

ANALISIS PENGARUH FEEDING PADA PROSES GRINDING JOURNAL TERHADAP NILAI KUALITAS CAMSHAFT TYPE 2TNV70 PASCA IQT

Sudja Rizki Maulana

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana Jl. Raya Jatiwaringin, Pondok Gede, Jakarta Timur. Jakarta 13077 Email : sudjarizkymaulana@gmail.com

ABSTRACT

Research in the field of machining in testing the level of roughness needs to be done to get good results in the machining process. The purpose of this study was to determine the effect of variations in feeding on the surface grinding process on the surface roughness and hardness of S45C carbon steel that has gone through processes including induction, quenching and tempering and to compare which feeding variation has the lowest level of roughness. The research method used is an experimental method in the form of giving a variety of feeding which is tested on 4 samples in the surface grinding process. The number of variations given is 0.2mm/min, 0.4mm/min, 0.8mm/min, 1.2mm/min. The test results obtained are in the form of roughness values and hardness values on specimens that have been previously tested. The results showed that there was a change in the roughness value that occurred during the grinding process by applying a 0.2mm/min feeding variation resulting in an average value of 1.33683333μ , a feeding variation of 0.4mm/min producing an average value of 1.27068333μ , a feeding variation of 0.8mm/min producing an average value of 1.27068333μ , the average value is 1.29633333μ , the variation of feeding 1.2mm/min produces an average value of 1.39458333μ and there is no significant change in the surface hardness value in the surface grinding process. The tools used in this study were the Mitutoyo SV2100 roughness tester to determine the roughness value, and the Sonohard SH22 hardness tester to determine the hardness value. The data that has been obtained are then analyzed using descriptive statistics where the data are presented in the form of tables and graphs. after grinding. This shows that there is an effect of giving different variations of feeding the surface grinding process to the surface roughness value.

Keyword : Feeding, Surface Grinding, Camshaft, IQT, Steel Type S45C, Hardness, Roughnes

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan logam dalam perkembangan teknologi dan industri sebagai salah satu material penunjang sangat besar perannya. Baja karbon S45C merupakan salah satu jenis logam yang banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari khususnya pada bidang teknologi dan industri. Banyak sekali industri dalam bidang manufaktur menggunakan baja karbon sebagai material, baik untuk komponen pada mesin produksi, maupun pada bahan manufaktur yang diproduksi. Baja karbon S45C memiliki tingkat kekerasan menengah karena termasuk dalam jenis baja karbon sedang. Dalam dunia permesinan penggunaan baja karbon S45C tidak jauh dari sifat fisisnya yang sangat keras dan tahan aus. Baja karbon S45C dapat diaplikasikan pada, roda gigi, pisau pahat, rel kereta, poros dan lain-lain. Untuk meningkatkan sifat fisisnya, baja karbon biasanya dilakukan proses IQT guna meningkatkan kekerasannya. Untuk mendapatkan permukaan yang halus maka harus melalui proses penggerindaan.

Proses penggrindaan adalah istilah yang digunakan dalam praktik manufaktur modern untuk mendeskripsi kanpengerjaan dengan roda, bantalan dan sabuk abrasive berkecepatan tinggi. Mesin grinding ada beberapa macam, yaitu mesin grinding datar, mesin grinding permukaan dan mesin grinding cylinder. Proses penggerindaan permukaan dinamakan surface grinding. Proses surface grinding ini menentukan kekasaran permukaan suatu benda hingga nilai (n) tertentu. Material tersebut yang telah di IQT kemudian dilanjutkan pada proses surface grinding guna mencapai kekasaran dan kekerasan yang diinginkan, proses tersebut menghasilkan kriteria nilai kekerasan dan kekasaran yang sesuai dengan spesifikasi produk yang diminta oleh customer. Fokus masalah yang ingin dipelajari dalam penelitian ini adalah pengaruh feeding pada proses grinding journal terhadap nilai kualitas camshaft type 2TNV70 pasca IQT Hasil dari proses tersebut kemudian masuk ke tahap uji kekerasan dan kekasaran untuk mengetahui hasil akhir kekerasan dan kekasaran pada camshaft type 2TNV70

2. LANDASAN TEORI

2.1 Feeding

Feeding merupakan salah satu proses dalam dunia permesinan, khususnya dalam jenis mesin perkakas seperti mesin bubut, mesin gerinda, mesin frais dan mesin skrap. Dalam pengerjaannya mesin perkakas bergantung pada feeding atau pemakanan yang dihasilkan. Feed dapat dinyatakan sebagai rasio gerak benda kerja terhadap gerak putar pisau atau batu gerinda dari mesin perkakas. Pisau dari mesin bubut dan mesin skrap sama jenisnya yakni pisau pahat, kemudian untuk mesin frais menggunakan pisau berjenis mata bor atau end mill, sedangkan untuk mesin gerinda menggunakan batu gerinda sebagai pemakannya. Dalam menentukan feed, kita harus memperhatikan factor yang mempengaruhi nilai feed yaitu, jenis batu grinda, kedalaman pemotongan (depth of cut), kualitas permukaan yang dihasilkan, dan benda kerja atau jenis material. Kedalaman pemotongan sangat menentukan kekasaran permukaan material yang dipotong. Kecepatan potong ditentukan oleh kombinasi batu grinding dan material benda kerja, kecepatan potong adalah jarak yang ditempuh oleh satu titik dalam satuan meter pada selubung pisau dalam waktu satu menit. Adapun rumus kecepatan untuk mesin grinding sama dengan rumus kecepatan potong untuk mesin bubut dan mesin frais yang dijelaskan dibawah:

$$Cs = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

dimana :

Cs = Kecepatan potong batu grinding (m/min)

D = Keliling benda kerja (mm)

n = Putaran spindle

$\pi = 3.14$

Karena satuan kecepatan potong (Cs) dalam meter/menit sedangkan satuan diameter benda kerja dalam milimeter, maka satuannya harus disamakan terlebih dahulu yaitu dengan mengalikan nilai kecepatan potongnya dengan angka 1000 mm. Dari rumus tersebut dapat dicari kecepatan putaran batu grinda yang digunakan adalah:

$$n = \frac{Cs \cdot 1000 \cdot 60}{\pi \cdot D}$$

dimana :

n = Putaran spindle (putaran/menit-RPM)

Cs = Kecepatan potong batu grinda (m/min)

π = Nilai konstanta

D = Diameter benda kerja (mm)

Besarnya kecepatan gerak meja pada mesin grinding (F) ditentukan oleh seberapa jauh batu akan bergerak (f) dalam satuan mm/putaran dikalikan seberapa besar putaran mesinnya (n) dalam satuan putaran. Maka rumus untuk mencari kecepatan gerak meja mesin grinding

$$F = f \cdot N$$

dimana :

F = Kecepatan gerak meja mesin grinding (mm/min)

f = Besarnya pemotongan tiap putaran (mm/putaran)

n = Putaran benda kerja (putaran/menit)

Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu machining adalah, seberapa besar panjang atau jarak tempuh pembubutan (L) dalam satuan mm dan kecepatan gerak meja mesin (F) dalam satuan mm/menit

$$(tm) = \frac{\text{Panjang benda}(L)}{\text{Kecepatan pemakanan}(F) \cdot n}$$

dimana :

n = Putaran benda kerja (Rpm)

ℓ = Panjang pembubutan rata (mm)

la = Jarak start pahat (mm)

L = Panjang total pembubutan rata (mm)

F = Kecepatan pergerakan meja (mm/menit)

Menghitung Kecepatan Putar Benda Kerja

$$nw = \frac{Cs \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

Dimana :

nw = Kecepatan putar benda kerja

Cs = Kecepatan potong benda kerja

d = Diameter benda kerja

Sebelum menentukan proses pengerjaan machining, maka kita harus tahu jenis bahan dan jenis tool atau batu grinda yang digunakan. Setelah mengetahui jenis bahan dan jenis tool, langkah selanjutnya adalah mencari kecepatan potong. Kecepatan potong dari beberapa penelitian untuk beberapa jenis bahan telah distandarkan.

2.2 Baja S45C

Baja merupakan logam paduan yang terdiri dari unsur besi (Fe), karbon (C) dan unsur lainnya, Yang dimaksud dengan baja karbon adalah baja yang hanya terdiri dari besi (Fe) dan karbon (C) saja tanpa adanya bahan pepadu dan unsur lain

yang kadang terdapat pada baja karbon seperti Si, Mn, P, dan lain lain. Karbon merupakan salah satu unsur terpenting karena dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja. Secara garis besar baja dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu baja karbon dan baja paduan. Baja karbon terbagi menjadi tiga macam yaitu: baja karbon rendah (0,55%C) baja karbon sedang (0,25%C – 0,55%C), baja karbon tinggi (>0,55%C). Penggunaan dari masing masing baja karbon berbeda-beda berdasarkan kandungan karbon pada baja tersebut.

2.3 Surface Grinding

Penggerindaan merupakan proses pemotongan benda kerja dengan menggunakan mesin gerinda. Di dalam operasinya, benda kerja dipegang atau dicekam pada meja magnetik yang digerakkan maju-mundur atau berputar di bawah roda gerinda yang bergerak berputar.

Mesin gerinda datar merupakan salah satu jenis mesin gerinda yang paling banyak digunakan untuk menggerinda benda kerja dengan tujuan untuk mendapatkan kerataan dan kehalusan permukaan serta ukuran benda kerja yang diinginkan.

Mesin gerinda datar dipergunakan untuk menggerinda permukaan-permukaan benda kerja yang datar. Permukaan datar yang dimaksud di sini adalah permukaan datar yang sejajar, permukaan datar bertingkat, permukaan datar yang miring, permukaan datar alur dan seterusnya. Penggerindaan juga dimaksudkan untuk membuat penampilan yang lebih baik dari benda kerja dengan cara menghilangkan lapisan oksida dan kotoran-kotoran lainnya pada permukaan benda kerja. Penggerindaan datar dapat juga dilakukan untuk mendapatkan permukaan yang rata dan halus serta ukuran yang presisi yang ditujukan untuk proses machining dengan pengerjaan akhir(finishing). Mesin gerinda datar merupakan salah satu mesin yang sangat penting di industri, dalam hal ini mesin gerinda banyak dipakai untuk membuat komponen dan peralatan peralatan industri. Di mana komponen dan peralatan ini memerlukan kerataan, kehalusan dan ukuran yang presisi agar komponen tersebut dapat berfungsi dengan baik.

Ketelitian mesin gerinda datar tergantung dari jenis mesin gerinda yang digunakan, tetapi pada umumnya ketelitian 0,002 mm dapat dicapai oleh kebanyakan mesin gerinda.

Arah wheel head roda grinda dalam garis lurus atau yang disebut sumbu X, sedangkan untuk arah melintang disebut sumbu Z. Metode permukaan

grinding terdiri dari plunge, side plunge, grinding longitudinal, dan side longitudinal.

Dalam praktek industri metode yang paling sering digunakan adalah :

- a) Peripheral plunge grinding (grinding alur atau grinding profil)
- b) Peripheral longitudinal grinding (grinding permukaan atau perataan permukaan yang besar)

Ada beragam jenis mesin grinding menurut klasifikasinya:

- a) External cylindrical grinding machine
- b) Internal cylindrical grinding machine
- c) Universal cylindrical grinding machine
- d) Centerless cylindrical grinding machine

Proses terjadinya grinding dimana material yang bersifat abrasive grinder berputar dan mengikis sebagian kecil permukaan benda kerja untuk menghilangkan serpihanserpihan logam dan menghaluskannya. Mesin surface grinding berdasarkan pengoperasiannya dapat dijelaskan sebagai berikut:

a) Mesin Grinding Datar Manual

Pada mesin grinding datar adalah salah satu jenis mesin grinding datar yang cara pengoperasiannya hanya dilakukan secara manual. Pengertiannya adalah dalam menggerakkan atau mengatur meja untuk setting dan pemakanan arah memanjang ataupun melintang termasuk mengatur posisi spindle pada batu grinda harus dilakukan secara manual karena mesin grinda datar jenis ini hanya difasilitasi pengoperasiannya melalui system mekanik. Pada mesin ini benda kerja yang terbuat dari ferromagnetic dicekam menggunakan cekam magnetik, sedangkan benda kerja yang terbuat dari non ferromagnetic dicekam menggunakan cekam mekanik ataupun cekam vakum. Mesin grinda datar ini memiliki spindle atau poros penggerak roda grinda dengan posisi horizontal dan meja mesin dapat bergerak lurus bolak balik, penggerindaan terjadi pada bagian keliling roda grinda.

b) Mesin Grinding Datar Semi Otomatis

Mesin grinda datar semi otomatis adalah mesin grinda datar yang pengoperasiannya dilakukan secara semi otomatis. Pengertiannya adalah dalam menggerakkan/mengatur meja arah memanjang dapat dilakukan secara otomatis (tidak termasuk gerakan melintang dan spindle mesin), karena mesin grinda datar jenis ini sudah difasilitasi pengoperasiannya melalui gabungan system mekanik dan hydraulic. Namun apabila

menginginkan menggerakkan/mengatur meja arah memanjang secara manual, mesin grinda datar jenis ini masih tetap dapat digunakan dengan pengoperasian secara manual.

c) Mesin Grinding Datar Otomatis

Mesin grinding datar otomatis adalah salah satu jenis mesin grinding datar yang pengoperasiannya dapat dilakukan secara otomatis. Pengertiannya adalah dalam

menggerakkan/mengatur meja arah memanjang maupun melintang, termasuk mengatur posisi spindle wheel dapat dilakukan secara otomatis, karena mesin grinding ini sudah difasilitasi pengoperasiannya melalui system mekanik dan system hydraulic secara lengkap beserta dengan sensorsensor yang ada. Namun demikian apabila menginginkan pergerakan meja secara manual, mesin grinding datar jenis ini masih tetap dapat digunakan dengan pengoperasian secara manual.

d) Mesin Grinding Datar CNC

Mesin grinding computer numerical control, adalah salah satu jenis mesin grinding yang pengoperasiannya dapat dilakukan melalui perintah berupa kode-kode dan angka yang sudah distandarkan dan disepakati pada dunia internasional. Pengertiannya adalah dalam menggerakkan/mengatur meja arah memanjang maupun melintang, termasuk mengatur posisi wheel spindle dan besarnya feeding dapat dilakukan secara otomatis melalui pemrograman dari komputer, karena mesin grinding jenis ini difasilitasi pengoperasiannya melalui system komputerisasi. Mesin grinding jenis ini dapat menghasilkan produk penggindaan yang tingkat kepresisiannya sangat tinggi jika dibandingkan dengan jenis mesin grinding lainnya, karena semua control pengoperasiannya dapat dikontrol melalui program dari komputer.

2.4 Nilai Kualitas

2.4.1 Kekasaran

Tingkat kehalusan suatu permukaan memang peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu komponen mesin khususnya yang menyangkut masalah gesekan pelumasan, keausan, tahanan terhadap kelelahan dan sebagainya. Oleh karena itu, dalam perencanaan dan pembuatannya harus dipertimbangkan terlebih dulu mengenai peralatan mesin yang mana harus digunakan untuk membuatnya serta berapa ongkos yang harus dikeluarkan. Agar proses pembuatannya tidak terjadi penyimpangan yang

berarti maka karakteristik permukaan ini harus dapat dipahami

oleh engineer sampai operator. Untuk pembahasan selanjutnya mengenai kekasaran permukaan maka terlebih dahulu perlu dibicarakan mengenai batasan dan beberapa parameter penting yang ada kaitannya dengan kekasaran/kehalusan permukaan yang hingga saat ini masih banyak dipakai dalam praktek. Beberapa peralatan yang bias digunakan untuk memeriksa kehalusan permukaan ini juga akan disinggung. Dalam prakteknya, bahan yang digunakan untuk benda kerja biasanya terdiri dari besi atau logam. Oleh karena itu, benda-benda padat yang bahannya terbuat dari tanah, batu, kayu dan karet tidak akan disinggung dalam penyusunan tugas akhir mengenai karakteristik permukaan dan pengukurannya. Suatu permukaan pada dasarnya dapat dibedakan menjadi dua yaitu permukaan yang kasar (roughness) dan permukaan yang bergelombang (waviness). Permukaan yang kasar berbentuk gelombang pendek yang tidak teratur dan terjadi karena getaran pisau (pahat) potong atau proporsi yang kurang tepat dari pemakanan (feed) pisau potong dalam proses pembuatannya.

Sedangkan permukaan yang bergelombang mempunyai bentuk gelombang yang lebih panjang dan tidak teratur yang dapat terjadi karena beberapa faktor misalnya posisi senter yang tidak tepat, adanya gerakan tidak lurus (non linier) dari pemakanan (feed), getaran mesin, tidak imbangnya (balance) batu gerinda, perlakuan panas (heat treatment) yang kurang baik, dan sebagainya. Dari kekasaran (roughness) dan gelombang (wanivess) inilah kemudian timbul kesalahan bentuk. Parameter-parameter permukaan

A . 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 permesinannya, bentuk dari profil geometris ideal ini dapat berupa garis lurus, lingkaran, dan garis lengkung.

B . Profil Referensi (Reference Profile)

Profil ini digunakan dasar dalam menganalisis karakteristis dari suatu permukaan. Bentuknya sama dengan bentuk profil geometris ideal, tetapi tepat menyinggung puncak tertinggi dari profil terukur pada panjang sampel yang diambil dalam pengukuran.

C . Profil Terukur (Measured Profile)

Profil terukur adalah profil dari suatu permukaan yang diperoleh melalui proses pengukuran. Profil inilah yang dijadikan sebagai data untuk menganalisis karakteristik kekasaran permukaan produk pemesinan.

D . Profil Dasar (Root Profile)

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

E . 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. Profil tengah ini sebetulnya merupakan profil referensi yang digeserkan kebawah dengan arah tegak lurus terhadap profil geometris ideal sampai pada batas tertentu yang membagi luas penampang permukaan menjadi dua bagian yang sama yaitu atas dan bawah.

Kekasaran Rt
Kekasaran Rt adalah parameter standar internasional untuk nilai kekasaran maksimum, perbedaan maksimum antara ketinggian puncak dan kedalaman lembah dalam panjang sampling. Hubungan antara kekasaran permukaan dan energi grinding tertentu juga dapat diperoleh dengan mudah menggunakan metode substitusi langsung. Rt hanyalah salah satu dari beberapa ukuran kekasaran permukaan, dua standar kekasaran umum lainnya adalah kekasaran Ra dan kekasaran Rz. Kekasaran Ra Kekasaran Ra adalah rata rata aritmatika dari semua koordinat profil dari garis rata rata yang diambil dari panjang sampling setelah melakukan pengukuran deviasi. Kekasaran Rz Kekasaran Rz adalah rata rata aritmatika dari pembacaan titik puncak ke lembah dengan nilai maksimum selama lima panjang sampel individu yang berdekatan. Nilai Rt dan Rz jauh lebih besar dari pada nilai kekasaran Ra untuk pengukuran dari permukaan yang sama. Dua parameter lain yang terkait dengan permukaan, terutama yang digunakan untuk kontak yang bergesekan.

Toleransi harga Ra Seperti halnya toleransi ukuran (lubang dan poros), harga kekasaran rata-rata aritmetis Ra juga mempunyai harga toleransi kekasaran. Dengan demikian masing-masing harga kekasaran mempunyai kelas kekasaran yaitu dari N1 sampai N12. Besarnya toleransi untuk Ra biasanya diambil antara 50% ke atas dan 25% ke bawah. Material yang telah melewati proses pemesinan pasti memiliki struktur permukaan

yang berbeda dengan material pada awal mulanya. Begitu juga dengan material yang telah melewati proses finishing guna mendapatkan kekasaran (n) tertentu pasti juga memiliki struktur permukaan yang berbeda dari sebelumnya pada saat proses pemesinan.

2.4.2 Kekerasan

Kekerasan permukaan merupakan sifat fisik suatu material pada bagian permukaan dan merupakan salah satu indikator suatu material. Fasa pada baja yang berperan terhadap kekerasan permukaan adalah fasa martensit, yang bisa didapat dari proses quenching. Material yang memiliki kekerasan tinggi biasanya digunakan untuk menjadi bahan dasar suatu pisau pahat, pegas, dan lain lain. Kekerasan suatu permukaan juga dapat mempengaruhi usia material itu sendiri, sehingga bisa tahan terhadap gesekan dengan material lain. Kekerasan permukaan bisa diukur dengan 3 metode yakni:

1. Pengujian Brinell

Uji kekerasan ini berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam menggunakan indenter. Indenter untuk brinell berbentuk bola dengan diameter 10mm, diameter 5mm, diameter 2,5mm, dan diameter 1mm, itu semua adalah diameter bola standar internasional. Kelebihan metoda brinell sangat dianjurkan untuk material-material atau bahan-bahan uji yang bersifat heterogen. Kekurangan metoda brinell butuh ketelitian saat mengukur diameter lekukan hasil indentasi lama, sekali pengujian bisa menyita waktu hingga 5 menit, belum termasuk persiapan dan perhitungannya. Rumus

penghitungan pengujian metoda brinell:

Dimana:

BHN = Brinell Hardness Number (HB)

P= Beban yang diberikan (kgf)

D= Diameter indenter (mm)

d = Diameter lekukan rata-rata hasil indentasi (mm)

t = kedalaman jejak (mm)

2. Pengujian Rockwell

Pengujian rockwell menggunakan indenter bola baja diameter standar (diameter 10mm, diameter 5mm, diameter 2,5mm, dan diameter 1mm) dan indenter kerucut intan. pengujian ini tidak membutuhkan kemampuan khusus karena hasil pengukuran dapat terbaca langsung. Pengujian ini menggunakan 2 beban, yaitu beban minor/minor load (F0) = 10 kgf dan beban mayor/mayor load (F1) = 60kgf sampai dengan 150kgf tergantung

material yang akan di uji dan tergantung menu rockwell yang dipilih

Rumus penghitungan pengujian metoda RockwellI:

$$HR = E - e$$

Dimana :

F0 = Beban Minor(Minor Load) (kgf)

F1 = Beban Mayor(Major Load) (kgf)

F = Total beban (kgf)

e = Jarak antara kondisi 1 dan 3 yang dibagi dengan 0.002 mm

E = Jarak antara indentor saat diberi minor load dan zero reference line untuk tiap jenis indentor berbeda-beda yang bisa dilihat pada gambar dibawah

HR = Besarnya nilai kekerasan dengan metode hardness

3. Pengujian Vickers

Uji vickers dikenal juga sebagai Diamond Pyramid Hardness Test (DPH). Uji kekerasan vickers menggunakan indentor piramida intan, besar sudut antar permukaan piramida intan yang saling berhadapan adalah 136 derajat. Ada dua rentang kekuatan yang berbeda, yaitu micro (10g – 1000g) dan macro (1kg – 100kg). Rumus penghitungan pengujian metode vickers:

Dimana:

VHN = Vickers Hardness Number (HV)

P = Beban yang diberikan (kgf)

d = Panjang diagonal rata-rata hasil indentasi (mm)

L = Panjang diagonal rata-rata (mm)

θ = Sudut antara permukaan intan yang berlawanan = 136°

Kelebihan metoda vickers: dianjurkan untuk pengujian material yang sudah di proses case hardening, dan proses pelapisan dengan logam lain yang lebih keras, tidak merusak karena hasil indentasi sangat kecil, dan biasanya bahan uji bisa dipakai kembali. Kekurangan metode vickers: Butuh ketelitian saat mengukur diameter lekukan hasil indentasi, lama waktu pengujian bisa menyita waktu hingga 5 menit, belum termasuk persiapan dan perhitungannya. Pengukuran dengan metode-metode seperti di atas digunakan untuk mengetahui seberapa besar kekuatan permukaan suatu material.

Kekerasan material bisa ditingkatkan guna menambah fungsi kekerasan suatu material. Kekerasan material bisa didapat dari perlakuan panas seperti heat treatment atau quenching.

2.5 Camshaft

Komponen penting motor bakar yang berfungsi mengatur sirkulasi bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar maupun mengatur gas hasil pembakaran keluar dari ruang pembakaran. Camshaft terdiri dari shaft berputar yang meneruskan gaya dari crank shaft yang pada shaft tersebut terdapat cam berfungsi mengatur mekanisme katup pada mesin dan mengubah gerakan berputar menjadi gerak bolak balik. Bentuk camshaft berupa batangan silinder dengan panjang tertentu yang memiliki bentuk khusus dan terdapat beberapa tonjolan landai seperti telur pada badannya yang disebut cam / lobe. Bagian ini bertugas menggerakkan katup mesin yang mampu membuka katup in dan ex pada ruang bakar mesin sehingga waktu buka-tutup katup dapat mempengaruhi tenaga pada sebuah mesin. Istilah-istilah yang sering dipakai yaitu :

a. Duration

Durasi adalah angka derajat yang menunjukkan lama katup membuka atau saat dimana katup terangkat dari dudukan katupnya di dalam mesin empat langkah. Derajat durasi camshaft selalu diukur dalam derajat putaran crankshaft.

b. Phasing

Phasing adalah lobe centre angle (LCA) atau lobe separation angle (LSA), yaitu sudut antara titik angkat penuh katup hisap dan titik angkat penuh katup buang.

c. Valve Lift

Valve lift yaitu maksimum tinggi angkatan katup (jarak maksimum antara katup dan dudukan katup). Hal ini sangat bervariasi antara profil camshaft satu dengan yang lainnya, dari tipe mesin satu dengan tipe mesin lainnya

d. Camshaft Lobe Lift

Camshaft lobe lift adalah maksimum tinggi angkatan pada camshaft. Tinggi angkatan pada camshaft (Camshaft Lobe Lift) tidak sama dengan tinggi angkatan katup (valvelift), walaupun untuk tipe-tipe tertentu ada yang sama, dikarenakan adanya sistem rasio pada rocker arm.

e. Overlap

Overlap adalah waktu dimana posisi katup hisap dan katup buang terbuka bersamaan. Overlap terjadi pada saat katup buang akan menutup dan katup hisap mulai membuka, yaitu disaat akhir langkah buang dan disaat awal langkah hisap.

f. Lift Rate

Lift rate adalah kecepatan rata-rata katup terangkat dari dudukannya dan kemudian kembali pada dudukannya per derajat putaran crankshaft.

g. Valve Clearance

Valve clearance adalah jarak yang terjadi antara camshaft dengan rocker arm.

h. Full Lift

Full lift adalah tinggi angkat penuh camshaft. Apabila dilihat dari profil camshaft maka tinggi angkat penuh camshaft berada pada titik tengah nose (hidung). Tinggi angkat penuh camshaft berhubungan dengan tinggi angkat penuh katup.

i. Camshaft Profile

Camshaft profile atau bentuk camshaft merupakan satu hal yang mempunyai peranan penting dalam unjuk kerja mesin. Hal ini dikarenakan profil atau bentuk camshaft adalah semacam rel tempat berjalannya rocker arm. Sehingga jika dilihat dalam bentuk grafik, profil camshaft merupakan pembentuk kurva durasi buka tutup katup.

2.6 IQT

2.6.1 Induction

Pemanasan induksi melibatkan penerapan energi yang diinduksi secara elektromagnetik yang disuplai oleh koil induksi ke bagian kerja yang merupakan konduktif listrik. Pemanasan induksi banyak digunakan dalam industri untuk proses seperti mematri, menyolder, memperbaiki perekat, dan berbagai perlakuan panas lainnya. Saat digunakan untuk pengerasan baja, pendinginan mengikuti pemanasan. Coil pemanas induksi membawa arus bolak-balik frekuensi tinggi yang menginduksi arus pada bagian kerja yang berada dilingkaran coil induksi untuk mempengaruhi pemanasan. Permukaan, bagian permukaan, atau inti bagian dapat dipanaskan oleh proses ini. Pemanasan induksi menyediakan metode yang cepat dan efisien untuk memanaskan bahan penghantar listrik apapun. Waktu siklus pemanasan pendek, sehingga prosesnya cocok untuk produksi yang tinggi serta kelas menengah.

2.6.2 Quenching

Quenching ialah perlakuan panas terhadap baja dengan suhu tinggi, lalu baja dengan suhu tinggi ini langsung didinginkan secara drastis. Maksud dan tujuan proses quenching adalah untuk meningkatkan kekerasan alami pada baja.

Perlakuan panas menuntut pemanasan benda kerja menuju suhu pengerasan dan pendinginan secara cepat dengan kecepatan pendinginan kritis. Sifat akhir yang dimiliki oleh suatu produk yang dihasilkan dari proses perlakuan panas quenching akan ditentukan oleh siklus pemanasan yang dialaminya. Salah satu variabel yang mempengaruhi sifat akhir produk tersebut adalah temperature quenching. Untuk logam baja, temperatur pemanasan atau quenching disebut dengan temperatur austenisasi.

Temperatur dimana fasa logam baja berubah dan stabil menjadi fasa austenit. Perlakuan panas quenching ini menghasilkan suatu produk yang memiliki kekerasan sangat tinggi, dan karenanya sering disebut sebagai proses pengerasan, atau hardening. Nilai kekerasan yang dimiliki oleh produk quenching ini dipengaruhi oleh temperature pemanasannya. Pengaruh temperatur austenisasi terhadap kekerasan baja yang mengandung karbon 0,3% setelah quenching. Baja dengan kandungan karbon 0,3% yang dipanaskan pada temperatur yang lebih tinggi, maka setelah quenching akan memiliki kekerasan yang lebih tinggi. Proses quenching diperoleh dengan melakukan pendinginan dari temperatur austenite ke temperatur kamar dengan laju pendinginan yang sangat cepat. Umumnya pendinginan dilakukan dengan media air atau oli. Pada saat Pendinginan ini akan terjadi transformasi fasa atau perubahan fasa yaitu konversi austenite menjadi struktur martensit. Martensit memiliki kekerasan yang tinggi. Nilai kekerasan ini tergantung pada banyak variabel, baik variabel bahan bajanya yaitu komposisi kimia, atau proses laku panasnya seperti temperatur pemanasan, laju pendinginan, waktu penahanan, atau holding time. Variabel-variabel tersebut akan berpengaruh terhadap struktur mikro akhir dari produknya. Pada temperature austenisasi yang lebih tinggi butir-butir austenit akan tumbuh membesar. Pada butiran austenit yang lebih besar, luas batas butir atau jumlah titik sebagai tempat pengintian untuk terjadinya dekomposisi fasa austenit menjadi pearlit semakin rendah. Dekomposisi dan pertumbuhan perlit akan menjadi terhambat, hal ini akan memudahkan transformasi austenite menjadi martensit, dengan membesarnya butiran austenit, maka baja akan mempunyai kemampuan kekerasan yang lebih tinggi. Artinya austenite akan lebih mudah terdekomposisi menjadi martensit pada austenite yang berukuran besar. Struktur martensit yang terbentuk dari temperatur pemanasan yang lebih tinggi akan memiliki kerapatan dislokasi yang tinggi. Baja

yang mengalami pendinginan yang cepat dengan temperatur pemanasan yang lebih tinggi akan memiliki fasa martensit dengan kekerasan yang tinggi pula. Media untuk quenching ada berbagai macam maksud dan tujuan masing masing, berikut beberapa contoh media quenching yang sering digunakan:

1. Air Garam

Air garam memiliki viskositas sebesar 1.036 mPa pada suhu 20°C dengan persentase massa 1% yang rendah sehingga nilai kekentalan cairan kurang, sehingga laju pendinginan cepat dan massa jenisnya lebih besar dibandingkan dengan media pendingin lainnya seperti air, solar, oli, udara, sehingga kecepatan media pendingin besar dan makin cepat laju pendinginannya.

2. Solar

Solar memiliki viskositas 3.59 cSt yang tinggi dibandingkan dengan air dan massa jenisnya lebih rendah dibandingkan air sehingga laju pendinginannya lebih lambat.

3. Oli

Oli memiliki nilai viskositas 5W-40 atau kekentalan yang tertinggi dibandingkan dengan media pendingin lainnya dan massa jenis yang rendah sehingga laju pendinginannya lambat.

4. Udara

Udara tidak memiliki viskositas tetapi hanya memiliki massa jenis sehingga laju pendinginannya sangat lambat.

5. Air

Air memiliki nilai viskositas sebesar 0,79722 mPa, keunggulan air sebagai media pendingin adalah murah, mudah tersedia, mudah dibuang dengan minimal polusi atau bahaya kesehatan. Air juga efektif dalam menghilangkan scaling dari permukaan bagian baja yang diquenching. Oleh karena itu air sering digunakan sebagai media quenching karena tidak mengakibatkan distorsi berlebihan atau retak. Air banyak digunakan untuk pendinginan logam nonferrous, baja tahan karat austenitik, dan logam lainnya yang telah diperlakukan panas. Air sebagai media pendingin memiliki dua kelemahan. Kelemahan pertama yaitu tingkat pendinginan yang cepat pada suhu yang lebih rendah dimana distorsi dan retak lebih mungkin terjadi sehingga pendinginan air biasanya terbatas pada pendinginan sederhana. Kelemahan kedua menggunakan air biasa adalah menimbulkan lapisan/selimit uap sehingga dapat menyebabkan

jebakan uap yang dapat menghasilkan kekerasan yang tidak rata dan distribusi tegangan yang tidak menguntungkan, menyebabkan distorsi atau bintik lembut. Pendinginan dengan air pada produk baja juga dapat menyebabkan karat sehingga penanganan harus cepat. Umumnya, air akan memberikan kecepatan pendinginan seragam jika dipertahankan pada suhu 15 sampai 25° C (55-75° F) dan menghasilkan kecepatan lebih besar dari 0,25 m/s (50 ft/min). Berikut factor-faktor yang mempengaruhi laju pendinginan media pendingin:

a. Densitas.

Semakin tinggi densitas suatu media pendingin, maka semakin cepat proses pendinginan oleh media pendingin tersebut.

b. Viskositas.

Semakin tinggi viskositas suatu media pendingin, maka laju pendinginan semakin lambat. Viskositas adalah sebuah ukuran penolakan sebuah fluida terhadap perubahan bentuk di bawah tekanan shear. Biasanya diterima sebagai kekentalan atau penolakan terhadap penguangan. Viskositas menggambarkan penolakan dalam fluida kepada aliran dan dapat dipikir sebagai sebuah cara untuk mengukur gesekan fluida. Sebagai contoh air memiliki viskositas rendah, sedangkan minyak sayur memiliki viskositas tinggi. Hasil akhir material yang melewati perlakuan panas seperti quenching pasti memiliki perubahan struktur permukaan dari permukaan sebelum diquenching. Maka untuk mendapatkan permukaan yang sesuai perlu dilakukan suatu proses berlebih. Sebagai contoh untuk mendapatkan permukaan yang halus dari material yang sudah diquenching maka perlu dilakukan finishing. Material yang sudah di finishing pasti memiliki kekasaran permukaan yang kecil, sehingga bisa tahan terhadap gesekan antara material.

2.6.3 Tempering

Baja yang telah dikeraskan bersifat rapuh dan kurang cocok digunakan. Melalui temper, kekerasan dan kerapuhan dapat diturunkan sampai memenuhi syarat penggunaan.

Proses temper terdiri dari pemanasan kembali baja yang telah dipanaskan atau dikeraskan pada suhu di bawah suhu kritis disusul dengan pendinginan. Meskipun proses ini menghasilkan baja yang lunak, proses ini berbeda dengan proses anil karena disini sifat-sifat dapat dikendalikan dengan cermat. Temper dimungkinkan karena sifat struktur martensit yang tidak stabil. Struktur

logam yang tidak stabil tidak berguna untuk tujuan penggunaan, karena dapat mengakibatkan pecah. Dengan penemperan, tegangan dan kegetasan diperlunak dan kekerasan sesuai dengan penggunaan. Ketinggian suhu penemperan dan waktu

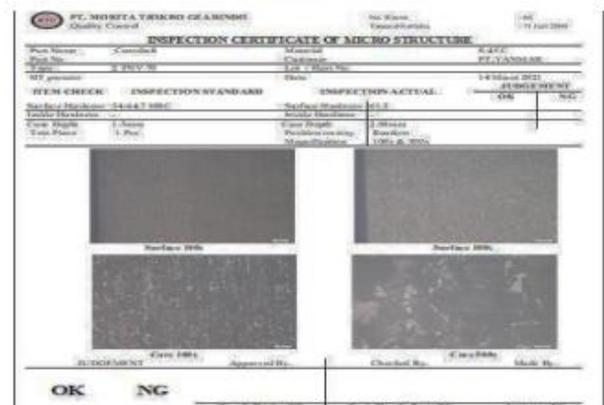
penghentian benda kerja tergantung pada jenis baja dan

kekerasan yang dikehendaki. Sebagai pedoman berlaku, bahwa benda kerja ditemper sejauh tercapainya keuletan setinggi-tingginya pada kekerasan yang memadai.

Penemperan harus dilakukan segera setelah pengejutkan karena tegangan kekerasan pada umumnya baru timbul beberapa saat setelah pengejutkan. Jika penemperan tidak dapat langsung mengikuti pengejutkan maka bahaya pembentukan retak dapat dikurangi dengan jalan memasukan benda kerja ke dalam air yang mendidih untuk beberapa jam lamanya. Temper pada suhu rendah antara 150°C - 230°C tidak akan menghasilkan penurunan yang berarti, karena pemanasan akan menghilangkan tegangan dalam terlebih dahulu. Penemperan pada suhu hingga 200°C ini disebut penuaan buatan. Baja yang memperoleh perlakuan seperti ini memiliki ukuran yang tetap untuk waktu lama pada suhu ruangan. Penemperan antara suhu 200°C - 380°C untuk memperlunak kekerasan yang berlebihan dan meningkatkan keuletan, sedangkan perubahan ukuran yang terjadi pada pengejutkan diperkecil. Penemperan pada suhu antara 550°C - 650°C untuk meningkatkan kekerasan dengan menguraikan karbid. Penemperannya hanya pada baja perkakas paduan tinggi. Penemperan baja bukan paduan berlangsung pada suhu penemperan yang berpedoman pada karbon dan kekerasan yang dikehendaki. Proses temper pada pemanasan sampai suhu temperatur tertentu (temperatur kritis) dan didinginkan dengan lambat. Pemanasan dilakukan sampai temperatur yang diperlukan, biasanya antara 200°C - 600°C tergantung pada keperluan. Makin tinggi temperature pemanasan, makin besar penurunan kekerasan sedangkan kekenyalannya bertambah. Pengaruh perlakuan panas meningkatkan kekuatan dengan naiknya kandungan zat arang. Lama dan tingginya suhu penemperan untuk mengubah sifat pengerasan temper secara kuat atau lemah tergantung pada jenis baja, kekerasannya dan kekuatan menurun dengan bertambahnya suhu penemperan, sedangkan kekenyalan dan keuletan meningkat. Proses temper terdiri dari penggumpalan atau pertumbuhan sementit terjadi pada suhu 315°C diikuti dengan penurunan kekerasan. Peningkatan

suhu akan mempercepat penggumpalan karbida, sementara kekerasan turun terus yang dapat dicapai dengan melakukan proses temper. Unsur paduan mempunyai pengaruh yang berarti pada proses temper, pengaruhnya menghambat laju pelunakan, sehingga baja paduan akan memerlukan suhu temper yang lebih tinggi untuk mencapai kekerasan tertentu. Pada proses temper perlu diperhatikan suhu maupun waktu. Meskipun pelunakan terjadi pada saatsaat pertama setelah suhu temper dicapai, selama pemanasan yang cukup lama terjadi penurunan kekerasan Setelah suhu dinaikkan sampai suhu penyepuhan (tempering heat), baja dibiarkan dingin secara perlahan-lahan. Suhu yang pasti untuk tempering tergantung pada kegunaan baja tersebut.

Tingkat kekerasan yang dicapai setelah pendinginan tergantung pada kandungan karbon dalam baja, baja yang mengandung kurang dari 0,3% karbon tidak memperlihatkan perubahan yang nyata. Kekerasan maksimum dicapai bila baja mengandung 1,3% karbon. Semakin tinggi suhu penemperan dan semakin lama didiamkan pada suhu ini (lama penemperan), semakin banyak terbentuk martensit, kekerasan akan menjadi lebih rendah, keuletan bertambah dan tegangan berkurang. Pada waktu penemperan warnanya masing-masing berubah menurut suhu (kuning terang hingga kelabu).



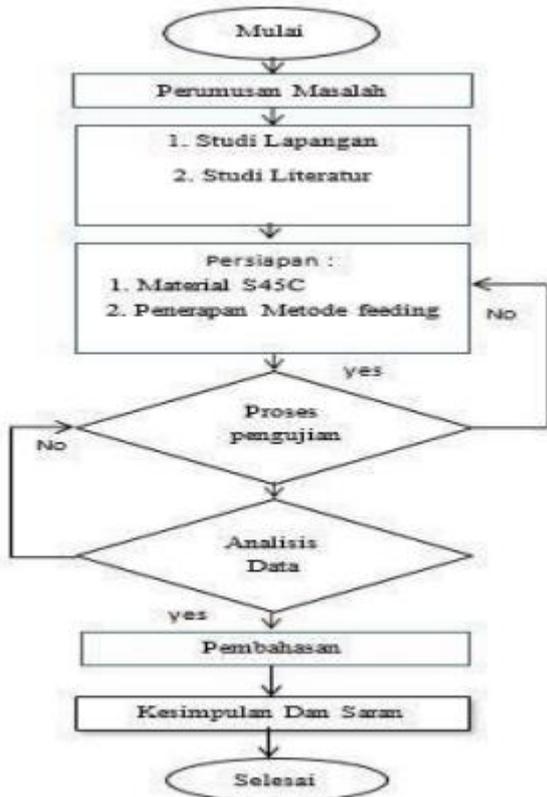
Gambar 2.1 Struktur Mikro Pasca IQT

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Flow Chart/Alur Penelitian

Metodologi penelitian adalah bagaimana langkahlangkah yang dilakukan peneliti dalam melakukan penelitian dari awal berupa pengambilan data, dimana dalam pengambilan data ini diawali dengan riset pendahuluan untuk menentukan masalah peneliti, teori yang digunakan sampai pada pengumpulan data-data

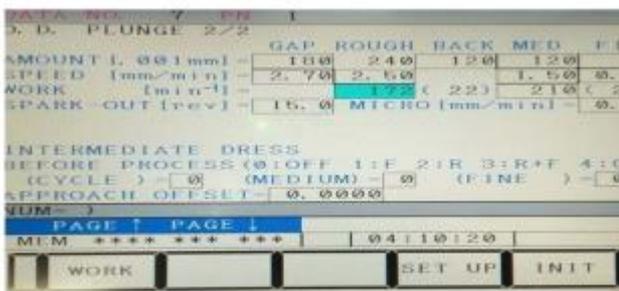
yang dikumpulkan dilakukan pengolahan data sesuai dengan dasar teori dari berbagai studi pustaka yang diperoleh. Setelah data-data diolah kemudian dianalisa dengan melihat keterkaitan antara permasalahan, tujuan penelitian, serta dasar teori yang digunakan. Dari analisa ini kemudian dapat ditarik suatu kesimpulan



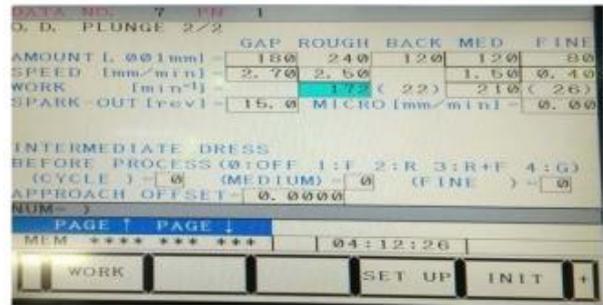
Gambar 3.1 Diagram Flow Chart

3.2 Penerapan Metode Feeding

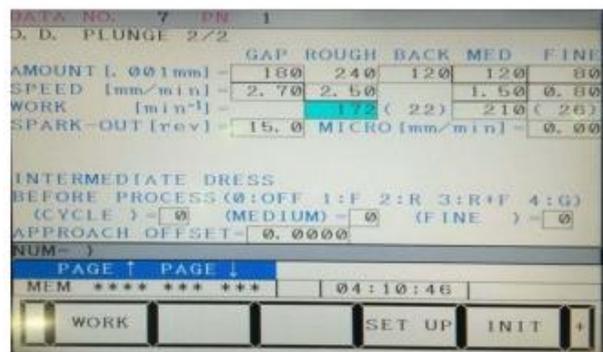
Berikut adalah parameter feeding yang digunakan selama penelitian



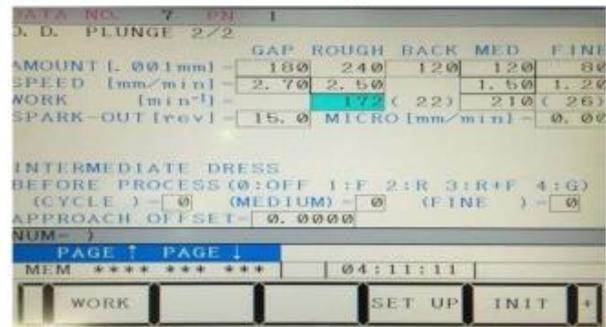
Gambar 3.2 Feeding 0.2mm/min



Gambar 3.3 Feeding 0.4mm/min



Gambar 3.4 Feeding 0.8mm/min



Gambar 3.5 Feeding 1.2mm/min

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan Grinding

Hasil perhitungan grinding benda kerja dilakukan beberapa tahapan dengan memvariasikan parameter feeding, yaitu:

Tahap 1 (Feeding 0.2 mm/min)

1. Kedalaman potong dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

D1 = Diameter awal (mm)

D2 = Diamater akhir (mm)

a = Kedalaman potong (mm)

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{D1 - D2}{2} \dots\dots\dots \text{(Pustaka 13, hal 51)} \\
 &= \frac{40.35 - 39.95}{2} \\
 &= 0.2 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

2. Diameter rata rata dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$D = \frac{D1+D2}{2} \dots\dots\dots(Pustaka 7, hal 12)$$

$$= \frac{40.35+39.95}{2}$$

$$= 40.15mm$$

3. Kecepatan potong dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$Cs = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \dots\dots\dots(Pustaka 11, hal 29)$$

$$= \frac{3.14 \cdot 40,15 \cdot 3600}{1000}$$

$$= 453,8556 \text{ mm/min}$$

4. Kecepatan gerak meja grinding dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$F = f \cdot n \dots\dots\dots(Pustaka 13, hal 332)$$

$$= 0.2 \cdot 3600$$

$$= 720mm/min$$

5 .Waktu machining dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$Tm = \frac{L}{f \cdot n} \dots\dots\dots(Pustaka 5, hal 125)$$

$$= \frac{308.5}{720}$$

$$= 0.4278menit$$

Tahap 2 (Feeding 0.4 mm/min)

1. Kedalaman potong dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

- D1 = Diameter awal (mm)
- D2 = Diamater akhir (mm)
- a = Kedalaman potong (mm)

$$a = \frac{D1-D2}{2}$$

$$= \frac{40.35-39.95}{2}$$

$$= 0.2 \text{ mm}$$

2 . Diameter rata rata dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$D = \frac{D1+D2}{2}$$

$$= \frac{40.35+39.95}{2}$$

$$= 40.15mm$$

3. Kecepatan potong dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$Cs = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 40,15 \cdot 3600}{1000}$$

$$= 453,8556 \text{ mm/menit}$$

4. Kecepatan gerak meja grinding dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$F = f \cdot n$$

$$= 0.4 \cdot 3600$$

$$= 1440mm/min$$

5. Waktu machining dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$Tm = \frac{L}{f \cdot n}$$

$$= \frac{308.5}{1440}$$

$$= 0.2142menit$$

Tahap 3 (Feeding 0.8mm/min)

1. Kedalaman potong dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

- D1 = Diameter awal (mm)
- D2 = Diamater akhir (mm)
- a = Kedalaman potong (mm)

$$a = \frac{D1-D2}{2}$$

$$= \frac{40.35-39.95}{2}$$

$$= 0.2 \text{ mm}$$

2 . Diameter rata rata dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$D = \frac{D1+D2}{2}$$

$$= \frac{40.35+39.95}{2}$$

$$= 40.15mm$$

3. Kecepatan potong dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 C_s &= \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \\
 &= \frac{3.14 \cdot 40,15 \cdot 3600}{1000} \\
 &= 453,8556 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

4. Kecepatan gerak meja grinding dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 F &= f \cdot n \\
 &= 0.8 \cdot 3600 \\
 &= 2880 \text{ mm/min}
 \end{aligned}$$

5. Waktu machining dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 T_m &= \frac{L}{f \cdot n} \\
 &= \frac{308.5}{2880} \\
 &= 0.1071 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Tahap 4 (Feeding 1.2 mm/min)

1. Kedalaman potong dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

D1 = Diameter awal (mm)
 D2 = Diameter akhir (mm)
 a = Kedalaman potong (mm)

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{D_1 - D_2}{2} \\
 &= \frac{40.35 - 39.95}{2} \\
 &= 0.2 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

2 . Diameter rata rata dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{D_1 + D_2}{2} \\
 &= \frac{40.35 + 39.95}{2} \\
 &= 40.15 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

3. Kecepatan potong dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 C_s &= \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \\
 &= \frac{3.14 \cdot 40,15 \cdot 3600}{1000} \\
 &= 453,8556 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

4. Kecepatan gerak meja grinding dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 F &= f \cdot n \\
 &= 1.2 \cdot 3600 \\
 &= 4320 \text{ mm/min}
 \end{aligned}$$

5. Waktu machining dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 T_m &= \frac{L}{f \cdot n} \\
 &= \frac{308.5}{4320} \\
 &= 0.0714 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

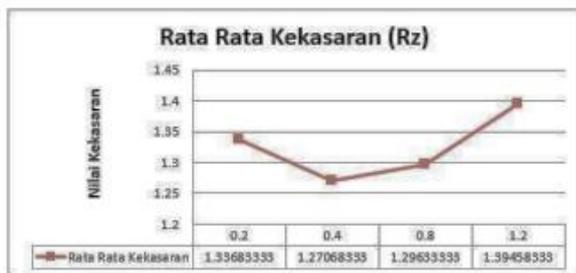
4.2 Hasil Pengukuran Kekasaran dan Kekerasan

Hasil pengukuran kekasaran permukaan benda kerja dengan proses grinding dikelompokkan berdasarkan variasi feeding yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu 0.2mm/min, 0.4mm/min, 0.8mm/min, 1.2mm/min dengan material yang digunakan yaitu S45C dan batu grinding jenis CBN.



Grafik 4.1 Perbandingan Nilai Kekasaran Pada Tiap Journal

Dari grafik perbandingan nilai kekasaran pada tiap journal terhadap feeding terlihat tidak adanya perubahan yang signifikan. Disini kita tidak bisa mengambil nilai rata-rata dari tiap grinding journal dikarenakan nilai belum di akumulasikan.



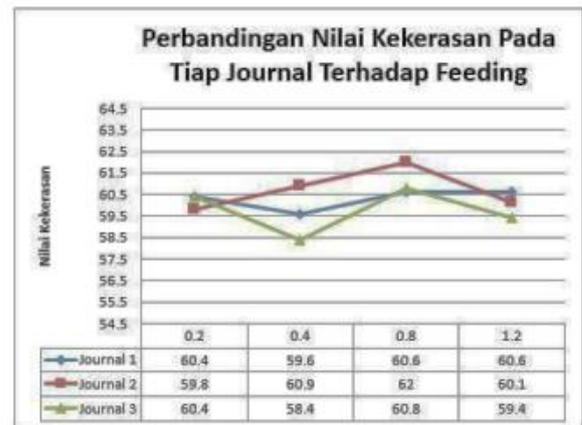
Grafik 4.2 Rata-rata Kekasaran

Dari grafik rata rata kekasaran didapat angka perbedaan yang begitu signifikan atas perubahan metode feeding yang berbeda beda. Feeding dengan nilai 0.4mm/min memiliki nilai kekasaran yang paling rendah diantara empat sampel yang diuji. Nilai diatas sudah diakumulasikan dan dicari rata-ratanya dari tiap percobaan. Selain mengetahui nilai kekasaran, pengujian berikutnya adalah mencari nilai kekerasan pada tiap journal dengan pengujian 4 sample dengan feeding yang sama yaitu 0.2mm/min, 0.4mm/min, 0.8mm/min dan 1.2mm/min yang dapat dilihat pada tabel berikut.

No. Sample	Feeding	Journal 1	Journal 2	Journal 3
0	0.2	60.4	59.8	60.4
1	0.4	59.6	60.9	58.4
2	0.8	60.6	62	60.8
3	1.2	60.6	60.1	59.4

Tabel 4.2 Tabel Hasil Uji Nilai Kekerasan Pada Tiap Journal

Setelah mengetahui hasil uji nilai kekerasan melalui tabel diatas, dapat dilihat perbandingan nilai kekerasan pada tiap journal seperti pada grafik 4.3.



Grafik 4.3 Perbandingan Kekerasan

Dari grafik perbandingan nilai kekerasan pada tiap journal terhadap feeding bisa dilihat bahwa tidak terjadi perubahan yang signifikan atau turunnya nilai kekerasan yang menyebabkan terjadinya angka reject akibat proses grinding.

**BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada pengaruh feeding terhadap kekerasan dan kekasaran permukaan baja S45C pasca IQT pada proses surface grinding, dapat disimpulkan bahwa:

1. Metode feeding yang digunakan berpengaruh terhadap nilai kekasaran pada grinding journal dengan kecepatan pemakanan 0.2mm/min menghasilkan nilai rata-rata 1.33683333μ, 0.4mm/min menghasilkan nilai rata-rata 1.27068333μ, 0.8mm/min menghasilkan nilai rata-rata 1.29633333μ dan 1.2mm/min menghasilkan nilai rata-rata 1.39458333μ.
2. Metode feeding yang digunakan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai kekerasan pada grinding journal dengan kecepatan pemakanan 0.2mm/min dengan nilai rata-rata 60.2

HRC, 0.4mm/min menghasilkan nilai rata-rata 59.6 HRC, 0.8mm/min menghasilkan nilai rata-rata 61.1HRC, 1.2mm/min menghasilkan nilai rata-rata 60 HRC.

3. Metode feeding yang paling bagus hasilnya dapat dicapai pada proses grinding, yaitu pada parameter feeding 0.4mm/min dengan nilai 1.27068333μ

DAFTAR PUSTAKA

1. Creswell, John W., Educational Research Fourth Edition, Boston: Pearson, 2012.
2. Groover, Mikell P., Fundamental Of Modern Manufacturing Materials, Prosesess And System Fourth Edition, Amerika: John Wiley & Sons, Inc., 2010.
3. Hammil, Dess, How To Choose Camshaft And Time Them For Maximun Power, (Speed Pro Series : USA
4. Harnowo, Saptyaji dan Yunaidi, Pengaruh Viskositas Oli Sebagai Cairan Pendingin Terhadap Sifat Mekanis Pada Proses Quenching Baja St 60, 2015.
5. Kemendikbud, Teknik Pemesinan Bubut 1, Cimahi: 2013.
6. Klocke, Fritz, Manufacturing Processes 2 Grinding, Honing, Lapping, Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.
7. Rahdiyanta, Dwi, Proses Bubut (Turning), Yogyakarta: UNY, 2010.
8. Rahmat, Tatang dan Hadi Mursidi, Teknik Pemesinan Gerinda, Cimahi: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2013.
9. Rowe, William Brian, Principle of Modern Grinding Technology, Oxford: Elsevier Inc, 2009.
10. Sakti, Arya Mahendra, Optimalisasi Proses Gerinda Untuk Permukaan, Surabaya: UNESA Jurusan Teknik Mesin, 2010.
11. Sarwanto, Mahir Permesinan CNC Milling Untuk Pemula, Yogyakarta: 2018.
12. Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D, Bandung: Alfabeta, 2015.
13. Widarto, Teknik Permesinan Jilid 2, Klaten: PT. Macanan Jaya Cemerlang, 2008