Analisa Pengaruh *Heat Treatment* Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Baja Karbon Rendah Pada Proses Pembubutan

Kabul Santoso[1], Suhardiman[2]
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bengkalis[1,2]
Jl. Batin Alam, Sungai Alam, Kec. Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, Riau 28711
E-mail : kabulsantoso262@gmail.com[1], suhardiman@polbeng.ac.id[2]

Abstract

The rapid development of science and technology is very influential for the industry in the country, one of which is the industry that produces or produces elements of machines that are mostly metal as raw materials. Each metal has different characteristics, such as phisycs properties, mechanical properties and chemical properties, it is required a special treatment for each metal element to be used as desired, as an effort to Look for the metallic properties that are needed to include heat treatment. This research aims to obtain a value of surface roughness of low carbon steel workpieces before and after the heat treatment process in the machining process. Heating process with temperature 950^0 C, further done cooling process with different cooling media such as: rainwater, oil SAE 40, Coolant and Air Radiator. The process of fertilizing. The results of specimen testing before heat treatment was obtained the roughness value of 2.236 µm, hereinafter to the process of heat treatment with the media of rain cooling obtained the roughness value of 1.578 µm, for SAE 40 oil cooling Media value Its roughness was 1.519 µm, the cooling medium of coolant radiator its roughness value of 1.845 µm, and for its air cooling media its gross value of 1.895 µm.

Keywords: low carbon steel, heating treatment process, cooling process, turning, roughness test

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia industri manufaktur terus berkembang sebagai akibat dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, hal ini dapat dilihat dari peningkatan hasil produksi (Mardiansyah,2014), peningkatan hasil produksi harus disertai dengan kualitas peralatan produksi yang digunakan seperti pada bidang pemesinan logam, mesin bubut, *milling*, dan perkakas lainnya harus berada dalam kondisi layak pakai.

Proses pemesinan yang biasanya digunakan dalam proses produksi membutuhkan ketelitian yang tinggi untuk mendapatkan hasil yang baik. Ketelitian, kepresisian, dan kualitas permukaan menjadi prioritas utama yang menjadi acuan dalam pengerjaan dalam proses pemesinan. Hasil permukaan benda kerja yang baik salah satu yang diharapkan dari setiap pengerjaan. Pada tingkat kekasaran permukaaan salah satunya merupakan faktor utama untuk evaluasi produk dapat diterima atau tidak baik oleh pengerjaan sendiri (operator), instansi/perusahaan maupun konsumen.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas permukaan suatu benda kerja pada proses pemesinan diantaranya adalah sudut dan ketajaman pisau potong dalam proses pembuatanya, variasi kecepatan potong, posisi senter, getaran mesin, perlakuan panas yang kurang baik dan sebagainya (Munadi,1988). Proses perlakuan panas yang kurang baik akan mempengaruhi kekasaran suatu permukaan benda kerja.

Perlakuan panas adalah proses untuk memperbaiki sifat-sifat dari logam dengan jalan memanaskan coran sampai temperatur yang cocok, lalu dibiarkan beberapa waktu pada

temperatur itu, kemudian didinginkan ke temperatur yang lebih rendah dengan kecepatan yang sesuai. Perlakuan panas yang dilaksanakan pada coran adalah: pelunakan temperatur rendah, pelunakan, penormalan, pengerasan dan penemperan (Gunawan,2006).

Proses perlakuan panas secara umum terdiri dari proses hardening, tempering, carburizing dan annealing. Faktor yang mempengaruhi kekeras)an *heat treatment* adalah temperatur, holding time (waktu penahanan) dan media pendingin. Pada penelitian ini akan fokus pada hardening khususnya pada penggunaan media pendingin proses quenching. "quenching (celup cepat) adalah salah satu perlakuan panas dengan laju pendinginan cepat yang dilakukan dalam suatu media pendingin misal air atau oli untuk memperoleh sifat mekanik yang lebih keras (Hadira, 2018).

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Baja Karbon

Baja karbon merupakan salah satu jenis baja paduan yang terdiri atas unsur besi (Fe) dan karbon (C). Dimana besi merupakan unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Dalam proses pembuatan baja akan ditemukan pula penambahan kandungan unsur kimia lain seperti sulfur (S), fosfor (P), slikon (Si), mangan (Mn) dan unsur kimia lainnya sesuai dengan sifat baja yang diinginkan. Baja karbon memiliki kandungan unsur karbon dalam besi sebesar 0,2% hingga 2,14%, dimana kandungan karbon tersebut berfungsi sebagai unsur pengeras dalam struktur baja.

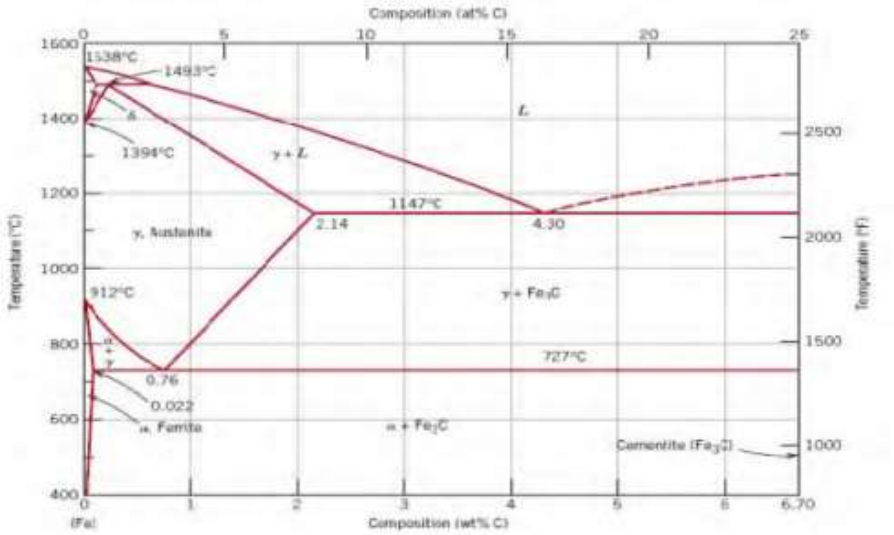
Penggunaan dari masing-masing baja berbeda-beda berdasarkan kandungan karbon pada baja tersebut. Baja karbon rendah digunakan untuk kawat, baja profil, sekrup, ulir dan baut. Baja karbon sedang digunakan untuk rel kereta api, poros roda gigi, dan suku cadang yang berkekuatan tinggi, atau dengan kekerasan sedang sampai tinggi. Baja karbon tinggi digunakan untuk perkakas potong seperti pisau, milling cutter, reamers, tap dan bagian-bagian yang harus tahan gesekan.

Baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah persentase komposisi kimia karbon dalam baja yakni sebagai berikut.

1. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)
   Baja karbon rendah merupakan baja dengan kandungan unsur karbon dalam sturktur baja kurang dari 0,3% C.
2. Baja Karbon Sedang (*Medium Carbon Steel*)
   Baja karbon sedang merupakan baja karbon dengan persentase kandungan karbon pada besi sebesar 0,3% C – 0,59% C.
3. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)
   Baja karbon tinggi adalah baja karbon yang memiliki kandungan karbon sebesar 0,6% C – 1,4% C.

2.2 Diagram Keseimbangan Besi Karbon (Fe-C)

Menurut George Krauss (1995: 1-4), diagram keseimbangan besi karbon dapat digunakan sebagai dasar untuk melaksanakan perlakuan panas. Penggunaan diagram ini relatif terbatas karena beberapa metode perlakuan panas digunakan untuk menghasilkan struktur yang *non-equilibrium.* Akan tetapi pengetahuan mengenai perubahan fasa pada kondisi seimbang memberikan ilmu pengetahuan dasar untuk melakukan perlakuan panas. Bagian diagram Fe-C yang mengandung karbon dibawah 2 % menjadi perhatian utama untuk perlakuan panas baja.

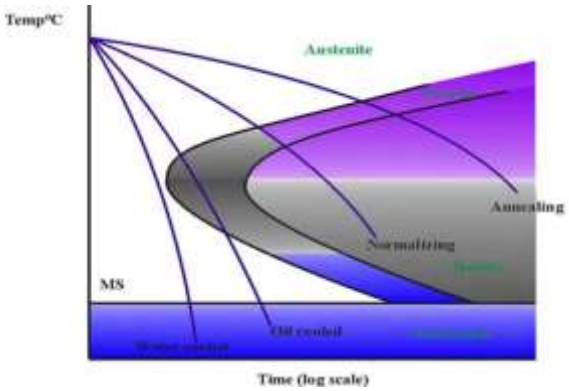


Gambar 1. diagram baja karbon.

Diagram ini merupakan dasar pemahaman untuk semua operasi-operasi perlakuan panas. Dimana fungsi diagram fasa adalah memudahkan memilih temperatur pemanasan yang sesuai untuk setiap proses perlakuan panas baik proses anil, normalizing maupun proses pengerasan.

2.3 Perlakuan Panas *(heat treatment)*

Untuk memperbaiki sifat-sifat mekanis logam, perlu adanya suatu perlakuan ,perlakuan yang dimaksud adalah perlakuan panas (*heat treatment*). Perlakuan panas adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan logam dalam keadaan padat untuk mengubah sifat-sifat fisis logam tersebut. Baja dapat dikeraskan sehingga kemampuan memotong meningkat dan dapat juga dilunakkan untuk mempermudah permesinan lebih lanjut.



Gambar 2. Diagram Pemanasan.

Perlakuan panas (*heat treatment*) pada baja mempunyai peran yang sangat penting dalam upaya mendapatkan sifat-sifat tertentu yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan.

2.4 Media Pendingin

Proses *quenching* dilakukan pendinginan secara cepat dengan menggunakan media air, udara, radiator *coolent* dan oli SAE 40. Kemampuan suatu jenis media dalam mendinginkan spesimen bisa berbeda-beda, perbedaan kemampuan media pendingin disebabkan oleh temperatur, kekentalan, kadar larutan dan bahan dasar media pendingin. Semakin cepat logam didinginkan maka akan semakin keras sifat logam itu. Karbon yang dihasilkan dari pendinginan lebih cepat banyak dari pendinginan lambat. Hal ini disebabkan karena atom karbon tidak

sempat berdifusi keluar, terjebak dalam struktur kristal dan membentuk struktur tetragonal yang ruang kosong atomnya kecil, sehingga kekerasanya meningkat. Media pendingin yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :Air, udara, *coolent* radiator dan oli SAE 40. (*Sumber:Diniv Mu'afax,dkk*).

2.5 Proses Membubut

Proses membubut merupakan salah satu proses pemesinan untuk memproduksi komponen-komponen mesin (Rochim, 1993). Dimana proses bubut termasuk kedalam proses pemesinan yang menggunakan pahat bermata tunggal *(single point cutting tool)*. Benda kerja dipegang oleh pencekam yang dipasangkan diujung poros utama. Dengan mengatur lengan pengatur yang terdapat pada sisi muka kepala diam, putaran poros utama (n) dapat dipilih. Harga putaran poros utama umumnya dibuat bertingkat, dengan aturan yang telah distandarkan, misalnya : 120, 210, 420, 620, 1000, dan 2000 rpm. Untuk mesin bubut dengan putaran motor variabel, ataupun dengan sistem transmisi variabel,kecepatan putaran poros utama tidak lagi bertingkat melainkan berkesinambungan (continue). Pahat dipasangkan pada kedudukan pahat dan kedalaman potong adalah setengah harga tersebut).Pahat bergerak translasi bersama-sama dengan eretan dan gerakannya diatur dengan lengan pengatur pada rumah roda gigi.

Tiga parameter utama pada setiap proses bubut adalah kecepatan putar spindel (*speed*), gerak makan (*feed*), dan kedalaman potong (*depth of cut*). Tiga parameter di atas adalah bagian yang bisa diatur oleh operator langsung Pada mesin bubut. Kecepatan putar*an* (*speed*), selalu dihubungkan dengan sumbu utama (spindel) dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit (*rotations per minute*, rpm).

2.6 Pahat bubut HSS

Sifat bahan pahat bubut adalah keras, kuat, tahan panas dan tidak cepat aus. Kekerasan penting agar pahat dapat menyayat bahan yang hendak dibubut. Bahan yang tidak kuat dapat menyebabkan cepat rusaknya sisi potong. Tahan suhu untuk menjaga kekerasannya dari suatu bahan pahat. Ketika pahat memotong tentu timbul panas karena pergesekannya dan kekerasan dapat berubah karena panas yang timbul itu. Baja kecepatan tinggi (*HSS = High Speed Steel*) merupakan baja paduan tinggi yang banyak penggunaannya, mempunyai perlawanan aus yang tinggi yang diberipaduan unsur-unsur wolfram,molybdenum dan sebagainya. Berubah kekerasannyan pada suhu 6000^0 C, ketahanan sampai suhu ini karena ada tungsten. Dengan demikian dapat digunakan untuk kecepatan potong yang tinggi. Apabila telah aus pahat HSS dapat diasah sehingga mata potongnya tajam kembali.



Gambar 3. Mata pahat bubut HSS.

2.7 Kekasaran Permukaan

Permukaan benda adalah batas yang memisahkan antara benda padat tersebut dengan sekelilingnya. Konfigurasi permukaan merupakan suatu karakteristik geometri golongan mikrogeometri, yang termasuk golongan makrogeometri adalah permukaan secara keseluruhan yang membuat bentuk atau rupa yang spesifik,misalnya permukaan lubang, permukaan poros, permukaan sisi dan lain-lain yang tercakup pada elemen geometri ukuran, bentuk dan posisi (Doni. 2015). Kekasaran permukaan dibedakan menjadi dua bentuk, diantaranya :

1. *Ideal Surface Roughness*

   Yaitu kekasaran ideal yang dapat dicapai dalam suatu proses permesinan dengan kondisi ideal

2. *Natural Surface Roughness*

   Yaitu kekasaran alamiah yang terbentuk dalam proses permesinan karena adanya beberapa faktor yang mempengaruhi proses permesinan diantaranya :

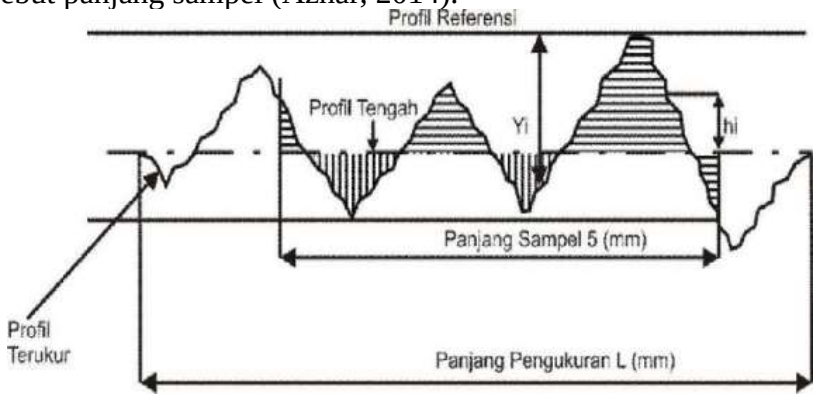
a. Keahlian operator,
b. Getaran yang terjadi pada mesin,
c. Ketidakteraturan feed mechanisme,
d. Adanya cacat pada material

Permukaan adalah Menurut ISO 1302 – 1978 yang dimaksud dengan kekasaran penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata profil. Definisi ini digunakan untuk menentukan harga dari rata-rata kekasaran permukaan. Ada 3 parameter yang digunakan untuk menentukan kekasarna permukaan, yakni:

1. Ra adalah penyimpangan rata-rata dari garis rata-rata profil
2. Rz adalah ketidak rataan ketinggian pada sepuluh titik
3. Rmax adalah ketidak rataan ketinggian maksimun

2.8 Parameter Kekasaran Permukaan

Untuk mengukur kekasaran permukaan, sensor (*stylus*) alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah ditentukan,panjang lintasan ini disebut dengan panjang pengukuran (*traversinglength*) saat setelah jarum bergerak dan sesaat sebelum jarum berhenti alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh jarum peraba. Bagian permukaan yang dibaca oleh sensor alat ukur kekasaran permukaan disebut panjang sampel (Azhar, 2014).



Gambar 4. Profil suatu permukaan.

Menurut Munadi pada dasar-dasar metrologi industri [5] dijelaskan beberapa bagian dari profil permukaan dari suatu permukaan, yaitu :

1. Profil Geometris Ideal (*Geometrically Ideal Profile*)

Profil ini merupakan profil dari geometris permukaan yang ideal yang tidak mungkin diperoleh dikarenakan banyaknya faktor yang mempengaruhi dalam proses pembuatannya.

2. Profil Referensi (*Reference Profile*)

   Profil ini digunakan sebagai dasar dalam menganalisis karakteistik dari suatu permukaan.

3. Profil Terukur (*Measured Profile*)

   Profil terukur adalah profil dari suatu permukaan yang diperoleh melalui proses pengukuran.

4. Profile Dasar (*Root Profile*)

   Profil dasar adalah profil referensi yang digeserkan kebawah hingga tepat pada titik paling rendah pada profil terukur.

5. Profile Tengah (*Centre Profile*)

   Profil tengah adalah profil yang berada ditengah-tengah dengan posisi sedemikian rupa sehingga jumlah luas bagian atas profil tengah sampai pada profil terukur sama dengan jumlah luas bagian bawah profil tengah sampai pada profil terukur.

6. Kedalaman Total (*Peak to Valley*), R_t

   Kedalaman total ini adalah besarnya jarak dari profil referensi sampai dengan profil dasar.

7. Kedalaman Perataan (*Peak to Mean Line*), R_p

   Kedalaman perataan (R_p) merupakan jarak rata-rata dari profil referensi sampai dengan profil terukur.

8. Kekasaran Rata-rata Aritnetis (*Mean Roughness Indec*), R_a

   Kekasaran rata-rata merupakan harga-harga rata-rata secara aritmetis dari harga absolut antara harga profil terukur dengan profil tengah.

9. Kekasaran Rata-rata Kuadratis (*Root Mean Square Height*), R_g

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu

Tempat pelaksanaan penelitian ini penulis menetapkan di Jurusan Teknik Mesin, khususnya dibengkel perkakas dan Laboratorium Uji Bahan. Waktu merupakan jadwal yang di tetapkan untuk pelaksanaan Tugas Akhir.
searat nanas.

3.2 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin bubut *EMCO Type Super 11 CD*
2. Alat uji kekasaran *surface Roughness Tester* TR 200
3. Mesin Gergaji Potong
4. Tungku Pemanas *(furnace)*

3.3 Bahan

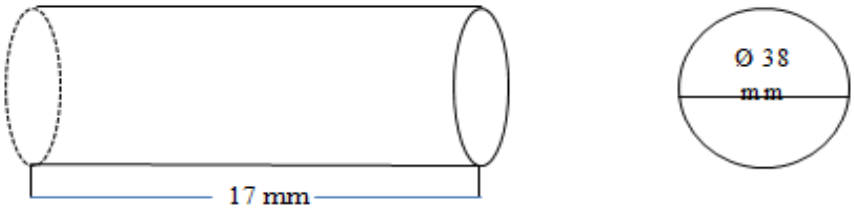
Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Baja karbon rendah
2. Oli SAE 40
3. Air hujan
4. *Coolant radiator*
5. Udara

3.4 Prosedur Penelitian

Proses pembubutan dan pengujian *specimen* dilakukan harus berdasarkan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Dipersiapan alat dan bahan
2. Spesimen dipotong sebanyak 5 bagian sesuai ukuran dengan diameter 38mm dan panjang 17mm.



Gambar 5. Rancangan Benda Kerja (Spesimen).

3. Proses Pemanasan
   Oven dihidupkan, kemudian benda uji (spesimen) dimasukan dan temperatur diatur 950˚C. Proses pemanasan dilakukan sesuai dengan penahanan waktu *(holding time)* yaitu selama 30 menit
4. Proses pendinginan
   Pendinginan dilakukan setelah waktu penahanan temperatur tercapai dan waktu yang telah ditetapkan. Media pendingin yang digunakan air hujan, oli SAE 40, *coolant* radiator, dan udara.
5. Proses pembubutan
   Masing-masing benda uji/spesimen dilakukan proses pembubutan dengan kedalaman 0,5 mm sepanjang 10 cm dengan parameter yang sama kecepatan putaran spindel 300 rpm menggunakan pahat bubut HSS dengan sudut 90^0
6. Pengujian kekasaran
   Masing-masing benda uji/spesimen yang sudah dibubut dilakukan proses pengujian kekasaran permukaan



Gambar 6. Spesimen Siap Uji Kekasaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Nilai Kekasaran Permukaan Benda Kerja Baja Karbon Rendah Tanpa Proses *Heat Treatment*

Pada proses pengujian kekasaran permukaan tanpa proses *heat treatment* diperoleh nilai kekasaran permukaan benda kerja. Berikut hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji kekasaran tanpa dilakukan proses *heat treatment*.

	Titik ukur	Kekasaran RA (μm)	Rata-rata (μm)
Tanpa *Heat Treatment*	1	2,280	2,236
	2	2,409	
	3	2,091	
	4	2,165	

4.2 Hasil Nilai kekasaran Permukaan Benda Kerja Dengan Proses *Heat Treatment* Media Pendingin Air Hujan

Pada proses pengujian kekasaran permukaan dengan proses heat treatment dengan media pendingin air hujan diperoleh nilai kekasaran permukaan benda kerja. Adapun nilai yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji kekasaran setelah *heat treatment* media pendingin air hujan.

	Titik ukur	Kekasaran RA (μm)	Rata-rata (μm)
Air hujan	1	1,573	1,578
	2	1,627	
	3	1,634	
	4	1,480	

4.3 Hasil Nilai Kekasaran Permukaan Benda Kerja Dengan Proses *Heat Treatment* Media Pendingin Oli SAE 40

Pada proses pengujian kekasaran permukaan dengan proses heat treatment media pendingin oli SAE 40 diperoleh nilai kekasaran permukaan benda kerja. Adapun nilai yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji kekasaran setelah *heat treatment* media pendingin oli SAE 40.

	Titik ukur	Kekasaran RA (μm)	Rata-rata (μm)
Oli SAE 40	1	1,504	1,519
	2	1,593	
	3	1,375	
	4	1,605	

4.4 Hasil Nilai Kekasaran Permukaan Benda Kerja Dengan Proses *Heat Treatment* Media Pendingin Coolant Radiator

Pada proses pengujian kekasaran permukaan dengan proses heat treatment media pendingin coolant radiator diperoleh nilai kekasaran permukaan benda kerja. Adapun nilai yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji kekasaran setelah *heat treatment* media pendingin *coolant radiator*.

	Titik ukur	Kekasaran RA (μm)	Rata-rata (μm)
Coolant Radiator	1	1,729	1,845
	2	1,881	
	3	1,815	
	4	1,956	

4.5 Hasil Nilai Kekasaran Permukaan Benda Kerja Dengan Proses *Heat Treatment* Media Pendingin udara

Pada proses pengujian kekasaran permukaan dengan proses *heat treatment* media pendingin udara diperoleh nilai kekasaran permukaan benda kerja. Adapun nilai yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji kekasaran setelah *heat treatment* dengan media pendingin udara.

	Titik ukur	Kekasaran RA (µm)	Rata-rata
Udara	1	1,890	1,895
	2	1,924	
	3	1,993	
	4	1,776	

4.6 Nilai Perbandingan Tanpa *Heat Treatment* Dan Sesudah *Heat Treatment* Dengan Variasi Media Pendingin Terhadap Kekasaran

Adapun hasil perbandingan pengujian nilai kekasaran permukaan benda kerja sebelum dan sesudah heat treatment dengan menggunakan variasi media pendingin air hujan, oli SAE 40, *coolant radiator*, dan udara dapat dilihat pada Tabel 6.

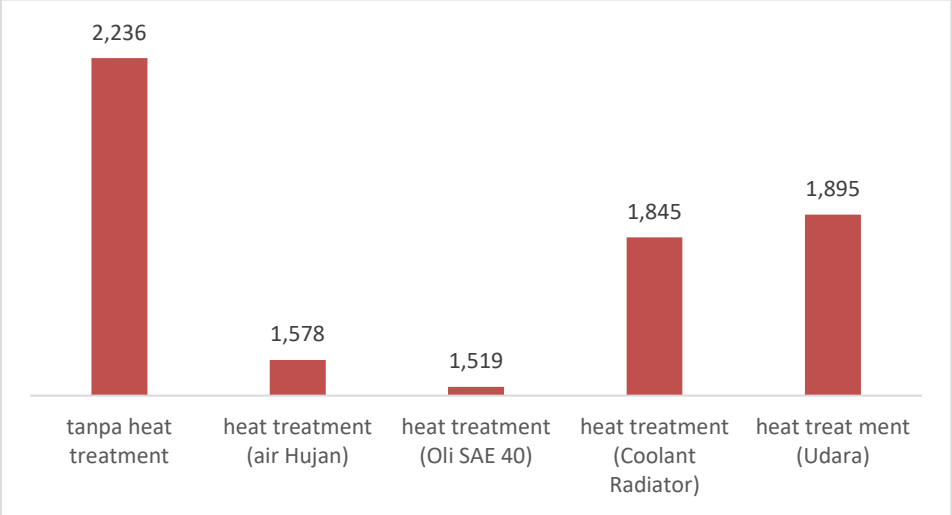
Tabel 6. Nilai perbandingan sebelum dan sesudah *heat treatment* variasi media pendingin terhadap kekasaran benda kerja.

No	Spesimen	Nilai kekasaran rata- rata(µm)
1	Tanpa *heat treatment*	2,236
2	Sesudah *heat treatment* (Air Hujan)	1,578
3	Sesudah *heat treatment* (Oli SAE 40)	1,519
4	Sesudah *heat treatment* (Coolant Radiator)	1,845
5	Sesudah *heat treatment* (Udara)	1,895

Dari Tabel 6 dapat dilihat keseluruhan nilai rata-rata dari setiap pengujian kekasaran permukaan benda kerja sebelum dan sesudah *heat treatment* dengan variasi media pendingin air hujan,oli SAE 40, *coolant radiator* dan udara pada pembubutan baja karbon rendah, didapati hasil nilai kekasaran perumukaan rata-rata sebelum dilakun proses *heat treatment* rata-rata 2,236 µm, pada pengujian kekasaran dengan proses *heat treatment* dengan media pendingin air hujan didapa nilai rata-rata 1,578 µm, pada pengujian kekasaran dengan proses *heat treatment* dengan media pendingin oli SAE 40 didapat nilai rata-rata 1,519 µm, pada pengujian kekasaran dengan proses *heat treatment* dengan media pendingin *coolant radiator* didapat nilai rata-rata 1,845 µm, Dan pada pengujian kekasaran dengan proses *heat treatment* dengan media pendingin udara didapat nilai rata-rata 1,895 µm. Tanpa *heat treatment* dan sesudah proses pemanasan (*heat treatment)* dengan variasi media pendingin yang telah dilakukan pembubutan.

Pada pengujian spesimen tanpa *heat treatment* terdapat nilai kekasaran paling tertinggi sebesar 2,236 µm. Setelah dilakukan pemanasan pada spesimen uji nilai kekasaran terendah terdapat pada spesimen dengan variasi media pendingin menggunakan oli SAE 40 dengan pemanasan 950˚C selama 30 menit dan dilakukan proses pembubutan didapat nilai sebesar 1,519 µm, dan variasi menggunakan air hujan sebesar 1,578 µm, kemudian variasi menggunakan coolant radiator sebesar 1,845 µm dan variasi menggunakan media pendingin udara mendapatkan nilai kekasasaran sebesar 1,895µm. Hasil rata-rata kekasaran dari proses pembubutan tanpa proses *heat treatment* dan sesudah *heat treatment* dengan variasi media pendingin hal ini menyatakan bahwa kekasaran permukaan hasil pembubutan termasuk pada

N5-N12 dengan kekasaran R_a (µm) 0.4-50.0 yang dikategorikan proses pembubutan permukaan dan bentuk selinder yang di indentifikasi oleh ISO/DIN 4763: 1981.



Dapat disimpulkan bahwa proses *heat treatment* memberikan pengaruh terhadap berkurangnya harga kekasaran benda kerja baja karbon rendah pada proses pembubutan, dari diagram perbandingan diatas dapat dilihat bahwa proses *heat treatment* mendapat nilai kekasaran lebih rendah dibandingkan tanpa proses *heat treatment*, akan tetapi jika benda kerja terlalu keras contohnya pada proses *heat treatment* dengan media pendingin *coolant radiator* dan air hujan pahat bubut HSS akan mengalami keausan yang sangat cepat sehingga nilai kekasaran akan lebih tinggi.

Jadi nilai kekasaran pemukaan yang paling rendah yang dihasilkan pada proses *heat treatment* dengan media pendingin oli SAE 40 yaitu sebesar 1,519 µm pada proses pembubutan menggunakan pahat bubut HSS.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pengamatan yang dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Proses *heat treatment* memberikan pengaruh terhadap berkurangnya harga kekasaran permukaan benda kerja baja karbon rendah pada proses pembubutan, bahwa proses *heat treatment* dengan variasi pendingin mendapat nilai kekasaran lebih rendah dibandingkan tanpa dilakukan proses *heat treatment*. Hasil dari uji kekasaran permukaan benda kerja tanpa proses *heat treatment* yaitu 2,236 µm. Sedangkan dengan proses *heat treatment* dengan media pendingin air hujan nilai kekasarannya sebesar 1,578 µm, dengan menggunakan media pendingin Oli SAE 40 sebesar 1,519 µm, dengan media pendingin coolant radiator sebesar 1,845 µm, dan dengan media pendingin udara sebesar 1,895 µm.
2. Hasil dari pengujian kekasaran permukaan benda kerja pada pembubutan baja karbon rendah dengan proses *heat treatment* bahwa media pendingin oli SAE 40 mempunyai nilai kekasaran paling terkecil (halus) yaitu sebesar 1,519 µm. Dimana untuk nilai kekasarn paling tinggi (kasar) terdapat benda kerja tanpa perlakuan *heat treatment* yaitu sebesar 2,236 µm.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut seperti menggunakan jenis material yg lain agar dapat digunakan uji pembanding.

2. Proses pemanasan (*heat treatment)* memerlukan kehati-hatian dan ketelitian yang tinggi untuk menghasilkan hasil yang maksimal agar kekuatan mekanik material dapat terbentuk secara sempurna.
3. Dalam peroses pembubutan perlu dilakukan variasi putaran, variasi sudut potong mata pahat, menggunakan mata pahat selain HSS agar mendapatkan hasil yang detail.

6. DAFTAR PUSTAKA

Gunawan Eddy, (2017) *Analisa Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Rendah (ST41) Dengan Metode Pack Carbirizing*. Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo.

Haryadi Dwi Gunawan, (2006) *PengaruhSuhu Tempering Terhadap Kekerasan,Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja K-460.* Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin FT-UNDIP.

Jani Ikshan Hadira, (2018) *Analisa Kekerasan Baja Pegas Daun Mobil Hasil Hardening Dengan Variasi Pendingin Untuk Pembuatan Pisau Dodos Sawit*. Politeknik Negeri Bengkalis, Jalan Batin Alam, Bengkalis-Riau 28714.

Mardiansyah, A. 2014. *Analisis Kekasaran Permukaan Benda Kerja Dengan Variasi Jenis Material dan Pahat Potong. Skripsi*. Benkulu: Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu.

Munadi, S. 1988. Dasar-dasar Metrologi Industri. Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan, Jakarta.

Munaji, Sudji. 1980. Dasar-dasar Metrologi Industri. Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan, Jakarta.

Yakub, A., 2015. *Optimasi Desain Rangka Sepeda Berbahan Baku Komposit Berbasis Metode Anova*, Teknik Mesin President University, Jakarta.

Yamin, M., 2015. *Identifikasi Delaminasi Batang Komposit Rami Dengan Metoda Respon Frekuensi*. Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakultas TeknikUniversitas Gadjah Mada.