variasi jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel-krom terhadap kekerasan lapisan permukaan knalpot sepeda motor. Nilai kekerasan permukaan terendah sebesar 82,9 HRB pada jarak anoda katoda 30 cm dengan waktu pencelupan 20 menit. Nilai kekerasan permukaan tertinggi sebesar 87,1 HRB pada jarak anoda katoda 20 cm dengan waktu pencelupan 40 menit.

Kata kunci: Elektroplating, Jarak Anoda Katoda, Waktu Pencelupan, Ketebalan Lapisan, Kekerasan Permukaan.

Abstract

Electroplating is a coating of the metal with the help of an electric current through the electrolyte with the goal of moving particles of the metal coating to the metal is coated. The purpose of this research 1) to know how the distances between anode and cathode coating time and nickel-chrome against the thickness of the surface layer of motorcycle exhaust, 2) to know how the distances between anode and cathode coating time and nickel-chrome against the hardness of the surface layer of motorcycle exhaust. Electroplating process using a variation of the distance between anode and cathode 20 cm, 25 cm and 30 cm, with immersion time 20 minutes, 30 minutes, and 40 seconds. Testing is done by testing the thickness of the coating and hardness of Rockwell. The results of the research the thickness of the layers shows that there is a very strong influence on variations in the distance between anode and cathode and immersion time in the coating process of nickel-chrome against the thickness of the surface layer of motorcycle exhaust. This is because the closer the distance between anode and cathode so the sooner the process of oxidation reduction. Immersion time also affects the thickness of the layer, the longer it is used then the metal deposits stick to the growing number of specimens. The value of the lowest layer thickness amounting to 16,2 μm at a distance between anode and cathode of 30 cm with an immersion time of 20 minutes. The highest layer thickness value of 20,5 μm at a distance between anode and cathode of 20 cm with an immersion time of 40 minutes. The results of the research there were layers of violence shows that the influence of a low and medium the use of a variation of the distance between anode and cathode and immersion time in the coating process of nickel-chrome against the thickness of the surface layer of motorcycle exhaust. Lowest surface hardness value of 82,9 HRB cathode anode at a distance of 30 cm with immersion time 20 minutes. The highest surface hardness value of 87,1 HRB cathode anode at a distance of 20 cm with 40 minutes of immersion time.

Keywords: Electroplating, The Distance Between Anode and Cathode, Immersion Time, The Thickness of The Layers, The Hardness of The Surface

PENDAHULUAN

Perkembangan dan kemajuan pada dunia industri di era globalisasi saat ini semakin maju, persaingan antara perusahaan-perusahaan semakin ketat. Pada setiap perusahaan dituntut untuk semakin meningkatkan produk yang bermutu terutama pada kualitas logam yang diproduksi sehingga dapat meningkatkan daya tarik konsumen.

Knalpot merupakan komponen yang sangat penting pada kendaraan bermotor. Knalpot berfungsi sebagai saluran gas buang hasil sisa pembakaran pada mesin sepeda motor dan sebagai peredam suara yang dihasilkan didalam ruang bakar. Pada penelitian yang dilakukan Vebrianto (2013), bahan knalpot terbuat dari logam logam paduan baja karbon tipe AISI 1010. Baja AISI 1010 merupakan baja dengan kadar karbonnya kurang dari 0,3% atau baja karbon rendah. Baja AISI 1010 memiliki komposisi kimia dengan kadar Karbon (C) 0,08 – 0,13%, Mangan (Mn) 0,25 – 0,40%, Fosfor (P) maksimal 0,040%, dan Sulfur (S) maksimal 0,050% (Huyyett, 2014: 20). Penggunaan plat baja AISI 1010 salah satunya digunakan untuk bahan pembuatan knalpot sepeda motor.

Knalpot sepeda motor yang letaknya dibawah, sering berkontak langsung dengan lingkungan disekitarnya, dan juga sering mengalami panas akibat gas buang hasil sisa pembakaran pada mesin yang pada akhirnya dapat mengalami kerusakan. Hal tersebut menyebabkan kerugian bagi penggunaanya. Selain itu tampilan knalpot tanpa ada lapisannya juga kurang menarik dimata pengguna kendaraan sepeda motor.

Pelapisan logam dapat digunakan untuk mencegah atau memperlambat tingkat kerusakan pada suatu logam. Selain mencegah atau memperlambat tingkat kerusakan, pelapisan logam juga dapat memberikan tampilan keindahan pada suatu logam. Salah satu pelapisan yang dapat digunakan adalah dengan pelapisan metode elektroplating. Pelapisan metode elektroplating bertujuan untuk memperoleh sifat permukaan logam menjadi lebih baik agar dapat bertahan lebih lama dan juga untuk memperindah tampilan, hal tersebut dapat dilakukan pada knalpot sepeda motor untuk melindungi knalpot dari karusakan dan memperindah knalpot meskipun sering berkontak langsung dengan lingkungan sekitar dan mengalami panas dari gas buang hasil pembakaran mesin. Kelebihan menggunakan cara ini adalah mudah untuk dilakukan, dan murah dalam ongkos produksinya. Pelapisan untuk knalpot sepeda motor menggunakan logam pelapis nikel dan krom. Pelapisan pertama dengan menggunakan logam pelapis nikel, karena logam nikel memiliki sifat keras, kuat, liat, ulet, tahan panas, dan tahan korosi, sehingga knalpot mendapatkan nilai lebih dari sifat-sifat logam nikel tersebut. Pelapisan kedua dengan menggunakan logam pelapis krom, karena logam krom logam krom memiliki sifat yang tahan korosi, tahan terhadap panas, dan memiliki nilai estetika yang baik, sehingga knalpot mendapatkan nilai lebih dari sifat-sifat logam krom tersebut.

Beberapa penelitian mengenai pengaruh jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel-krom pada proses elektroplating diantaranya penelitian yang dilakukan Eko Budiyanto, et al., (2016: 28) semakin dekat jarak anoda-

katoda maka semakin tebal pelapisan. Ketebalan paling maksimum didapatkan pada jarak 5 cm sebesar 0,108 mm sedangkan ketebalan minimum lapisan didapatkan pada jarak 20 cm sebesar 0,058 mm. Hal yang sama, berlaku pada besaran massa, nilai maksimum didapatkan pada jarak 5 cm sebesar 0,23 gram, dan nilai minimum pada jarak 20 cm sebesar 0,12 gram.

Hasil penelitian Abid Fahreza Alphanoda, (2016: 5) semakin dekat jarak anoda-katoda pada proses elektroplating hard chrome maka nilai laju korosi akan semakin menurun, dan semakin lama dursasi proses elektroplating hard chrome maka nilai laju korosi semakin menurun.

Hasil penelitian Basmal, et al., (2012: 28) ketebalan lapisan nikel mendekati secara teori dan aktual terjadi pada suhu 65°C dengan waktu 20 menit. Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan tembaga-nikel dalam proses elektroplating, suhu pelapisan memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan waktu pelapisan.

Hasil penelitian Danang Tarwijayanto, et al., (2013: 114) semakin lama waktu pencelupan maka kekerasan yang didapat juga semakin meningkat. Ketebalan lapisan mencapai nilai optimum pada waktu pelapisan 50 menit dan mengalami penurunan pada waktu pelapisan 60 menit. Penelitian yang dilakukan I Ketut Suarsana, (2008: 59) dengan waktu pelapisan nikel 5 menit hingga 25 menit diperoleh ketebalan lapisan yang meningkat yaitu pada waktu pelapisan nikel 5 menit (14,1 μm) hingga pada waktu pelapisan nikel 25 menit (55,77 μm). Sehingga ketebalan lapisan merupakan fungsi dari waktu pelapisan. Berdasarkan pemikiran dan dari hasil penelitian-penelitian diatas, maka penulis melakukan penelitian mengenai pangaruh jarak anoda katoda dan waktu pencelupan proses pelapisan nikel-krom pada knalpot sepeda motor dengan material plat baja karbon AISI 1010. Penelitian ini dilakukan agar sifat mekanis knalpot sepeda motor dapat bertambah lebih baik dan tampilan knalpot sepeda motor menjadi lebih menarik.

Berdasarkan pemikiran diatas maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

- Bagaimana pengaruh jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel-krom terhadap ketebalan lapisan permukaan knalpot sepeda motor.
- Bagaimana pengaruh jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel-krom terhadap kekerasan permukaan lapisan knalpot sepeda motor.

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Mengetahui pengaruh jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel-krom terhadap ketebalan lapisan permukaan knalpot sepeda motor.
- Mengetahui pengaruh jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel-krom terhadap kekerasan lapisan permukaan knalpot sepeda motor.

METODE

❖ Jenis Penelitian

Berdasarkan permasalahan dan tujuan penelitian maka metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu mencari pengaruh jarak anoda katoda dan waktu pencelupan pada proses pelapisan nikel-krom terhadap ketebalan dan kekerasan lapisan permukaan knalpot sepeda motor melalui proses elektroplating. Proses elektroplating ini menggunakan variasi jarak anoda katoda dan variasi waktu pencelupan. Jumlah spesimen dalam penelitian adalah 27 spesimen.

❖ Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2018 sampai dengan Maret 2018 Penelitian dilakukan di dua tempat, yaitu proses pelapisan elektroplating di UKM Mael Corom Sidoarjo dan untuk pengujian ketebalan serta kekerasan permukaan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Unesa.

❖ Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah:

➤ Variabel Bebas

- Jarak anoda katoda 20 cm, 25 cm, dan 30 cm.
- Waktu pencelupan 20 menit, 30 menit, dan 40 menit.

➤ Variabel Terikat

- Ketebalan hasil pelapisan.
- Kekerasan lapisan permukaan material knalpot.

➤ Variabel Kontrol

- Larutan elektrolit yang digunakan $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,2 M dan $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$ 0,3 M.
- Tegangan yang digunakan sebesar 2 Volt.

➤ Bahan, Instrumen, dan Peralatan Penelitian

Bahan, instrumen, dan peralatan pada penelitian ini adalah:

➤ Bahan Penelitian

- Material knalpot (plat baja karbon AISI 1010) sebagai katoda
- Nikel Sulfat (NiSO_4)
- Nikel Klorida (NiCl_2)
- Boric Acid (H_3BO_3)
- Krom (III) Oksida (Cr_2O_3)
- HCL
- H_2SO_4 (Asam Sulfat)
- Krom batang (Anoda)
- Nikel batang (Anoda)
- Air

➤ Instrumen Penelitian

- Jangka sorong
- *Stopwatch*
- *Microprocessor coating thickness gauge*
- *Rockwell*

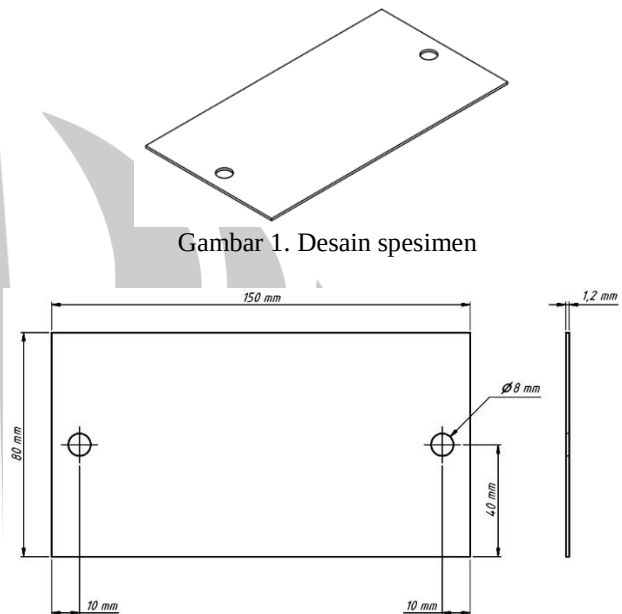
➤ Peralatan Penelitian

- Gerinda potong
- Kabel
- *Heater*
- *Filter*

- Bak plating
- Bor duduk
- Kertas grid atau kertas gosok
- Solasi

➤ Spesimen Penelitian

Dimensi spesimen dibentuk dengan panjang 150 mm dan lebar 80 mm dengan jumlah total 9 spesimen serta dilakukan 3 kali pengulangan, yang artinya berjumlah 27 spesimen.



Gambar 1. Desain spesimen

Gambar 2. Dimensi spesimen

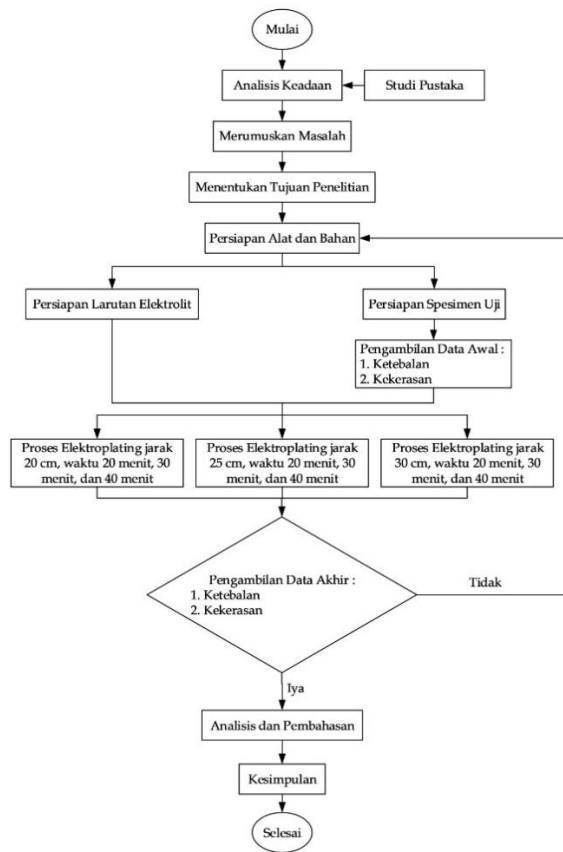
Hasil pengujian komposisi kimia plat baja AISI 1010 dilaboratorium.

Tabel 1. Komposisi Kimia Plat Baja AISI 1010

No	Nama Senyawa	Kandungan (%)
1	Karbon (C)	0,0208
2	Mangan (Mn)	0,206
3	Fosfor (P)	0,0071
4	Sulfur (S)	0,0050
5	Besi (Fe)	98,7

❖ Rancangan Penelitian

Langkah penelitian dilakukan seperti pada gambar 3 berikut.

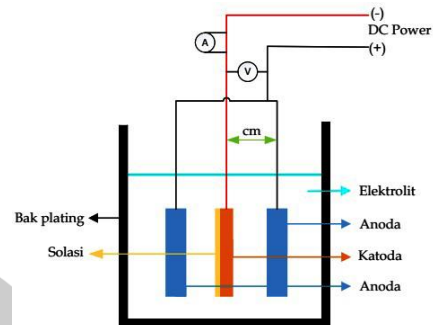


Gambar 3. Rancangan Penelitian

❖ Prosedur Penelitian

- Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan selama penelitian.
- Memotong spesimen dengan panjang 150 mm dan lebar 80 mm berjumlah 27 spesimen.
- Mengebor spesimen dengan diameter 8 mm.
- Membersihkan spesimen.
 - Pembersihan dengan cara menggosok benda kerja menggunakan kertas gosok untuk menghaluskan dan menghilangkan kotoran – kotoran yang melekat pada benda kerja dan dibilas dengan air.
- Pengukuran ketebalan dan kekerasan spesimen sebelum melakukan proses pelapisan.
- Membersihkan spesimen sebelum proses elektroplating.
 - Membersihkan spesimen dengan mencelupkan spesimen ke dalam larutan HCL. Selesai dibersihkan menggunakan HCL dibersihkan menggunakan air.
 - Pembukaan pori – pori dengan menggunakan H_2SO_4 (Asam Sulfat), agar proses pelapisan lebih cepat.
- Pemasangan solasi disalah satu permukaan dari setiap spesimen.
- Pelapisan spesimen dengan logam pelapis nikel dan krom. Bahan yang digunakan adalah logam nikel batangan dan $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,2 M sebagai elektrolit untuk pelapisan nikel, dan logam krom

batangan dan $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$ 0,3 M sebagai elektrolit untuk pelapisan krom. Spesimen berjumlah 27 yang sudah disiapkan, selanjutnya dilapisi nikel dan krom dengan variasi jarak anoda katoda 20 cm, 25 cm, dan 30 cm, serta dengan variasi waktu celup 20 menit, 30 menit, dan 40 menit.



Gambar 4. Skema Pelapisan

Gambar diatas menjelaskan penelitian ini, bahwa proses pelapisan logam dapat terjadi dengan adanya sumber listrik, bak plating, kabel (penghantar arus listrik), anoda (logam pelapis), katoda (logam yang dilapisi), dan solasi (alat bantu). Rangkaian pelapisan untuk penelitian ini adalah anoda dihubungkan pada kutub positif dari sumber listrik, katoda dihubungkan pada kutub negatif dari sumber listrik, dan selanjutnya anoda dengan katoda direndam dalam elektrolit. Katoda pada penelitian ini ditutup solasi pada salah satu sisi spesimen dikarenakan knalpot yang dilapisi hanya sisi luarnya dan sisi dalamnya tidak dilapisi. Jarak antara anoda dengan katoda diatur sesuai dengan variasi jarak yang digunakan pada penelitian ini, yaitu 20 cm, 25 cm, dan 30 cm. Waktu yang digunakan untuk melapisi katoda pada penelitian ini sesuai dengan variasi waktu yang digunakan, yaitu 20 menit, 30 menit, dan 40 menit. Proses terjadinya pelapisan, yaitu arus listrik searah yang dialirkan antara kedua elektroda (anoda dan katoda) dalam larutan elektrolit, maka muatan ion positif ditarik oleh katoda. Sedangkan ion bermuatan negatif berpindah menuju anoda. Ion-ion tersebut dinetralkan oleh kedua elektroda dan larutan elektrolit yang hasilnya diendapkan pada katoda. Hasil yang terbentuk merupakan lapisan logam dan gas hidrogen.

- Setelah proses pelapisan selesai, dilakukan pembilasan dengan menggunakan air bersih dan dikeringkan.
- Pelepasan solasi dari setiap spesimen spesimen sampai benar-benar bersih.
- Pengukuran nilai tebal lapisan semua spesimen menggunakan *microprocessor coating thickness gauge* setelah pelapisan.
- Pengukuran nilai kekerasan lapisan permukaan menggunakan alat *rockwell* untuk semua spesimen setelah pelapisan.

❖ Teknik Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data sampai semuanya terkumpul, kemudian dilakukan analisis data secara statistik dengan bantuan *software* Excell dengan menggunakan metode hipotesis asosiatif. Data yang sudah terkumpul kemudian diolah, sehingga diperoleh data yang bersifat deskriptif kuantitatif. Untuk pembuktian tingkat kesignifikasiannya digunakan metode pengujian hipotesis asosiatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN**Ketebalan Lapisan Dengan Variasi Jarak Anoda Katoda dan Waktu Pencelupan Proses Pelapisan Nikel-Krom Pada Knalpot Sepeda Motor**

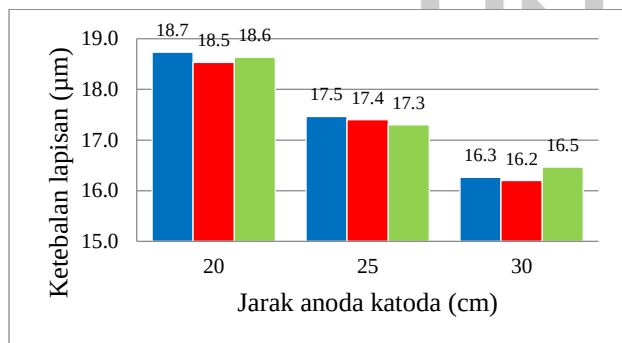
❖ Pengaruh Ketebalan Lapisan dengan Waktu Pencelupan 20 Menit

Diperoleh data ketebalan lapisan dengan waktu pencelupan 20 menit sebagai berikut.

Tabel 2. Ketebalan lapisan spesimen dengan waktu pencelupan 20 menit

Nomor Spesimen	Jarak Anoda Katoda (cm)	Ketebalan Lapisan (μm)			Rata – rata (μm)
		1	2	3	
1	20	18,8	18,4	19	18,7
2		18,5	18,4	18,7	18,5
3		18,9	18,6	18,4	18,6
4	25	17,7	17,3	17,4	17,5
5		17,4	17,3	17,5	17,4
6		17,4	17,2	17,3	17,3
7	30	16,5	16,1	16,2	16,3
8		16,5	15,8	16,3	16,2
9		16,4	16,4	16,6	16,5

Dari data hasil pengujian pada Tabel 2, nilai ketebalan tertinggi diperoleh pada spesimen nomor 1 yang dicelupkan selama 20 menit dan jarak anoda katoda 20 cm dengan nilai ketebalan lapisan 18,7 μm. Nilai ketebalan terendah diperoleh pada spesimen nomor 8 yang dicelupkan selama 20 menit dan jarak anoda katoda 30 cm dengan nilai ketebalan lapisan 16,2 μm.



Gambar 4. Diagram ketebalan lapisan spesimen dengan waktu pencelupan 20 menit

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa semakin jauh jarak anoda katoda maka nilai ketebalan lapisan yang diperoleh semakin menurun. Nilai ketebalan lapisan tertinggi yang diperoleh adalah 18,4 μm pada jarak anoda katoda 20 cm, dan nilai ketebalan lapisan

terendah yang diperoleh adalah 16,2 μm pada jarak anoda katoda 30 cm.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan hipotesis asosiatif, harga r hitung lebih besar dari r tabel, sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Kesimpulannya terdapat pengaruh penggunaan variasi jarak anoda katoda dan waktu pencelupan selama 20 menit terhadap ketebalan knalpot sepeda motor.

Tingkat pengaruh tebal lapisan berdasarkan nilai r hitung adalah sangat kuat disebabkan karena semakin dekat jarak anoda katoda maka semakin cepat proses oksidasi reduksinya. Waktu pencelupan juga mempengaruhi ketebalan lapisan, semakin lama waktu yang dipakai maka deposit logam yang menempel pada spesimen semakin banyak.

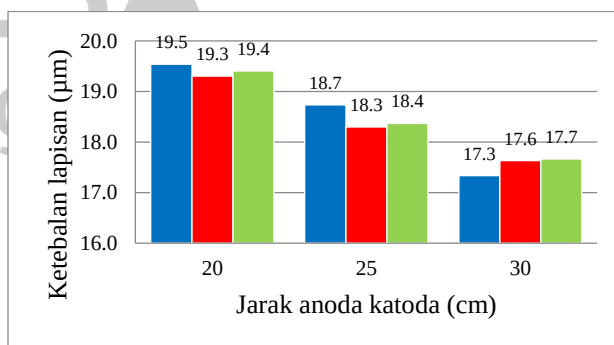
❖ Pengaruh Ketebalan Lapisan dengan Waktu Pencelupan 30 Menit

Diperoleh data ketebalan lapisan dengan waktu pencelupan 30 menit sebagai berikut.

Tabel 3. Ketebalan lapisan spesimen dengan waktu pencelupan 30 menit

Nomor Spesimen	Jarak Anoda Katoda (cm)	Ketebalan Lapisan (μm)			Rata – rata (μm)
		1	2	3	
10	20	19,8	19	19,8	19,5
11		19,4	19,2	19,3	19,3
12		19,4	19,5	19,3	19,4
13	25	18,8	18,7	18,7	18,7
14		18,4	18,2	18,3	18,3
15		18,7	18,2	18,2	18,4
16	30	17,5	17,2	17,3	17,3
17		17,7	17,5	17,7	17,6
18		17,7	17,5	17,8	17,7

Dari data hasil pengujian pada Tabel 3, nilai ketebalan tertinggi diperoleh pada spesimen nomor 10 yang dicelupkan selama 30 menit dan jarak anoda katoda 20 cm dengan nilai ketebalan lapisan 19,5 μm. Nilai ketebalan terendah diperoleh pada spesimen nomor 16 yang dicelupkan selama 30 menit dan jarak anoda katoda 30 cm dengan nilai ketebalan lapisan 17,3 μm.



Gambar 5. Diagram ketebalan lapisan spesimen dengan waktu pencelupan 30 menit

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa semakin jauh jarak anoda katoda maka nilai ketebalan lapisan yang diperoleh semakin menurun. Nilai ketebalan lapisan

tertinggi yang diperoleh adalah 19,5 μm pada jarak anoda katoda 20 cm, dan nilai ketebalan lapisan terendah yang diperoleh adalah 17,3 μm pada jarak anoda katoda 30 cm.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan hipotesis asosiatif, harga r hitung lebih besar dari r tabel, sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Kesimpulannya terdapat pengaruh penggunaan variasi jarak anoda katoda dan waktu pencelupan selama 30 menit terhadap ketebalan knalpot sepeda motor.

Tingkat pengaruh tebal lapisan berdasarkan nilai r hitung adalah sangat kuat disebabkan karena semakin dekat jarak anoda katoda maka semakin cepat proses oksidasi reduksinya. Waktu pencelupan juga mempengaruhi ketebalan lapisan, semakin lama waktu yang dipakai maka deposit logam yang menempel pada spesimen semakin banyak.

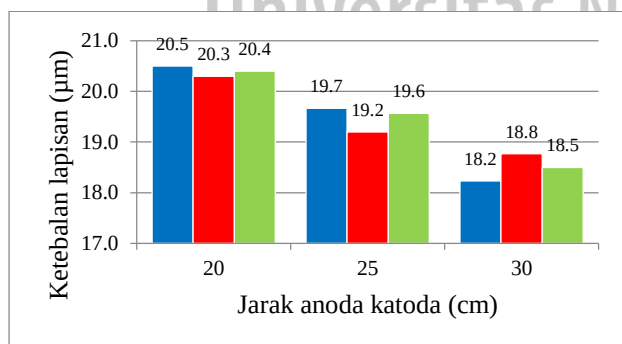
❖ Pengaruh Ketebalan Lapisan dengan Waktu Pencelupan 40 Menit

Diperoleh data ketebalan lapisan dengan waktu pencelupan 40 menit sebagai berikut.

Tabel 4. Ketebalan lapisan spesimen dengan waktu pencelupan 40 menit

Nomor Spesimen	Jarak Anoda Katoda (cm)	Ketebalan Lapisan (µm)			Rata – rata (µm)
		Titik			
		1	2	3	
19	20	20,5	20,3	20,7	20,5
20		20,3	20,1	20,5	20,3
21		20,5	20,3	20,4	20,4
22	25	19,8	19,5	19,7	19,7
23		19,3	19,1	19,2	19,2
24		19,7	19,4	19,6	19,6
25	30	18,2	18,2	18,3	18,2
26		18,7	18,7	18,9	18,8
27		18,5	18,2	18,8	18,5

Dari data hasil pengujian pada Tabel 4, nilai ketebalan tertinggi diperoleh pada spesimen nomor 19 yang dicelupkan selama 40 menit dan jarak anoda katoda 20 cm dengan nilai ketebalan lapisan 20,5 μm . Nilai ketebalan terendah diperoleh pada spesimen nomor 25 yang dicelupkan selama 40 menit dan jarak anoda katoda 30 cm dengan nilai ketebalan lapisan 18,2 μm .



Gambar 6. Diagram ketebalan lapisan spesimen dengan waktu pencelupan 40 menit

Pada gambar 6 menunjukkan bahwa semakin jauh jarak anoda katoda maka nilai ketebalan lapisan yang diperoleh semakin menurun. Nilai ketebalan lapisan tertinggi yang diperoleh adalah 20,5 μm pada jarak anoda katoda 20 cm, dan nilai ketebalan lapisan terendah yang diperoleh adalah 18,2 μm pada jarak anoda katoda 30 cm.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan hipotesis asosiatif, harga r hitung lebih besar dari r tabel, sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Kesimpulannya terdapat pengaruh penggunaan variasi jarak anoda katoda dan waktu pencelupan selama 40 menit terhadap ketebalan knalpot sepeda motor.

Tingkat pengaruh tebal lapisan berdasarkan nilai r hitung adalah sangat kuat disebabkan karena semakin dekat jarak anoda katoda maka semakin cepat proses oksidasi reduksinya. Waktu pencelupan juga mempengaruhi ketebalan lapisan, semakin lama waktu yang dipakai maka deposit logam yang menempel pada spesimen semakin banyak.

Kekerasan Permukaan Dengan Variasi Jarak Anoda Katoda dan Waktu Pencelupan Proses Pelapisan Nikel-Krom Pada Knalpot Sepeda Motor

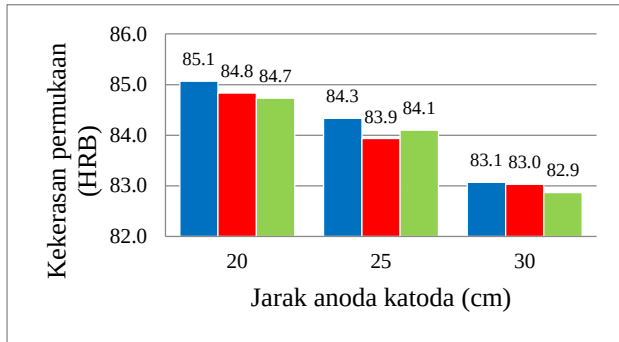
❖ Pengaruh Kekerasan Permukaan dengan Waktu Pencelupan 20 Menit

Diperoleh data kekerasan permukaan dengan waktu pencelupan 20 menit sebagai berikut.

Tabel 5. Kekerasan permukaan spesimen dengan waktu pencelupan 20 menit

Nomor Spesimen	Jarak Anoda Katoda (cm)	Kekerasan Permukaan (HRB)			Rata – rata (HRB)
		Titik			
		1	2	3	
1	20	84,5	85	85,7	85,1
2		84,8	84,6	85,1	84,8
3		84,6	84,5	85,1	84,7
4	25	84,6	84,1	84,3	84,3
5		84	83,5	84,3	83,9
6		84,1	83,9	84,3	84,1
7	30	83	82,9	83,3	83,1
8		83,1	82,7	83,3	83,0
9		82,7	83	82,9	82,9

Dari data hasil pengujian pada Tabel 5, nilai kekerasan permukaan tertinggi diperoleh pada spesimen nomor 1 yang dicelupkan selama 20 menit dan jarak anoda katoda 20 cm dengan nilai kekerasan permukaan yang sama 85,1 HRB. Nilai kekerasan permukaan terendah diperoleh pada spesimen nomor 9 yang dicelupkan selama 20 menit dan jarak anoda katoda 30 cm dengan nilai kekerasan permukaan 82,9 HRB.



Gambar 7. Diagram kekerasan permukaan spesimen dengan waktu pencelupan 20 menit

Pada gambar 7 menunjukkan bahwa semakin jauh jarak anoda katoda maka nilai kekerasan permukaan yang diperoleh semakin menurun. Nilai kekerasan permukaan tertinggi yang diperoleh adalah 85,1 μm pada jarak anoda katoda 20 cm, dan nilai kekerasan permukaan terendah yang diperoleh adalah 82,9 μm pada jarak anoda katoda 30 cm.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan hipotesis asosiatif, harga r hitung lebih kecil dari r tabel, sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak. Kesimpulannya tidak ada pengaruh penggunaan variasi jarak anoda katoda dan waktu pencelupan selama 20 menit terhadap kekerasan permukaan knalpot sepeda motor.

Tingkat pengaruh kekerasan permukaan berdasarkan nilai r hitung adalah sedang, yang disebabkan karena selisih nilai rata-rata variasi jarak anoda katoda sebesar 1 μm , sehingga pengaruh nilai kekerasannya kurang optimal.

❖ Pengaruh Kekerasan Permukaan dengan Waktu Pencelupan 30 Menit

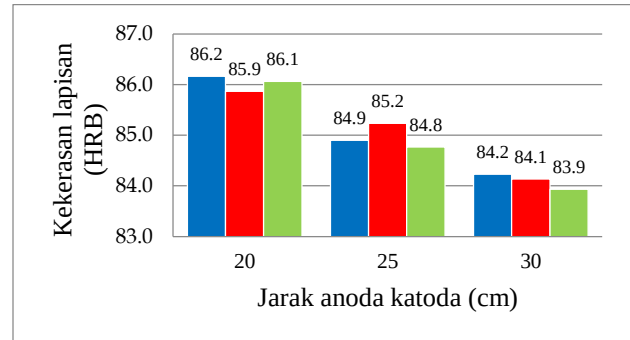
Diperoleh data kekerasan permukaan dengan waktu pencelupan 30 menit sebagai berikut.

Tabel 6. Kekerasan permukaan spesimen dengan waktu pencelupan 30 menit

Nomor Spesimen	Jarak Anoda Katoda (cm)	Kekerasan Permukaan (HRB)			Rata – rata (HRB)
		Titik			
		1	2	3	
10	20	86,4	86	86,1	86,2
11		85,9	85,7	86	85,9
12		86,1	85,8	86,3	86,1
13	25	85	84,8	84,9	84,9
14		85,3	85,2	85,2	85,2
15		84,6	84,8	84,9	84,8
16	30	84,3	83,9	84,5	84,2
17		84,5	83,9	84	84,1
18		84,1	83,8	83,9	83,9

Dari data hasil pengujian pada Tabel 6, nilai kekerasan permukaan tertinggi diperoleh pada spesimen nomor 10 yang dicelupkan selama 30 menit dan jarak anoda katoda 20 cm dengan nilai kekerasan permukaan yang sama 86,2 HRB. Nilai kekerasan permukaan terendah diperoleh pada spesimen nomor 18 yang dicelupkan

selama 30 menit dan jarak anoda katoda 30 cm dengan nilai kekerasan permukaan 83,9 HRB.



Gambar 8. Diagram kekerasan permukaan spesimen dengan waktu pencelupan 30 menit

Pada gambar 8 menunjukkan bahwa semakin jauh jarak anoda katoda maka nilai kekerasan permukaan yang diperoleh semakin menurun. Nilai kekerasan permukaan tertinggi yang diperoleh adalah 86,2 μm pada jarak anoda katoda 20 cm, dan nilai kekerasan permukaan terendah yang diperoleh adalah 83,9 μm pada jarak anoda katoda 30 cm.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan hipotesis asosiatif, harga r hitung lebih kecil dari r tabel, sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak. Kesimpulannya tidak ada pengaruh penggunaan variasi jarak anoda katoda dan waktu pencelupan selama 30 menit terhadap kekerasan permukaan knalpot sepeda motor.

Tingkat pengaruh kekerasan permukaan berdasarkan nilai r hitung adalah rendah, yang disebabkan karena selisih nilai rata-rata variasi jarak anoda katoda sebesar 1 μm , sehingga pengaruh nilai kekerasannya kurang optimal.

❖ Pengaruh Kekerasan Permukaan dengan Waktu Pencelupan 40 Menit

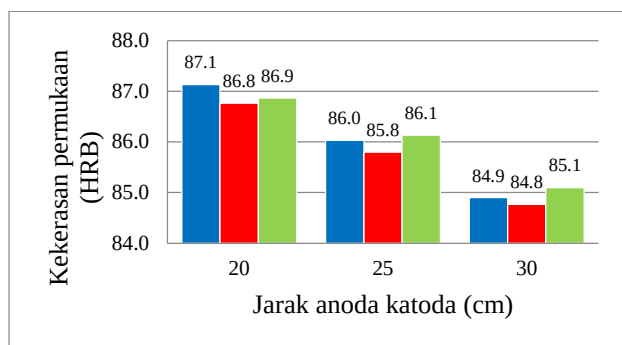
Diperoleh data kekerasan permukaan dengan waktu pencelupan 40 menit sebagai berikut.

Tabel 7. Kekerasan permukaan spesimen dengan waktu pencelupan 40 menit

Nomor Spesimen	Jarak Anoda Katoda (cm)	Kekerasan Permukaan (HRB)			Rata – rata (HRB)
		Titik			
		1	2	3	
19	20	87,2	86,9	87,3	87,1
20		86,8	86,6	86,9	86,8
21		86,9	86,7	87	86,9
22	25	86,2	85,8	86,1	86,0
23		85,9	85,5	86	85,8
24		86,4	85,9	86,1	86,1
25	30	84,9	84,7	85,1	84,9
26		84,8	84,6	84,9	84,8
27		85,3	84,9	85,1	85,1

Dari data hasil pengujian pada Tabel 7, nilai kekerasan permukaan tertinggi diperoleh pada spesimen nomor 19 yang dicelupkan selama 30 menit dan jarak anoda katoda 20 cm dengan nilai kekerasan permukaan 87,1 HRB. Nilai kekerasan permukaan terendah diperoleh

pada spesimen nomor 26 yang dicelupkan selama 40 menit dan jarak anoda katoda 30 cm dengan nilai kekerasan permukaan yang sama 84,8 HRB.



Gambar 9. Diagram kekerasan permukaan spesimen dengan waktu pencelupan 40 menit

Pada gambar 9 menunjukkan bahwa semakin jauh jarak anoda katoda maka nilai kekerasan permukaan yang diperoleh semakin menurun. Nilai kekerasan permukaan tertinggi yang diperoleh adalah 87,1 μm pada jarak anoda katoda 20 cm, dan nilai kekerasan permukaan terendah yang diperoleh adalah 84,8 μm pada jarak anoda katoda 30 cm.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan hipotesis asosiatif, harga r hitung lebih kecil dari r tabel, sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak. Kesimpulannya tidak ada pengaruh penggunaan variasi jarak anoda katoda dan waktu pencelupan selama 40 menit terhadap kekerasan permukaan knalpot sepeda motor.

Tingkat pengaruh kekerasan permukaan berdasarkan nilai r hitung adalah rendah, yang disebabkan karena selisih nilai rata-rata variasi jarak anoda katoda sebesar 1 μm , sehingga pengaruh nilai kekerasannya kurang optimal.

PENUTUP

Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulannya sebagai berikut.

- Terdapat pengaruh yang sangat kuat pada variasi jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel-krom terhadap ketebalan lapisan permukaan knalpot sepeda motor. Hal ini disebabkan karena semakin dekat jarak anoda katoda maka semakin cepat proses oksidasi reduksinya. Waktu pencelupan juga mempengaruhi ketebalan lapisan, semakin lama waktu yang dipakai maka deposit logam yang menempel pada spesimen semakin banyak. Nilai ketebalan lapisan terendah sebesar 16,2 μm pada jarak anoda katoda 30 cm dengan waktu pencelupan 20 menit. Nilai ketebalan lapisan tertinggi sebesar 20,5 μm pada jarak anoda katoda 20 cm dengan waktu pencelupan 40 menit.
- Terdapat pengaruh yang sedang dan rendah pada variasi jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel-krom terhadap kekerasan lapisan permukaan knalpot sepeda motor. Nilai kekerasan permukaan terendah sebesar 82,9 HRB pada jarak anoda katoda 30 cm

dengan waktu pencelupan 20 menit. Nilai kekerasan permukaan tertinggi sebesar 87,1 HRB pada jarak anoda katoda 20 cm dengan waktu pencelupan 40 menit.

Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, penelitian ini masih memiliki beberapa kekurangan, adapun saran yang dapat disampaikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

- Perlu adanya penambahan variasi – variasi seperti memvariasikan kuat arus dan tegangan, karena dengan adanya variasi kuat arus dan tegangan akan mempengaruhi nilai ketebalan dan kekerasan lapisan dari suatu spesimen.
- Perlu adanya penambahan pengujian laju korosi, karena knalpot sepeda motor mengalami temperatur tinggi yang dihasilkan dari gas buang.
- Pengambilan data nilai ketebalan dan kekerasan lapisan permukaan sebaiknya lebih dari tiga titik agar memperoleh nilai yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alphadona, Abid Fahreza. 2016. “Pengaruh Jarak Anoda –Katoda dan Durasi Pelapisan Terhadap Laju Korosi Pada Hasil Electroplating Hard Chrome”. Sukabumi: Politeknik Sukabumi.
- Amanto, Hari. & Daryanto. 2006. Ilmu Bahan. Jakarta: Bumi Aksara.
- Basmal. dkk. 2012. “Pengaruh Suhu dan Waktu Pelapisan Tembaga-Nikel Pada Baja Karbon Rendah Sexara Elektroplating Terhadap Nilai Ketebalan dan Kekerasan”. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Bishop, O. 2002. Dasar-dasar Elektronika. Translated by Harmein, I. 2004. Jakarta: Erlangga.
- Budiyanto, Eko. Dkk. 2016. “Pengaruh Jarak Anoda-Katoda Pada Proses Elektroplating Tembaga Terhadap Ketebalan Lapisan dan Efisiensi Katoda Baja AISI 1020”. Lampung: Universitas Muhammadiyah Metro.
- Deviana, Ratih. 2014. “Pengaruh Waktu Pencelupan Dan Temperatur Proses Elektroplating Terhadap Ketebalan Dan Kekerasan Permukaan Baja ST 42”. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Dieter, G. Terjemahan oleh Sriati Djaprie. 1987. Metalurgi Mekanik. Jilid 1. Edisi ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Gautama, Pria. 2009. “Mengenal Cara Pelapisan Logam”. (<http://www.infometrik.com/2009/08/pelapisan-logam-bagian-1/>, diakses 5 November 2017).
- Hartomo, Anton J. & Kaneko, Tomojiro. 1995. Mengenal Pelapisan Logam (Elktroplating). Yogyakarta: Andi Offset.
- Huyett, G. L. 2014. Engineering Handbook. Kansas: Industrial Press

- Iqbal, S.A. dan Zaarfrani, I. 2011. Textbook of Electrochemistry. New Delhi: Discovery Publishing House PVT.LTD.
- Jauhari. 2017. "Pengaruh Variasi Tegangan dan Waktu Pada Proses Pelapisan Nikel Terhadap Kekuatan Bending Baja ST 41". Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Perry, Robert H. & Green, Don W. 1997. Perry's Chemical Engineers Handbook. Seventh edition. New York: McGraw-Hill International Editions.
- PT. Toyota-Astra Motor. 1995. New Step I Training Manual. Technical Service Division.
- Rullyani, Cut. 2010. "Pengaruh Derajat Deformasi Terhadap Struktur Mikro, Sifat Mekanik dan Ketahanan Korosi Baja Karbon AISI 1010". Depok: Universitas Indonesia.
- Setiono, L. & Pudjaatmaka, A. Hadyana. 1990. Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro. Jakarta: Kalman Media Pusaka.
- Suarsana, I Ketut. 2008. "Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Khrom Dekoratif Terhadap Tingkat Kecerahan dan Ketebalan Lapisan". Bali: Universitas Udayana.
- Sugiyarta et al. 2012. "Pengaruh Konsentrasi Larutan dan Kuat Arus Terhadap Ketebalan Pada Proses Pelapisan Nikel Untuk Baja Karbon Rendah". Rotasi. 17/4: 23-27.
- Sugiyono. 2013. Statistika Untuk Penelitian. Bandung: Alfabeta.
- Surdia, Tata. & Saito, Shinroku. 1999. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Susanto, Agus. 2016. "Analisa Kepadatan Pada Proses Pelapisan Nikel Krom Dengan Variasi Kuat Arus dan Lama Pencelupan Baja ST 42". Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Tarwijayanto, Danang. dkk. 2013. "Pengaruh Arus dan Waktu Pelapisan Hard Chrome Terhadap Ketebalan Lapisan dan Tingkat Kekerasan Mikro Pada Plat Baja Karbon Rendah AISI 1026 Dengan Menggunakan CrO_3 250 gr/lit dan H_2SO_4 2,5 gr/lit Pada Proses Elektroplating". Penerbit Tidak Diterbitkan. Program Sarjana Universitas Sebelas Maret.
- Tim. 2014. "Pedoman Penulisan Skripsi Program Strata Satu (S-1)". Surabaya University Press.
- Vebrianto, Tony. 2013. "Laju Korosi Baja Karbon AISI 1010 Untuk Knalpot Sepeda Motor Pada Suhu 500, 600, dan 700 Derajat Celcius Selama 1, 2, 3, dan 4 Jam". Penerbit Tidak Diterbitkan. Universitas Gunadarma.
- Vogel, Terjemahan oleh Setiono, L. & Pudjaatmaka, A. Hadyana. 1990. Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro. Jakarta: Kalman Media Pustaka.
- Yanuarizal, Irsyad Dwi. 2016. "Pengaruh Variasi Waktu Celup Dan Tegangan Terhadap Ketebalan Permukaan Dan Kekuatan Tarik Baja ST 41 Pada Proses Pelapisan Nikel". Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.