JURNAL FLYWHEEL, *September 2020, Vol 11 (2), 31-39*
P-ISSN: 1979-5858

ANALISA WAKTU PERLAKUAN NITRIDISASI BESI TUANG KELABU PADA TEMPERATUR 650 ^{0}C

Wayan Sujana, Komang Astana Widi, Teguh Rahardjo, Sussetyo Darmaputra
Prodi Teknik Mesin S1, Fakultas Teknologi Industri Malang
Email : sussetyo.putra@gmail.com

ABSTRACT

Besi cor kelabu, jenis cor ini sering dipakai karena memiliki banyak kelebihan. Kelebihan tersebut adalah mudah dituang atau dicor menjadi bentuk yang rumit, mudah dilakukan proses permesinan, tahan aus karena grafit dapat berfungsi sebagai pelumas, mempunyai kemampuan meredam getaran yang tinggi, mempunyai kekuatan tekan tinggi, sifat ketahan korosinya baik dibandingkan dengan baja konstruksi biasa, Spesimen yang sebelum proses diperoleh kekerasan tertiinggi yaitu 284,4 HV dengan kedalaman 30 μm, setelah diproses nitridisasi dengan temperature 650^{0}C dengan holding 1,2, dan 3 jam, maka didapat kekerasan tertinggi sebesar 277,2 HV, 261,1 HV, 273,4 HV kekerasan naik pada holding 1 jam itu disebabkan karena reaksi kimia antara nitrogen dengan spesimen sehingga konsentrasi nitrogen pada permukaan spesimen yang berasal dari difusi nitrogen akan lebih banyak membentuk lapisan nitride. Pada pengujian spesimen dengan holding 1 jam didapat ketebalan lapisan 10, 20, 30, 40 μm dan permukaan tepi dari inti tidak merata sehingga lapisan menjadi tidak merata atau bergelombang, sedangkan pada temperatur 650^{0}C dengan waktu 2 jam ketebalan ditunjukan hanya sampai pada 30 μm dan 40 μm, garis grafik mengalami kenaikan dikarenakan lapisan nitride dan permukaan tepi dari inti tidak merata sehingga lapisan menjadi bergelombang. Struktur mikro diperoleh dari hasil metalografi row material dan spesimen yang sesudah mengalami proses nitridisasi. Hasil dari struktur mikro sudah terlihat grafit berbentuk serpih keabu-abu an dan terlihat adanya sedikit korosi dikarenakan spesimen belum dilakukan proses

Kata Kunci : besi tuang kelabu, nitridisasi, kekerasan, ketebalan lapisan, SEM-EDS

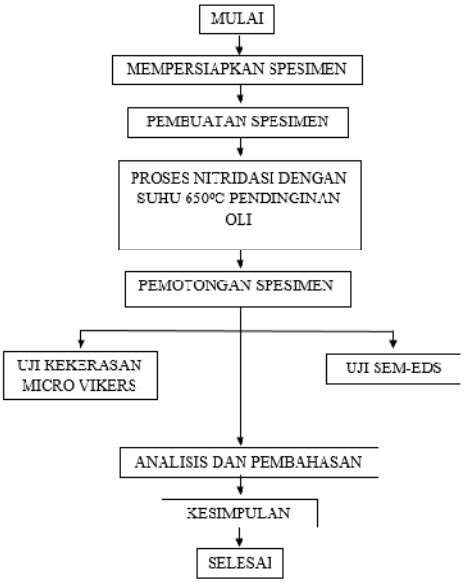
PENDAHULUAN

Dalam dunia perindustrian pengecoran logam jenis cor sering digunakan karena banyak memiliki kelebihan yaitu mudah dituang menjadi bentuk yang rumit, mudah dilakukan proses permesinan, tahan aus karena grafit dapat berfungsi sebagai pelumas, mempunyai kemampuan meredam getaran tinggi, mempunyai kekuatan tekan tinggi, sifat ketahan korosi baik dibandingkan dengan baja kontruksi biasa. Dalam penelitian ini adapun tujuan yang ingin diketahui yaitu bagaimana struktur mikro dan pengaruh pada proses nitridisasi terhadap besi tuang kelabu.

TINJAUAN PUSTAKA

Suatu proses perlakuan panas termokimia dimana nitrogen didisfusikan kepermukaan baja pada temperatur antara 500-600^{0}C sehingga terbentuk pengerasan kulit akibat terbentuknya nitrida paduan pada permukaan. Ketebalan lapisan yang terbentuk berkisaran 0,4-0,6 mm dengan kekerasan 800-1050 HV karena suhu prosesnya sangat rendah, maka kemungkinan terjadinya distorsi geometri atau retak juga sangat kecil. Sifat yang dihasilkan proses nitridisasi adalah ketahanan lelah baik, abrasif, ketahanan aus adhesif, ketahanan korosi baik

RANCANGAN PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian

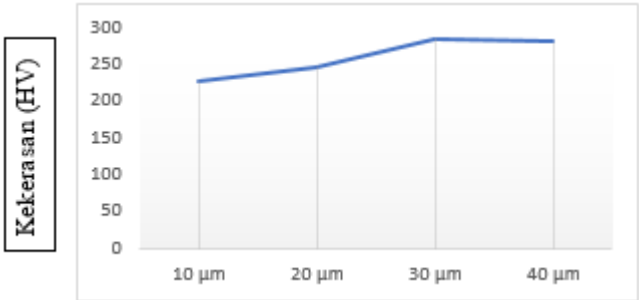
Penelitian ini dilakukan proses nitridisasi pada dapur fluidized bed furnance dengan menggunakan bahan besi tuang kelabu dengan variasi waktu 1, 2, 3 jam dan pada temperatur 650^0C yang sama kemudian dilakukan pendinginan oleh oli dan dilakukan pengujian berupa SEM-EDS dan uji kekerasan micro vikres

HASIL PENELITIAN

Data hasil pengujian distribusi kekerasan

TABEL 1. DATA NILAI KEKERASAN SEBELUM PROSES NITRIDISASI

Kode Spesimen	Kedalaman (µm)	Kekerasan (Hv)
FC	10 µm	227,1
	20 µm	245,9
	30 µm	284,4
	40 µm	280,4

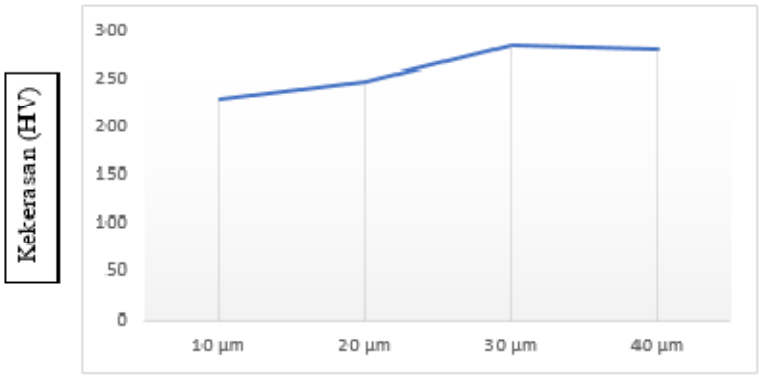


Gambar 2. Hubungan antara kekerasan dengan jarak sebelum proses

Sebelum dilakukan proses nitridisasi diketahui kekerasan tertinggi kedalaman 30 µm yaitu 284,4 HV dan diketahui kekerasan terendah kedalaman 10 µm yaitu 227,1 HV

TABEL 2. KEKERASAN SETELAH PROSES NITRIDISASI TEMPERATUR 650^{0}C 1 JAM

Kode Spesimen	Kedalaman (µm)	Kekerasan (Hv)
FC 650^{0}C 1 Jam	10 µm	252,5
	20 µm	220,8
	30 µm	277,2
	40 µm	227,5

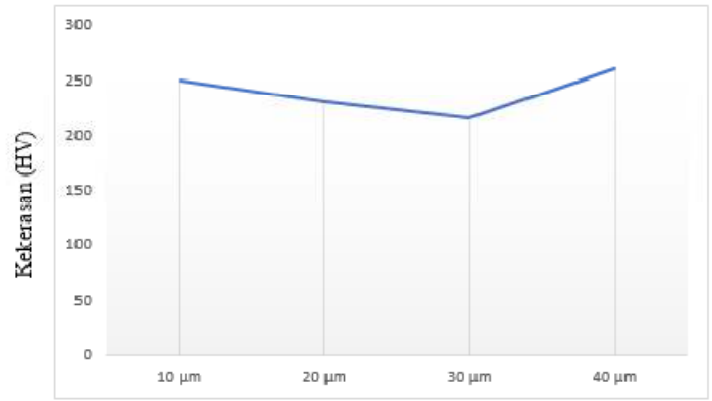


Gambar 3. Hubungan antara kekerasan dengan jarak sesudah proses temperatur 650^{0}C selama 1 jam

Sesudah dilakukan proses nitridisasi dengan temperatur 650^{0}C selama 1 jam diketahui kekerasan tertinggi kedalaman 30 µm yaitu 227,2 HV dan kekerasan terendah kedalaman 20 µm yaitu 220,8 HV. Dikarenakan oleh proses nitridisasi dengan temperature tinggi yaitu 650^{0}C.

TABEL 3. KEKERASAN SETELAH PROSES NITRIDISASI TEMPERATUR 650^{0}C 2 JAM

Kode Spesimen	Kedalaman (µm)	Kekerasan (Hv)
FC 650^{0}C 2 Jam	10 µm	250,1
	20 µm	230,4
	30 µm	215,3
	40 µm	261,1

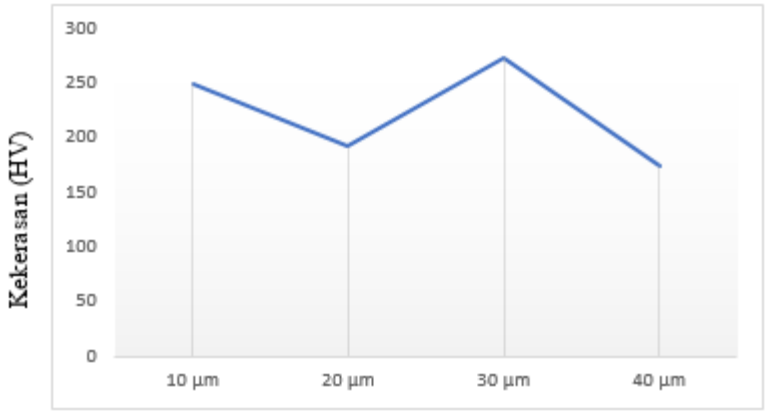


Gambar 4. Hubungan antara kekerasan dengan jarak temperatur 650^{0}C 2 jam

Sesudah dilakukan proses nitridisasi dengan temperatur 650^{0}C selama 2 jam diketahui kekerasan tertinggi kedalaman 40 µm yaitu 261,1 HV dan kekerasan terendah kedalaman 30 µm yaitu 215,3 HV. Dikarenakan proses nitridisasi dengan temperatur tinggi 650^{0}C dengan waktu 2 jam.

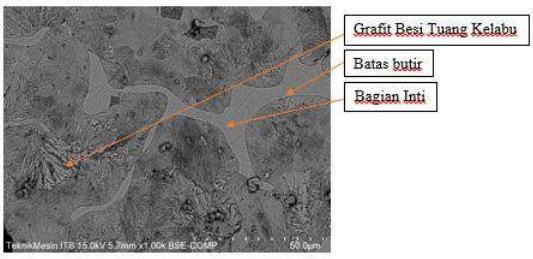
TABEL 4. KEKERASAN SETELAH PROSES NITRIDISASI TEMPERATURE 650^{0}C 3 JAM

Kode Spesimen	Kedalaman (µm)	Kekerasan (Hv)
FC 650^{0}C 3 Jam	10 µm	249,5
	20 µm	191,5
	30 µm	273,4
	40 µm	174,1

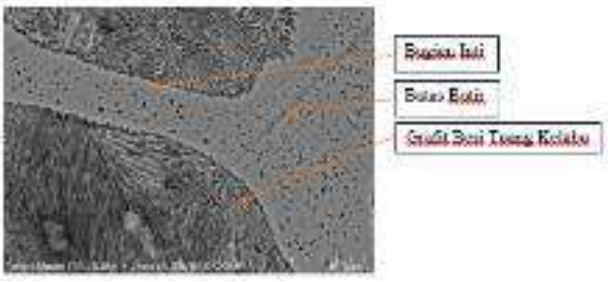


Gambar 5. Hubungan antara kekerasan dengan jarak temperatur 650^{0}C 3 jam

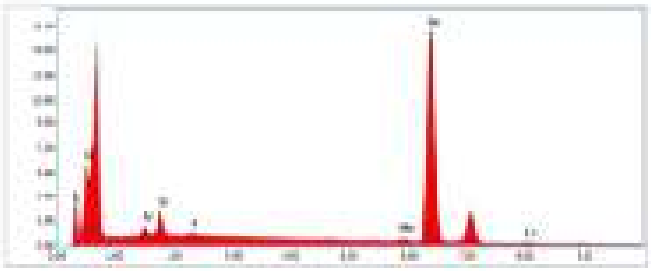
Sesudah dilakukan proses nitridisasi dengan temperatur 650^{0}C selama 3 jam didapat kekerasan tertinggi kedalaman 10 µm yaitu 249,5 HV dan kekerasan terendah kedalaman 40 µm yaitu 174,1 HV. Dikarenakan proses nitridisasi dengan temperatur yang tinggi yaitu 650^{0}C waktu proses 3 jam.



Pembesaran 1000x



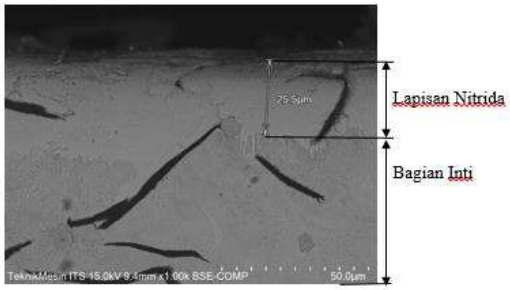
Pembesaran 5000x

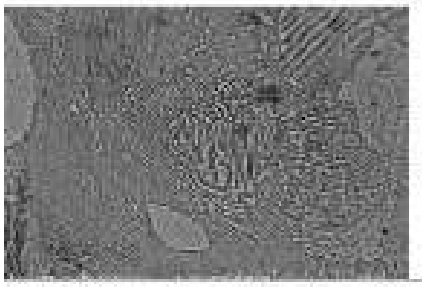


Gambar 6. Data hasil foto SEM-EDS Sebelum proses

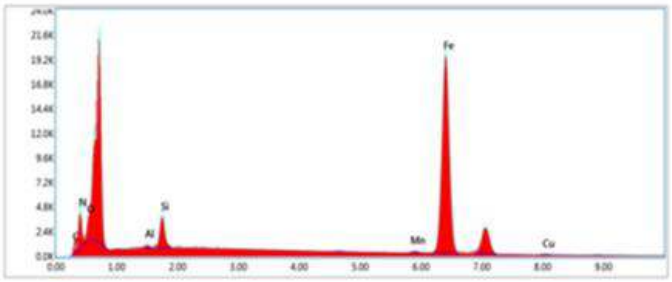
Sebelum proses besi tuang kelabu pada pembesaran 1000x dan 5000x unsur kandungan karbon yaitu sebesar 27,25% atom dan memiliki kandungan oksigen sebesar 10,87% atom.

Sesudah proses temperatur 650^{0}C 1 jam



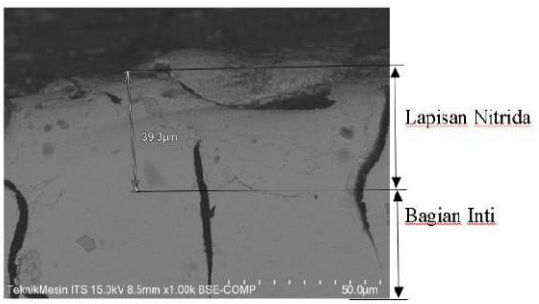


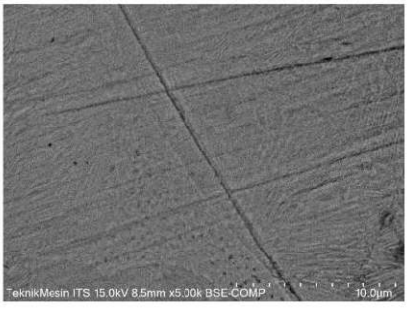
Pembesaran 1000x Pembesaran 5000x



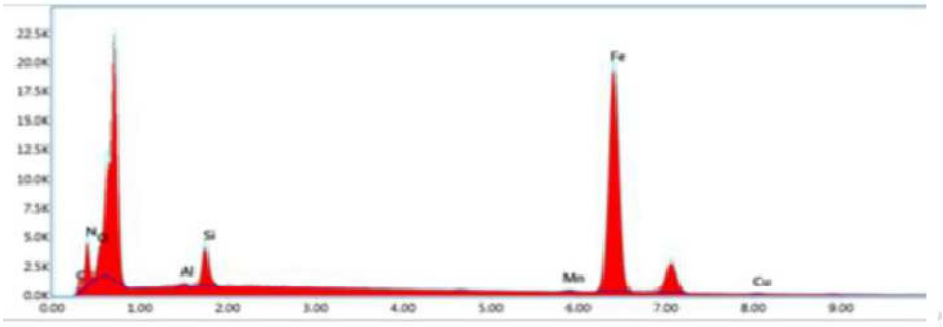
Gambar 7. Data hasil foto SEM-EDS sesudah proses 1 jam

Sebelum proses besi tuang kelabu pada pembesaran 1000x dan pembesaran 5000x unsur kandungan karbon yaitu sebesar 6,88% atom dan memiliki kandungan nitrogen sebesar 16,42% atom. Naiknya kadar nitrogen disebabkan oleh pengaruh proses nitridisasi dengan temperatur 650^{0}C selama 1 jam dan turunnya kadar atom karbon dikarenakan unsur nitrogen berdisfusi pada spesimen. Sesudah proses temperatur 650^{0}C 2 jam



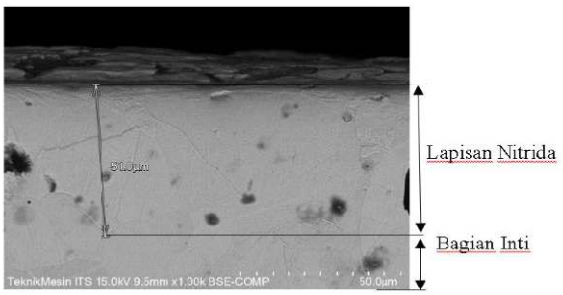


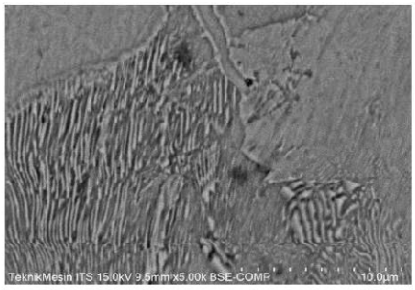
Pembesaran 1000x Pembesaran 5000x



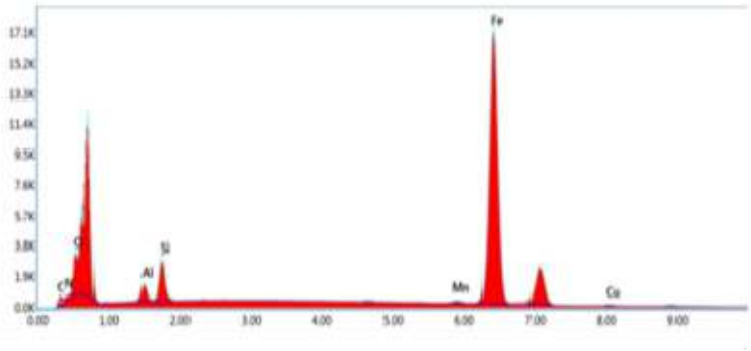
Gambar 8. Data hasil foto SEM-EDS sesudah proses 2 jam

Sebelum proses besi tuang kelabu pada pembesaran 1000x dan pembesaran 5000x unsur kandungan karbon yaitu 5,29% atom dan memiliki kandungan nitrogen sebesar 17,16% atom. Naiknya kadar nitrogen disebabkan oleh pengaruh proses nitridisasi dengan temperatur 650^0C selama 2 jam dan dibandingkan pada proses 1 jam sebesar 6,88% atom karbon dan 16,42% atom nitrogen, turunya kadar karbon disebabkan unsur nitrogen berdisfusi pada spesimen jauh kedalam permukaan.





Pembesaran 1000x Pembesaran 5000x



Gambar 8. Data hasil foto SEM-EDS sesudah proses 3 jam

Sebelum proses besi tuang kelabu pada pembesaran 1000x dan pembesaran 5000x unsur kandungan karbon yaitu 4,79% atom dan memiliki kandungan nitrogen sebesar 1,97% atom. Turunnya kadar karbon disebabkan oleh proses nitridisasi dengan temperatur 650^0C selama 3 jam dan menurunya kadar nitrogen disebabkan temperature terlalu tinggi sehingga atom nitrogen tidak berdisfusi besar dan masuk kedalam unsur besi.

PEMBAHASAN

Distribusi kekerasan (Micro Vickers) hasil pengujian yang dilakukan terhadap besi cor kelabu setelah proses perlakukan permukaan dengan proses nitridisasi maka dapat diperoleh data-data dan kesimpulan untuk menunjang proses penelitian. Dari tabel diatas spesimen yang belum diproses didapat kekerasan tertinggi 284,4 HV dan jika bandingkan dengan kekerasan setelah diproses nitridisasi dengan temperatur 650^0C dengan holding 1,2,3 jam dan diperoleh kekerasan

tertinggi yaitu 272,2 HV, 261,1 HV, 273,4 HV. Dapat dilihat pada waktu holding 2 dan 3 jam kekerasan pada daerah difusi lebih rendah dibandingkan dengan daerah inti disebabkan oleh tidak terjadinya reaksi atau kurang sempurna reaksi antara atom nitrogen dengan atom besi pada proses nitridisasi sehingga pada daerah inti terjadi proses annealing saja. Purwadi wiwik mengatakan penahanan yang lebih lama maka kekerasan permukaan yang dihasilkan akan lebih tinggi, sehingga konsentrasi nitrogen pada permukaan sampel yang berasal dari difusi nitrogen akan lebih banyak dan membentuk besi nitrida. Jadi proses uji kekerasan menggunakan micro vickers sebelum dilakukan proses diperoleh kekerasan tertinggi yaitu 284,4 HV dengan kedalaman 30 μm kekerasan terendah yaitu 227,1 HV dengan kedalaman 10 μm, setelah dilakukan proses 1, 2, 3 jam didapat kekerasan tertinggi sebesar 227,2 HV, 261,1 HV, 273,4 HV dengan kedalaman 30 μm, 40 μm, 30 μm dan kekerasan terendah yaitu 220,8 HV, 215,3 HV, 191,5 HV dengan kedalaman 20 μm, 30 μm, 20 μm. Setelah pengujian distribusi kekerasan yang telah dilakukan pada spesimen besi tuang kelabu dengan variasi waktu yang diberikan maka pengujian ini hampir mendekati kebenaran dikarenakan temperatur 650^{0}C dan waktu pernahanan yang lama maka didapat kekerasan yang tinggi. Mikro dan SEM-EDS struktur mikro diperoleh dari hasil metalografi row material (sebelum dilakukan proses nitridisasi) dan spesimen yang sesudah mengalami proses nitridisasi. Hasil dari struktur mikro struktur mikro sudah ditunjukan gambar pertama terlihat grafit berbentuk serpih keabu-abu an dan terlihat adanya sedikit korosi dikarenakan spesimen belum dilakukan proses. Gambar kedua merupakan struktur mikro dari spesimen yang sudah diproses nitridisasi, pada gambar juga terlihat adanya lapisan nitrida terbentuk karena atom nitrogen berdifusi dengan atom besi yang berada dispesimen dari hasil penelitian kemungkinan diperoleh senyawa FeN dari kandungan nitrogen yang jumlahnya baru mencapai 16,42% atom maka proses nitridisasi belum mencapai kondisi optimal, karena untuk mencapai optimal seharusnya unsur kandungan nitrogen sekitar 13%-20% atom sehingga dapat memperoleh senyawa Fe4N yang mempunyai sifat sangat keras. Pada gambar ketiga spesimen dengan temperatur nitridisasi 650^{0}C dengan waktu 2 jam memiliki kadar nitrogen sebesar 17,16% atom lebih besar dibandingkan spesimen dari gambar kedua dengan temperatur 650^{0}C dengan waktu 1 jam. Berlebihnya kadar karbon nitrogen dikarenakan kemampuan atom nitrogen bergerak lebih jauh dan lebih cepat kedalam permukaan spesimen sehingga kadar nitrogen menjadi menaik. Sedangkan pada gambar keempat dengan temperatur 650^{0}C dengan waktu 3 jam, memiliki kadar nitrogen sebesar 0,55% berat dan 1,92% atom proses nitridisasi memiliki kadar karbon sebesar 1,19% berat dan 4,79 atom tentu saja ini disebabkan oleh bertambahnya waktu proses nitridisasi dari 2 jam ke 3 jam sehingga atom nitrogen tidak bisa berdifusi dengan spesimen dan bergerak jauh dan lebih cepat dari permukaan spesimen. Rahayu sri, Setiawan ngainun, Virdhian shinta, Dkk juga menemukan hal yang sama jika dilihat dari unsur kandungan nitrogen yang hanya 17,16% atom maka proses nitridisasi sudah mencapai optimal, karena untuk mencapai optimal kandungan nitrogen harus sekitar 13-20% atom sehingga dapat diperoleh senyawa Fe4N yang mempunyai sifat yang sangat keras. Rahayu sri, Setiawan ngainun, Virdhian shinta, Dkk dan Kurniawan fachri, hal ini disebabkan karena kandungan nitrogen kurang masuk ke inti logam sehingga lapisan nitrogen terlihat pada bagian tepi permukaan saja. Spesimen yang diproses dengan suhu nitridisasi yang tinggi maka memiliki kadar nitrogen yang lebih tinggi. Jadi dari proses pengujian SEM-EDS dengan temperatur 650^{0}C dengan variasi waktu selama 1, 2, 3 jam yang telah dilakukan sebelum ataupun sesudah nitridisasi diketahui transformasi lederburit ke cementit, cementit, grafit, inti, korosi, perlit, dan juga lapisan nitrida. Pada spesimen yang telah dilakukan proses nitridisasi terdapat endapan perlit yang ada pada menjadi keras yang disebabkan oleh ikatan antara atom nitrogen dengan unsur paduan yang terkandung dalam inti besi tuang kelabu.

KESIMPULAN

Dari proses uji kekerasan menggunakan micro vickers sebelum dilakukan proses diperoleh kekerasan tertinggi yaitu 284,4 HV dengan kedalaman 30 μm dan kekerasan terendah yaitu 227,1 HV dengan kedalaman 10 μm setelah dilakukan proses selama 1, 2, 3 jam didapat kekerasan tertinggi sebesar 277,2 HV, 261,1 HV, 273,4 HV dengan kedalaman 30 μm, 40 μm, 30 μm dan kekerasan terendah yaitu 220,8 HV, 215,3 HV, 191,5 HV dengan kedalaman 20 μm, 30 μm, 20 μm. Proses uji foto SEM-EDS sebelum ataupun sesudah nitridisasi diketahui transformasi ledeburit ke cementit, cementit, grafit, inti, korosi, perlit dan juga lapisan nitride

DAFTAR PUSTAKA

[1] Aziz Muslim Muhammad, 2017. *Analisis Pengaruh Perlakuan Normalizing Sebelum Proses Nitridasi Pada Baja Paduan P20 dan Besi Tuang Nodular A536.* Skripsi.FTI.

[2] Arthur G, Birch D, Dkk. 1986. Wear Resistant Surfaces in Engineering. London:Crown Copyright

[3] Deny Ilham Setiyawan . 2017. *Analisa Tahap Temperatur Proses Nitridasi Pada Baja Tahan Karat.* Skripsi. FTI.

[4] http://blog.ub.ac.id/rickyseptian07/2012/04/23/thermochemical-baja/

[5] http://ttp.zcu.cz/en/laboratories/laser-surfacetreatment/technologies/laser-surface-hardening diakses pada tanggal 7 November 2019

[6] Labeebmlp.(2014). *Elektron Laser Hardening.* [online]. Tersedia : http://www.slideshare.net/labeebmlp/electron-and-laser-beam-hardening. Diakses pada tanggal 7 November 2019. 500

[7] Lawrance H.Van Vlack. 1983. *Ilmu dan Teknologi Bahan. Jakarta Pusat:Penerbit Erlangga.*

[8] Rahardjo Teguh. 2008. *Proses Nitriding Untuk Peningkatan Sifat Mekanik Permukaan Material Dies*. Jurnal Flywheel. Volume 1, Nomor 2.

[9] Smallman.R.E, Bishop.R.J. 1995. *Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering 6th* Edition. Jakarta:Penerbit Erlangga.

[10] Surdia, Tata,. Satio, Shinroku. 1995. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta : Pradnya Paramita.

[11] Sujana, I Wayan. 1996. Karakterisasi Lapisan Kompon Hasil Proses Nitrokarburisasi Dengan Menggunakan Reaktor Fluidised Bed. Tesis. UI.

[12] Sujana, I Wayan.Astana Widi, I Komang. *Diktat Metalurgi Fisik.* Institut Teknologi Nasional Malang.

[13] Welding Engineering. (2015). *Perlakuan Panas (Heat Treatment)*. [Online].Tersedia : http://hima-tl.ppns.ac.id/perlakuan-panas-heat-treatment/.[November 2019].

[14] W.Sujana,K. A.Widi. 2016. *Serbuk Alumina Sebagai Katalis Didalam Reaktor Fluidised Bed.* Jurnal Flywheel. Volume 7, Nomor 1.

[15] www.ist.fraunhofer.de/.../plasma_diffusion_treatment.html. Diakses Pada Tanggal 7 November 2019.

[16] Zamzami Putrayogi. 2017. *Pengaruh Peran Gas Nitrogen Pada Proses Nitridasi Gas Menggunakan Dapur Fluidised Bed Pada Baja Karbon Rendah.* Skripsi. FTI