

Pengaruh Variasi Jumlah Lapisan *Thermal Spray Coating* Menggunakan *Silicon carbida (SiC)* Terhadap Kekerasan Permukaan Baja Karbon S45C

Candra Prilyanto¹, Ray Maulidani M.G.G²

^{1,2} Program Studi Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo

Jl.Semingkir No. 1 Purwokerto, Indonesia

email : kevincandra9113@gmail.com¹, raymaulidani@gmail.com²

Abstrak

Semakin berkembangnya teknologi pengerasan logam pada masa kini, maka kekuatan, kekerasan, dan ketahanan suatu material dapat dinaikan dari kondisi sebelumnya. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengetahui efek dari perbedaan jumlah lapisan spray terhadap tingkat kekerasan baja karbon menengah (S45C) menggunakan material pelapis silikon karbida (SiC). Dengan menggunakan metode thermal spray coating maka kekerasan permukaan logam dapat ditingkatkan. Dilapiskannya silikon karbida (SiC) terhadap baja karbon menengah (S45C) yang memiliki manfaat untuk menghasilkan permukaan yang keras menggunakan metode thermal spray coating dengan pelapisan sebanyak 30, 40, 50 kali lapisan menggunakan jarak spray 200 mm, tekanan oksigen 0,07 Mpa dan suhu 850 oC yang diawali dengan menghaluskan kekasaran permukaan specimen guna mendapatkan permukaan yang bersih dan tidak terkontaminasi dengan material lain yang selanjutnya dilakukan proses pelapisan. Setelah dilakukan uji kekerasan maka diperoleh nilai kekerasan sebesar 64,33 HRA untuk 30x lapisan, 67,33 HRA untuk 40x lapisan, dan 72 HRA untuk 50x lapisan dari kekerasan awal sebesar 61,33 HRA. Dapat disimpulkan dengan menggunakan metode ini berhasil menambahkan tingkat kekerasan pada logam baja karbon menengah (S45C).

Kata Kunci : baja, kekerasan, pelapisan, *thermal spray*.

Abstract

The more development of metal hardening technology today, the strength, hardness, and durability of a material can be increased from the previous condition. The aim of this research is to find out the effect of the different number of spray layers on the level of hardness of medium carbon steel (S45C) using silicon carbide (SiC) coating material. By using the thermal spray coating method the hardness of the metal surface can be increased. Coated silicon carbide (SiC) against medium carbon steel (S45C) which has the benefit of producing a hard surface using the thermal spray coating method with a coating of 30, 40, 50 times the layer using a spray distance of 200 mm, oxygen pressure 0.07 Mpa and temperature 850 °C which begins by smoothing the surface roughness of the specimen in order to get a clean surface and not contaminated with other material which is then carried out by the coating process. After the hardness test is done, the hardness value is 64.33 HRA for 30x layers, 67.33 HRA for 40x layers, and 72 HRA for 50x layers from the initial hardness of 61.33 HRA. It can be concluded that using this method successfully adds a level of hardness to the medium carbon steel metal (S45C).

Keywords : steel, hardness, coating, *thermal spray*

ITEKS

Intuisi Teknologi Dan Seni

1. Pendahuluan

Baja adalah campuran dari besi dan karbon, dimana unsur karbon menjadi dasar campurannya. Dengan penambahan atau pengurangan kadar karbon atau unsur paduan lain akan diperoleh kekuatan baja sesuai yang diinginkan, [1]. Baja karbon menengah (medium carbon steel) adalah baja yang mengandung karbon antara 0,25% - 0,55% C dan setiap satu ton baja karbon mengandung karbon antara 30 – 60 kg. Baja karbon menengah ini banyak digunakan untuk keperluan alat – alat perkakas bagian mesin. Dalam kegunaannya akan terkena pengaruh gaya luar berupa tegangan – tegangan gesek sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk, [2]. Usaha untuk menjaga logam agar lebih tahan gesekan atau tekanan adalah dengan cara perlakuan panas (heat treatment), dalam aplikasinya baja karbon medium yang banyak digunakan sebagai baja konstruksi mesin, poros, roda gigi, rantai, dan lainnya, [3], untuk menghasilkan baja karbon medium yang mempunyai kekerasan dan kekuatan yang tinggi sesuai dengan apa yang diharapkan.. Semakin berkembangnya teknologi pengerasan logam pada masa kini, maka kekuatan, kekerasan, dan ketahanan suatu material dapat di naikan dari kondisi sebelumnya. Salah satu teknologi yang banyak digunakan dikalangan industri adalah pengerasan berbasis pelapisan dengan metode *thermal spray coating* karena mudah digunakan secara intensif sebagai *thermal barrier coating* untuk industri dirgantara (*aerospace*), komponen boiler, serta komponen otomotif, [4], carbirizing, [5].

Thermal spray merupakan sekumpulan proses dimana partikel dalam bentuk tetesan cair, semi cair atau solid menumbuk kemudian bertumpuk-tumpuk diatas substrat yang disebut “*splats*”. Material pelapis dapat berupa logam, oksida keramik (karbida), polimer atau komposit yang kesemuanya dalam bentuk serbuk, kawat atau rod. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi performa lapisan yang dihasilkan oleh *thermal spray*, [6]. Performa yang dimaksud adalah kekuatan lapisan, ketahanan gesekan, ketahanan korosi, dan keuletan lapisan.

2. Kajian Pustaka

2.1 Paduan pada Baja

Baja adalah logam paduan, logam besi yang berfungsi sebagai unsur dasar dicampur dengan beberapa elemen lainnya, termasuk unsur karbon. Kandungan unsur karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% dari berat keseluruhan baja tersebut sesuai grade-nya. Baja karbon menengah S45C digolongkan dalam kategori baja high strength machinery steel. Baja S45C mempunyai kandungan karbon (C) yang tinggi (high carbon steel) tapi baja S45C lebih keras dan getas (lebih mudah patah), hal ini sesuai definisi keras yaitu kemampuan material untuk menerima penetrasi, [7]..

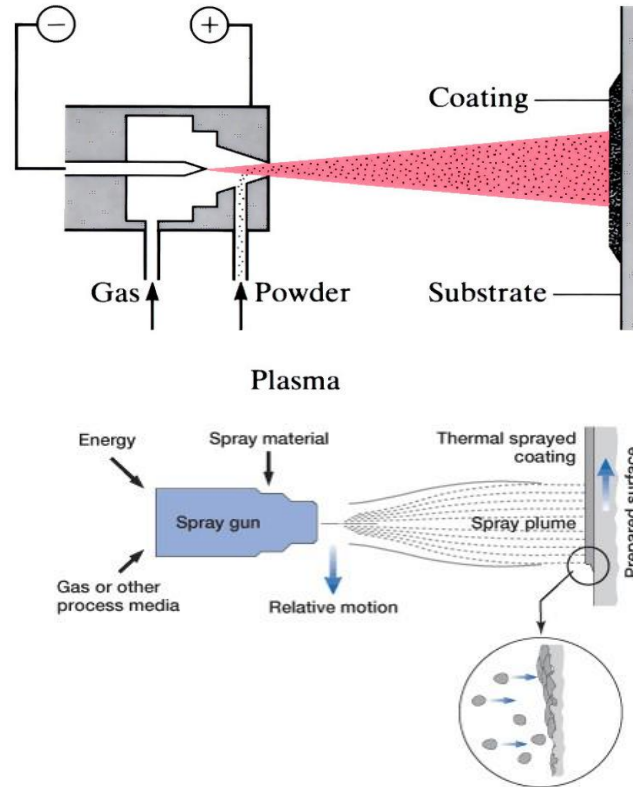
2.4 Teknologi Pelapisan

Pelapisan adalah suatu cara yang dilakukan untuk memberikan sifat tertentu pada suatu permukaan benda kerja, dimana diharapkan benda tersebut akan mengalami perbaikan dalam hal struktur mikro maupun ketahanannya, dan tidak menutup kemungkinan pada perbaikan terhadap sifat fisiknya. Sementara logam adalah sebuah unsur kimia yang siap dan bisa membentuk ion / kation dan memiliki ikatan logam. Pelapisan logam adalah cara yang dilakukan untuk memberikan sifat tertentu pada permukaan logam yang tujuannya agar logam mengalami perbaikan yang lebih baik dari hal struktur mikro maupun tekanannya. Konsep dasar dalam melindungi logam adalah upaya agar tidak terjadi pertukaran ion antara logam dengan lingkungan, [8]. Lapisan metalik merupakan penghalang yang sinambung antara permukaan logam dan lingkungan sekelilingnya. *Thermal spray* memiliki prinsip dasar yang sama yaitu :

ITEKS

Intuisi Teknologi Dan Seni

peleburan target berupa (bubuk atau kawat) dalam ruang pembakaran kemudian mempercepatnya dengan kecepatan tinggi untuk ditumbuk ke permukaan substrat. Lapisan terbentuk ketika jutaan partikel menempel pada substrat secara tumpang tindih.



Gambar 1. Prinsip thermal spray coating, [9].

2.7 Metode Pengujian kekerasan permukaan

Pengujian rockwell mirip dengan pengujian brinell, yakni angka kekerasan yang diperoleh merupakan fungsi derajat indentasi. Beban dan indenter yang digunakan bervariasi tergantung

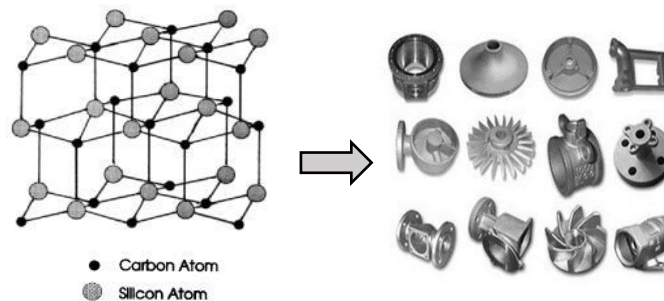
2.3 Silikon Karbida

Silikon karbida adalah material keramik yang memiliki kekerasan tinggi. Jika dibandingkan dengan material keramik lain. Silikon karbida atau juga dikenal dengan carborundum adalah suatu turunan senyawa silikon dengan rumus molekul SiC , terbentuk melalui ikatan kovalen antara unsur Si dan C. Silikon karbida merupakan salah satu material keramik non-oksida paling penting, dihasilkan pada skala besar dalam bentuk bubuk (*powder*), bentuk cetakan, dan lapisan tipis. Silikon karbida yang termasuk dalam bahan keramik memiliki beberapa kelebihan yang dapat digunakan pada bidang industri dan otomotif. Pada kondisi tertentu dapat lebih memenuhi kriteria yang diperlukan bila dibandingkan dengan logam, karena keunggulannya yang tahan korosi, gesekan, dan temperatur tinggi.

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

Gambar 2. Serbuk *Silicon carbida* untuk pelapis thermal spray coating, [9]

Aplikasi diantaranya furnace, elemen panas, heat exchanger, motor bakar, seal, dan bahan abrasive lebih kecil sehingga menghasilkan indentasi yang lebih kecil dan lebih halus.



Gambar 3. Kristal *Silicon carbida*, [9]

Banyak digunakan di industri karena prosedurnya lebih cepat, dibawah ini rumus yang digunakan untuk mencari besaran kekerasan dengan metode Rockwell :

$$HR = E - e \dots\dots\dots [Pers.1]$$

Dimana :

HR = Angka kekerasan rockwell.

F0 = Beban Minor (Minor Load) (kgf).

F1 = Beban Mayor (Major Load) (kgf).

F = Total beban (kgf).

e = Jarak antara kondisi 1 dan kondisi 3 dibagi 0.002 mm.

E = Jarak antara indenter saat diberi minor load dan zero reference line tiap jenis indenter

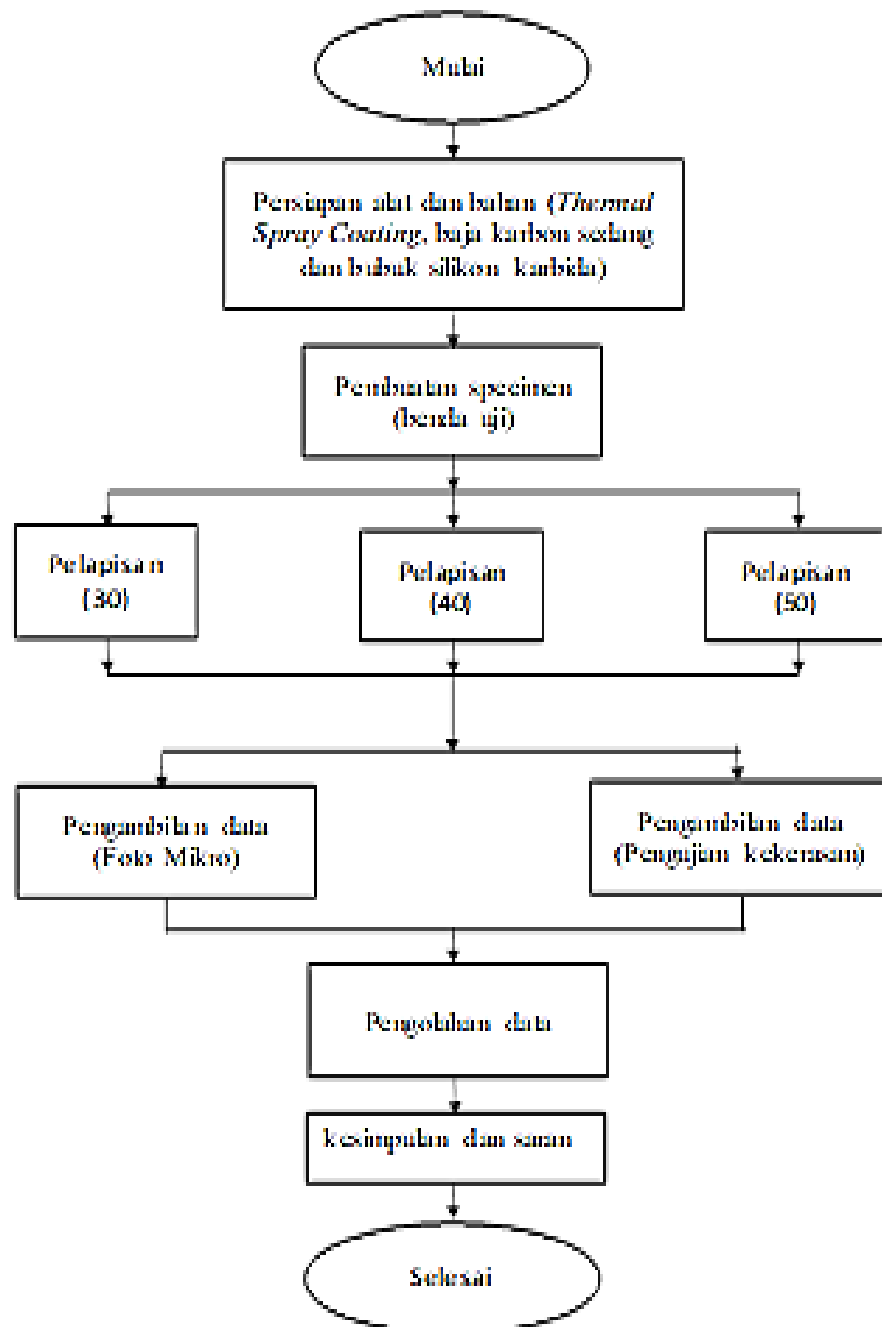
3. Metode Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Metode pengumpulan data yang dipakai adalah eksperiment, yaitu melakukan serangkaian pengujian pada objek yang diteliti untuk mendapatkan data yang diperlukan sebagai bahan perhitungan. Yang akan dijadikan sebagai objek penelitian adalah baja karbon S45C yang

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

karbonnya sekitar 0,3% C – 0,6% C. Proses jalannya penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

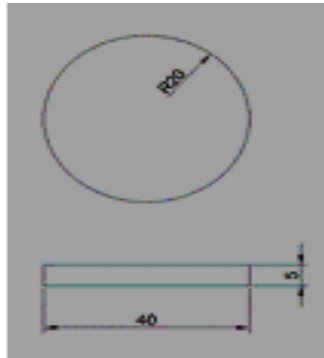
ITEKS

Intuisi Teknologi Dan Seni

3.3 Proses Pembuatan Specimen

3.3.1 Pembentukan specimen

Dimensi specimen yaitu ϕ 40 mm, tebal 5 mm seperti dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Dimensi Specimen

Tujuan dari preparasi permukaan adalah mempersiapkan specimen agar memiliki kondisi yang sesuai untuk proses pelapisan. Preparasi yang dilakukan memiliki bertahap, yang pertama yaitu proses pembersihan permukaan (degreasing) dengan amplas kasar bertujuan untuk membersihkan permukaan sampel dari kotoran, minyak atau korosi. Kemudian dibersihkan lagi dengan menggunakan amplas halus supaya mendapatkan permukaan specimen yang lebih halus. Langkah kedua yaitu membersihkan specimen dengan air dan kain untuk membersihkan sisa - sisa kotoran setelah diampelas. Kemudian dikeringkan dengan sinar matahari sebelum dimasukkan kedalam furnace.

3.3.3 Pelapisan Metode Thermal Spray Coating

- a. Langkah pertama yang dilakukan pada proses pelapisan adalah pemasangan sampel pada penjepit kemudian mengaktifkan alat *thermal spray coating* dan mengatur parameter prosesnya.

Tabel 1. Parameter *thermal Spray*

No	Spray Parameter	Satuan
	Suhu	850 °C
	Tekanan oksigen	0,07 Mpa
	Jarak <i>spray</i>	200 mm

- b. Pemanasan awal (*preheating*) dengan oven pemanas tanpa menggunakan serbuk pelapis, pemanasan dilakukan sesuai dengan suhu yang sudah ditetapkan yaitu 850°C.
- c. Kemudian dilakukan pelapisan benda uji dengan serbuk silikon karbida menggunakan variabel yang sudah ditetapkan yaitu 30, 40, 50 lapisan dengan tekanan 0,07 Mpa dan jarak spray 200 mm. Tidak ada jarak waktu pada setiap kali pelapisan karena lapisan dilakukan secara berlanjut terus menerus hingga memenuhi jumlah lapisan yang diinginkan.

ITEKS

Intuisi Teknologi Dan Seni

- d. Setelah proses spray selesai maka specimen dibiarkan mendingin kemudian dilepas dan dijepit dan dilanjutkan dengan suhu 850°C specimen telah dilapisi (*spray*) oleh silikon karbida.

4. Analisa Data Dan Pembahasan

4.1 Penyajian Data

Data adalah hasil yang diperoleh dari penelitian, data-data tersebut berupa angka-angka yang menunjukkan berupa harga atau nilai dari masing-masing perlakuan. Angka-angka tersebut meliputi nilai dari kekerasan yang didapat dari pelapisan. Pada pengambilan data dari pengujian Rockwell dengan melapisi baja karbon menengah menggunakan silikon karbida yang memiliki titik leleh lebih tinggi dari baja karbon menengah yaitu sebesar 1700°C sedangkan untuk baja karbon S45C memiliki titik leleh sebesar 1541°C sehingga apabila baja karbon dilapisi dengan silikon karbida tingkat kekerasan permukaan baja akan mengalami peningkatan. Dalam pengambilan data dikenakan 3 kali penekanan pada setiap sampel dari total 10 sampel yang dibuat sehingga menghasilkan 30 titik tekan yang nantinya akan diambil rata - rata pada setiap variabel yang diwakili oleh 3 sampel dengan masing - masing sampel dengan beban 60 kgf.

4.2 Data Specimen Pengujian Kekerasan

Pada pengujian ini didapat sampel hasil dari proses *thermal spray coating* yang diuji kekerasan dengan metode Rockwell menggunakan beban 60 kgf. Setelah dilakukan pengujian kekerasan pada specimen yang tidak dan mendapatkan perlakuan suhu 850 °C, maka didapatkan data mengenai tingkat kekerasan specimen yang tidak mendapatkan perlakuan lapisan dan juga specimen yang mendapatkan perlakuan lapisan dengan jumlah 30, 40, 50. Data dan hasil pengujian baja karbon menengah dapat diperjelas atau dapat diketahui perbedaan hasilnya setelah pengujian kekerasan menggunakan rumus sebagai berikut :

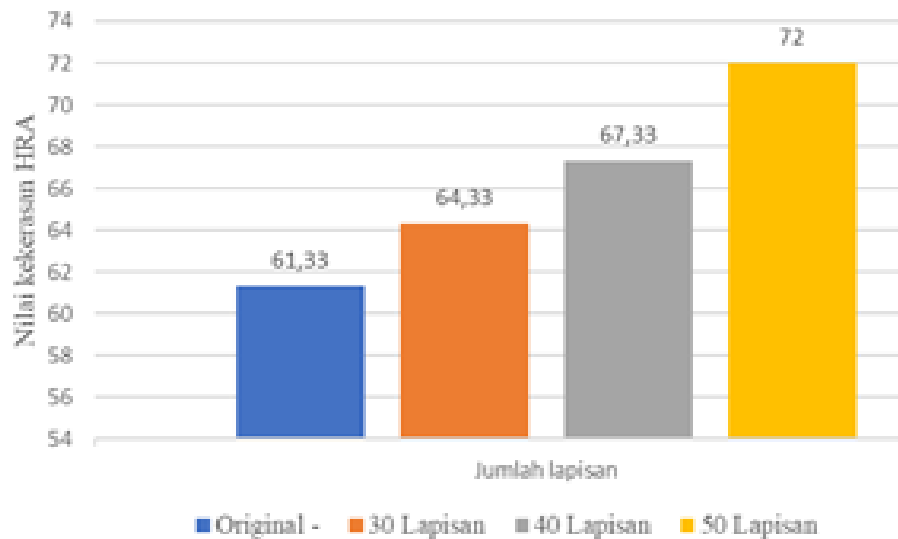
Sedangkan penambahan kekerasan pada setiap specimen dapat diketahui dengan mencari selisih nilai kekerasan specimen awal dikurangi nilai kekerasan yang sudah dilapisi atau di *spray*.



Gambar 6. Spesimen awal dan specimen yang mendapatkan perlakuan pelapisan

Tabel 2. Rata-rata semua variabel

No	Jumlah Pelapisan	Kekerasan (HRA)
1	0 Lapisan	61,33
2	30 Lapisan	64,33
3	40 Lapisan	67,33
4	50 Lapisan	72



Gambar 7. Grafik Kekerasan Semua Specimen

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa pelapisan *silikon karbida* (SiC) terhadap baja karbon menengah (S45C) yang memiliki manfaat untuk menghasilkan permukaan yang keras menggunakan metode *thermal spray coating* dengan pelapisan sebanyak 30, 40, 50 kali lapisan menggunakan jarak spray 200 mm, tekanan oksigen 0,07 Mpa dan suhu 850 oC yang diawali dengan menghaluskan kekasaran permukaan specimen guna mendapatkan permukaan yang bersih dan tidak terkontaminasi dengan material lain yang selanjutnya dilakukan proses pelapisan. Setelah dilakukan uji kekerasan maka diperoleh nilai kekerasan sebesar 64,33 HRA untuk 30x lapisan, 67,33 HRA untuk 40x lapisan, dan 72 HRA untuk 50x lapisan dari kekerasan awal sebesar 61,33 HRA.

Dapat disimpulkan dengan menggunakan metode ini berhasil menambahkan tingkat kekerasan pada logam baja karbon menengah (S45C). Dari semua variabel specimen diatas dapat dilihat semakin banyaknya jumlah pelapisan maka nilai kekerasannya akan semakin meningkat.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat pengaruh jumlah lapisan silikon karbida (SiC) terhadap tingkat kekerasan permukaan material berupa baja karbon menengah (S45C), semakin tebal pelapisan maka nilai kekerasan semakin bertambah :

- Proses *thermal spray coating* dengan specimen 30 kali pelapisan mendapatkan nilai kekerasan rata-rata akhir sebesar 64,33 HRA, meningkat kekerasannya yaitu sebesar 3,00 HRA dari specimen original dengan nilai kekerasan rata-rata sebesar 61,33 HRA. Nilai kekerasan ini adalah nilai kekerasan terendah dari semua specimen yang mendapatkan *thermal spray coating*.

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

- b. Nilai kekerasan tertinggi ada pada specimen dengan 50 kali pelapisan, yang memperoleh nilai kekerasan rata-rata akhir sebesar 72,00 HRA, meningkat kekerasannya sebesar 10,67 HRA dari specimen original.

5.2. Saran

- a. Parameter perlu diambil dari faktor yang dominan, dengan jarak yang optimal.
- b. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait faktor jenis ukuran butir SiC yang diaplikasikan.

Daftar Pustaka

- [1] Amanto dan Daryanto, 1999, "Ilmu bahan," Jakarta : Bumi Aksara.
- [2] Sidney, 1992, "Introduction For Phycs Metallurgy," USA : Prentice-Hall Inc.
- [3] Aprilia Kurnia Dewi, 2009, "Mikrostruktur Permukaan Baja JIS S45C Hasil Disfusi Paska Pelapisan HVOF – Thermal Spray Coating," Jakarta : Universitas Indonesia.
- [4]. Ain, Quratul, 2012, "Aplikasi Electroless & Thermal Spray Coating," Diambil dari : <http://www.scribd.com/doc/117489010/Electroless-Thermal-Spray>
- [5] Abdul Azis, Muhammad Fitrullah, Suryana, dan Febri Firmansyah, 2016, "The Influence of Quench Tempering and Carburizing Treatment Towards Mechanical Properties and Microstructure of Medium Carbon Steel for Automotive Application," Diambil dari : <https://www.scientific.net/AMM.842.99>
- [6] Arthana, I Wayan Gede, 2014, "Ketahanan Aus Lapisan Ni-Cr Pada Dinding Silinder Liner Dengan Menggunakan Flame Spray Coating," Denpasar : Universitas Udayana.
- [7] ASM Handbook vol.1:148., 1993, "Properties and Selection: Irons, Steels, and High Performance Alloys," ASM Handbook Committee : United State.
- [8] Budiana dan Suasmoro, 2013, "Pelapisan Yttria Zirconia dan Calcia Stabilized Zirconia Pada Baja S45C Dengan Teknik Flame Spray Coating," Diambil dari : <http://jurnal.batan.go.id/index.php/jsmi/article/view/4372>
- [9] Simunovic, K., 2010, "Thermal Spraying Welding Engineering And Technology : Thermal Spraying," London : Ed.Eolss Publisher. Hal 1-14.
- [10] Sugiono Setiawan, Yuli Setiyorini, 2013, "Pengaruh variasi sudut nozzle dan jarak nozzle pada spray coating terhadap ketahanan abrasif lapisan 13% chrom steel," Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [11] Taufik Hidayat, Priyagung Hartono, dan Sujatmiko, 2017, "Analisa Pengaruh Suhu Pada Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanis (Kekerasan) Baja S45C Pada Proses Hardening," Malang : Universitas Islam Malang.