

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Mesin bubut

Mesin bubut merupakan salah satu jenis mesin perkakas memiliki prinsip kerja yaitu pada proses bubut adalah proses pemakanan bagian dari benda kerja untuk memperoleh bentuk tertentu. Di sini benda kerja akan diputar/rotasi dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan dilakukannya proses pemakanan oleh pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakkan translasi dari pahat disebut gerak umpan atau *feeding* (Saputra, 2016).



Gambar 2. 1 Mesin Bubut Konvensional
(Rulcae, 2019)

Menurut Widarto (2008), proses bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan mesin bubut. Prinsip dasarnya dapat didefinisikan sebagai proses permesinan permukaan luar benda silindris atau bubut rata:

- Dengan benda kerja yang berputar.

- Dengan satu pahat bermata potong tunggal.
- Dengan gerakan pahat sejajar terhadap sumbu benda kerja pada jarak tertentu sehingga akan membuang permukaan luar benda kerja.

Proses bubut permukaan (*surface turning*) adalah proses bubut yang identik dengan proses bubut rata, tetapi arah gerakan pemakanan tegak lurus terhadap sumbu benda kerja. Proses bubut tirus (*taper turning*) sebenarnya identik dengan proses bubut rata diatas, hanya jalannya pahat membentuk sudut tertentu terhadap sumbu benda kerja. Demikian juga proses bubut kontur, dilakukan dengan cara memvariasi kedalaman potong, sehingga menghasilkan bentuk yang diinginkan.

2.1.2. Mesin bubut maximat V13

Mesin bubut maximat V13 adalah salah satu mesin yang terdapat di bengkel produksi Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya. Mesin bubut maximat V13 ini memiliki dimensi panjang 1800 mm, lebar 850 mm dan tinggi 1400 mm. Dengan kecepatan *spindle* sebesar 2500 rpm dan memiliki *power* 2.2 KW (Maximat, 1982). Pada mesin bubut ini terdapat beberapa roda gigi, salah satunya yaitu roda gigi transportir, yang dalam penelitian ini akan dilakukan proses pembuatan dan pengujian dari roda gigi tersebut.



Gambar 2. 2 Mesin Bubut Maximat V13

2.1.3. Roda gigi

Roda gigi merupakan komponen yang sangat penting dalam suatu permesinan di karenakan roda gigi merupakan komponen penghubung penggerak yang berputar yang berguna untuk mentransmisikan daya suatu mesin, Seiring perkembangan teknologi roda gigi telah banyak mengalami perubahan, baik dari segi geometri

maupun bahannya yang telah disesuaikan pada kegunaan roda gigi tersebut. Pada konstruksi mekanik yang memerlukan gerak yang mengkombinasikan beberapa komponen alat yang tergabung dengan cara menggunakan roda gigi. Oleh karena itu tidak salah jika roda gigi banyak ditemukan di permesinan yang melakukan gerakan dengan beberapa komponen mesin termasuk juga pada mesin screw press kelapa sawit (Krisna, 2020).

Roda gigi digunakan untuk mentransmisikan daya besar dan putaran yang tepat. Roda gigi memiliki gigi di sekelilingnya, sehingga penerusan daya dilakukan oleh gigi-gigi kedua roda yang saling berkait. Roda gigi sering digunakan karena dapat meneruskan putaran dan daya yang lebih bervariasi dan lebih kompak daripada menggunakan alat transmisi yang lainnya (Chan, 2007). Selain itu, roda gigi juga memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan alat transmisi lainnya, yaitu:

- Sistem transmisinya lebih ringkas, putaran lebih tinggi dan daya yang besar.
- Sistem yang kompak sehingga konstruksinya sederhana.
- Kemampuan menerima beban lebih tinggi.
- Efisiensi pemindahan dayanya tinggi karena faktor terjadinya slip sangat kecil.
- Kecepatan transmisi roda gigi dapat ditentukan sehingga dapat digunakan dengan pengukuran yang kecil dan daya yang besar.

2.1.4. Roda gigi lurus

Roda gigi lurus pada umumnya digunakan untuk memindahkan putaran antara dua poros yang sejajar. Gigi-gigi berbentuk lurus dan sejajar dengan poros yang digunakan. Apabila dua buah roda gigi dengan ukuran yang berbeda dipasangkan, roda gigi yang mempunyai ukuran lebih besar disebut *gear* dan roda gigi yang mempunyai ukuran lebih kecil disebut *pinion*. Roda gigi lurus biasanya digunakan untuk kecepatan-kecepatan rendah hingga sedang.

Beberapa contoh penggunaan roda gigi lurus antara lain untuk: roda gigi pemindah pada mesin bubut, mesin frais, roda gigi untuk pemindah cepat pada *gearbox*, *starter pinion* pada motor, *hand winches* untuk menggerakkan benda yang

berat. Keuntungan penggunaan roda gigi ini adalah: pembuatannya mudah, perbedaan kesenteran antar poros masih bisa ditoleransi (Rahdiyanta, 2020).



Gambar 2. 3 Roda Gigi Lurus
(Rahdiyanta, 2020)

Ciri-ciri roda gigi lurus adalah:

1. Daya yang ditransmisikan < 25.000 Hp
2. Putaran yang ditransmisikan < 100.000 rpm
3. Kecepatan keliling < 200 m/s
4. Rasio kecepatan yang digunakan
 - Untuk 1 tingkat $(i) < 8$
 - Untuk 2 tingkat $(i) < 45$
 - Untuk 3 tingkat $(i) < 200$

$(i) =$ Perbandingan kecepatan antara penggerak dengan yang digerakkan
5. Efisiensi keseluruhan untuk masing-masing tingkat 96%–99% tergantung desain dan ukuran (Rahdiyanta, 2020).

2.1.5. Mesin frais

Mesin frais merupakan salah satu mesin konvensional yang mampu mengerjakan suatu benda kerja dalam permukaan sisi datar, tegak, miring, bahkan alur roda gigi. Mesin perkakas ini mengerjakan atau menyelesaikan suatu benda kerja dengan menggunakan pisau frais (*cutter*). Pisau frais dipasang pada sumbu atau arbor mesin yang didukung dengan alat pendukung arbor. Pisau tersebut akan terus berputar apabila arbor mesin diputar oleh motor listrik, agar sesuai dengan

kebutuhan, gerakan dan banyaknya putaran arbor dapat diatur oleh operator mesin frais (Ansyori, 2015).

Mesin frais bisa melakukan pemakanan permukaan yang datar maupun yang belekuk, dapat diproses dengan mesin ini dengan ketelitian yang tinggi, termasuk pemotongan sudut, celah, roda gigi, dan ceruk juga dapat diproses dengan baik menggunakan mesin ini. Bila alat pemotong dan bornya dilepas maka dapat digunakan untuk pahat gurdi, alat pembesar lubang, dan bor. Karena mesin ini dilengkapi mesin penyetel mikrometer untuk mengatur gerakan dari mejanya, maka lubang dan pemotongan yang lain dapat diberi jarak secara tepat.



Gambar 2. 4 Mesin Frais

2.1.6. Perhitungan roda gigi

A. Persamaan perancangan roda gigi lurus

Ada beberapa persamaan yang digunakan dalam merencanakan sebuah roda gigi lurus (Marsis & Agung, 2014):

$$\text{Modul (M)} \quad : \quad M = D / Z \quad (2.1)$$

$$\text{Jumlah Gigi (Z)} \quad : \quad Z = D / M \quad (2.2)$$

$$\text{Diameter Pitch (D)} \quad : \quad D = Z \cdot M \quad (2.3)$$

$$\text{Diameter Luar (Da)} \quad : \quad Da = D + 2M \quad (2.4)$$

$$: \quad Da = (Z + 2)M$$

$$\text{Diameter Kaki (Df)} \quad : \quad Df = D + 2,32.M \quad (2.5)$$

$$: \quad Df = (Z + 2,32)M$$

$$\text{Adendum (Ha)} \quad : \quad Ha = 1.M \quad (2.6)$$

$$\text{Dedendum (Hf)} \quad : \quad Hf = 1,16.M \quad (2.7)$$

$$\text{Tinggi gigi (H)} \quad : \quad H = 2,16.M \quad (2.8)$$

$$\text{Jarak Pitch (T)} \quad : \quad T = \pi.M \quad (2.9)$$

$$\text{Lebar Gigi (B)} \quad : \quad B = 10.M \quad (2.10)$$

B. Perhitungan mesin bubut dan mesin frais

- Kecepatan potong:

$$Cs = \pi . d . n \quad (2.11)$$

Dimana: Cs = Kecepatan potong (m/min)
d = Diameter benda kerja (mm)
n = Putaran mesin (Rpm)
 π = Nilai konstanta (3,14)

- Kecepatan putaran mesin bubut:

$$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d} \quad (2.12)$$

Dimana: Cs = Kecepatan potong (m/min)
d = Diameter benda kerja (mm)
n = Putaran mesin (Rpm)
 π = Nilai konstanta (3,14)

- Kecepatan pemakanan:

$$F = f \times n \quad (2.13)$$

Dimana: F = Kecepatan pemakanan (mm/min)
f = Besar pemakanan pada pahat (mm/putaran)
n = Putaran mesin (Rpm)

- Waktu permesinan bubut dan frais:

$$tm = \frac{L}{F} \quad (2.14)$$

Dimana: F = Kecepatan pemakanan (mm/min)
tm = Waktu permesinan (menit)
L = Panjang pemakanan (mm)

2.1.7. Perbandingan proses pembuatan roda gigi

A. Pembubutan Konvensional

Pembuatan roda gigi dengan cara pembubutan dengan mesin bubut konvensional telah menjadi metode dalam pembuatan roda gigi yang telah digunakan dan teruji selama bertahun-tahun. Pembuatan dengan cara ini memiliki beberapa kelebihan yaitu biaya produksi yang lebih murah daripada pembubutan dengan mesin CNC, reparasi dan perbaikan yang mudah jika terjadi kecacatan pada roda gigi, penanganan bahan yang beragam, dan kecilnya konsumsi energi pemakaian listrik.

B. Pembubutan CNC

Pembuatan roda gigi dengan cara pembubutan menggunakan mesin CNC adalah pembuatan dengan tingkat akurasi yang tinggi dari pada pembuatan dengan mesin bubut konvensional dikarenakan prosesnya dikendalikan oleh komputer secara otomatis telah di program telah mengatur Gerakan pisau potong secara tepat sesuai dengan desain dari spesifikasi yang telah ditentukan. Hasil dari pembuatan juga mendapatkan kualitas permukaan yang unggul karena mengurangi risiko goresan atau ketidakrataan pada permukaan roda gigi, serta mengurangi bahaya kontak fisik seperti tangan yang terjepit atau terpotong pada operator dalam menjalankan pembuatan roda gigi.

C. Pengecoran

Pembuatan roda gigi dengan cara pengecoran memiliki kelebihan antara lain dalam kecepatan produksi dalam waktu singkat, bisa mencoba berbagai beragam material, mengurangi pengerjaan sekunder karena menghasilkan akurasi yang cukup tinggi pada permukaan yang halus, mengurangi pemborosan material karena bahan yang dilebur hanya cukup untuk mengisi cetakan roda gigi dan mengurangi limbah material yang terbuang.

D. Mesin Frais (*Milling*)

Pembuatan roda gigi dengan cara mesin frais juga memiliki beberapa keunggulan yaitu hasil kualitas permukaan yang baik dari pemakanan pisau frais karena memiliki akurasi dimensi yang tinggi dari gerakan alat potong dalam

pemakanan yang presisi dan sesuai dengan toleransi yang ketat demi menghasilkan roda gigi yang sangat rumit dan sesuai dengan kebutuhan teknis yang spesifik.

2.1.8. Pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan adalah pengujian dimana untuk mengetahui gambaran dari sifat mekanik suatu material yang pada penggunaannya mengalami gesekan dan deformasi plastis (Krisna et al., 2020). Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui angka kekerasan atau tingkat kekerasan logam tersebut. Pengujian kekerasan dengan penekanan banyak digunakan oleh industri permesinan karena prosesnya mudah dan cepat dalam memperoleh angka kekerasan logam jika dibandingkan dengan metode lainnya. Pengujian kekerasan metode penekanan adalah dengan metode *Rockwell*, *Brinell*, dan *Vickers*. Metode *Brinell* dan *Vickers* yang menitikberatkan pada perhitungan kekuatan bahan terhadap setiap daya luas penampang bidang yang menerima pembebanan tersebut. Sedangkan metode *Rockwell* menitikberatkan pada pengukuran kedalaman hasil penekanan atau penekan (*indenter*) yang membentuk bekasnya (*indentasi*) pada benda uji. (Subagia, 2015)

- Metode Pengujian *Vickers*

Metode *Vickers* merupakan penekanan oleh suatu gaya tekan tertentu oleh sebuah *indenter* berupa *pyramid diamond* terbalik dengan sudut puncak 136° ke permukaan logam yang akan diuji kekerasannya, dimana permukaan logam yang diuji ini harus rata dan bersih. Setelah gaya tekan secara statis ini kemudian diadukan dan *pyramid diamond* dikeluarkan dari bekas yang terjadi, maka diagonal segi empat bekas teratas diukur secara teliti, yang digunakan sebagai kekerasan logam yang akan diuji. Permukaan tekan merupakan segi empat karena *pyramid* merupakan piramida sama sisi. Nilai kekerasan yang diperoleh disebut sebagai kekerasan *Vickers*, yang biasa disingkat dengan HV atau VHN (*Vickers Hardness Number*). Untuk memperoleh nilai kekerasan *Vickers*, maka hasil penekanan yang diperoleh dimasukkan ke dalam rumus berikut (Subagia, 2015):

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (2.15)$$

$$VHN = \frac{2P \sin(\theta/2)}{d^2} = \frac{(1,854)P}{d^2} \quad (2.16)$$

Dimana:

P = beban Panjang yang digunakan (kg)

d = panjang diagonal rata-rata (mm)

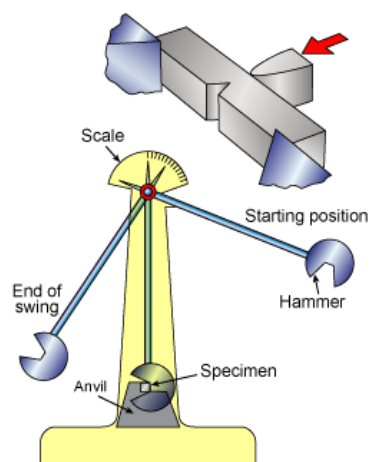
θ = sudut antara permukaan intan yang berhadapan atau 136°

2.1.9. Pengujian *impact*

Pengujian *impact* merupakan salah satu uji mekanik yang dapat dipakai untuk menganalisis karakteristik bahan seperti kemampuan bahan terhadap benturan dan karakteristik keuletan bahan terhadap perubahan suhu (Krisna et al., 2020). Alat uji impact merupakan salah satu alat uji yang sering digunakan dalam pengembangan bahan struktur material dalam mengukur kemampuan beban kejut.

Pada pengujian impact banyaknya energi yang diserap oleh bahan untuk terjadinya perpatahan merupakan ukuran ketahanan impact atau ketangguhan bahan tersebut. Material yang ulet akan menunjukkan harga impact yang besar dengan menyerap energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tentu akan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami perubahan bentuk. (Jalil, et al, 2017)

Prinsip dari pengujian impact adalah apabila benda uji diberi beban kejut, maka benda uji akan mengalami proses penyerapan energi sehingga terjadi deformasi plastis yang mengakibatkan patah. Untuk mengetahui ketahanan benda uji terhadap keadaan patah, maka digunakan metode *impact charpy*.



Gambar 2. 5 Prinsip Pengukuran Impact Pada *Charpy Test*
(Jalil, et al, 2017)

$$\text{Rumus pengujian Impact: } HI = \frac{E \text{ Serap}}{A} \quad (2.17)$$

$$E = W L (\cos \beta - \cos \alpha) \quad (2.18)$$

Dimana:

- HI = Harga *Impact* (J/mm²)
- Eserap = Energi yang diserap (J)
- W = Berat Bandul (N)
- L = Panjang Lengan Bandul (m)
- cos α = Sudut Awal
- cos β = Sudut Akhir

2.2. Kajian Pustaka

Dalam menyelesaikan sebuah penelitian skripsi, dibutuhkan beberapa penelitian sebelumnya untuk dijadikan sebagai sebuah landasan atau referensi untuk di observasi. Berikut merupakan beberapa referensi yang berkaitan. Terdapat sub-bab kajian pustaka yang membahas tentang proses pembuatan roda gigi dan analisa pengujian roda gigi:

2.2.1. Proses pembuatan roda gigi

Menurut Tony Rahardjo, Ing Dewanto, dan Bambang L. (2011) dalam penelitiannya berjudul Pembuatan Roda Gigi Utama Penggerak Support pada Mesin Bubut “*Roblyng*”. Pembuatan komponen mesin dan peralatan pendukung lainnya merupakan pekerjaan yang sangat penting untuk perawatan/ perbaikan maka dapat menghemat biaya bila dapat dikerjakan sendiri serta akan memperpanjang umur daya guna peralatan tersebut. Pembuatan komponen mesin untuk perawatan yang dilaksanakan adalah pembuatan roda gigi utama penggerak *support* pada mesin bubut yang beberapa waktu yang lalu mengalami kerusakan pada gigi utamanya sehingga bila digunakan untuk membuat/mengerjakan benda kerja akan terjadi kerusakan karena laju putaran yang tidak stabil. Pembuatan roda gigi utama penggerak support mesin bubut *Roblyng* bertujuan untuk mengganti roda gigi utama yg tidak dapat berfungsi karena aus. Roda gigi tersebut berfungsi untuk memutar roda gigi perantara pada *support*. Metode yang digunakan adalah dengan tahapan melakukan penentuan ukuran bahan, pengerjaan pembubutan,

pengerjaan dengan mesin frais untuk membuat alur, kemudian dilakukan pengerasan dengan mesin nitridasi. Dari hasil penelitian ini didapat bahwa dalam pembuatan dilakukan dengan menggunakan mesin bubut, mesin frais serta alat nitridasi. Bahan yang digunakan adalah baja 60, diameter bahan 37,5 mm, jumlah gigi 23, modul 1,5 tebal 9 mm, untuk meningkatkan kualitas roda gigi utama yang dilakukan pengerasan dengan sistem *nitriding* selama 5 jam, tekanan gas nitrogen 1,4 mbar, dan temperatur 450°C. Setelah dilakukan uji kekerasan didapat 11,68 KHN sebelum dikeraskan dan 15,60 KHN sesudah dikeraskan. Sehingga meningkat sebesar 25,12 %. Hasil pembuatan roda gigi utama telah dapat dipasang pada support, sehingga berfungsi kembali dengan baik.

Menurut Wisjnu P. Marsis dan Didi Agung. (2014) dalam penelitiannya yang berjudul Analisa Perancangan Roda Gigi Lurus Menggunakan Mesin Konvensional. Dalam suatu Perancangan alat yang diharapkan dapat lebih membantu dalam menghemat biaya produksi yang dibutuhkan. Untuk itu dirancang roda gigi lurus (*spur gear*) pengganti pada roda gigi transportir mesin bubut yang diharapkan fungsinya lebih baik dengan yang beredar dipasaran. Di pasaran terdapat beberapa jenis mesin bubut salah satunya mesin bubut *type C 6127 A*, roda gigi transportirnya mudah mengalami kerusakan berupa gigi patah, aus atau berlubang dan tergores permukaannya. Roda gigi lurus yang akan dibuat ini yaitu bahannya adalah St 42. Dalam pengamatan ini salah satu faktor yang sangat penting untuk dibuat adalah roda gigi lurus transportir maka dalam kesempatan ini penulis mencoba membuat *sparepart* sendiri, karena jarang dijual dipasaran. Metode yang digunakan adalah dengan tahapan melakukan perencanaan roda gigi, kemudian melakukan perhitungan dengan parameter uji (kecepatan *linier* roda gigi, gaya tangensial, beban lentur, faktor dinamis, beban permukaan, kecepatan *linier*), dan memilih material yang tepat dan mempersiapkan alat, kemudian melaksanakan pembuatan komponen, dan melihat apakah sudah sesuai dengan perencanaan. Dari hasil penelitian ini didapat bahwa dalam perancangan pembuatannya menggunakan mesin frais (*milling*) dengan roda gigi yang direncanakan sesuai tabel roda gigi pengganti adalah jumlah giginya Z1 27 dan Z1 50 dengan bahan St 42, modul pisau 1,5 serta perhitungan roda gigi menggunakan sistem modul dan pembuatan roda

gigi menggunakan kepala pembagi (*dividing head*) pada mesin frais menggunakan sistem pembagian tidak langsung. Piring pembagi yang digunakan adalah piring pembagi seri B-2 yaitu dengan jumlah lubang 21-23-27-29-31-33. Hasil rancangan tersebut adalah roda gigi Z 27 kecepatan linearnya (v) = 2,1195 m/s, gaya tangensial $F_t = 12226,176$ N, beban lentur yang diizinkan $F'b_1 = 76,7$ N/mm², faktor dinamis $f_v = 0,586$, beban permukaan $F'H = 8,2$ N/mm² dan Kekuatan tarik (σ_B) = 411,6 N/mm², tegangan lentur yang diizinkan (σ_a) = 250 N/mm². Roda gigi Z 50 kecepatan linearnya (v) = 3,925 m/s, gaya tangensial $F_t = 662,1$ N, beban lentur yang diizinkan $F'b_1 = 66,25$ N/mm², faktor dinamis = $f_v = 0,433$, beban permukaan $F'H = 11,2$ N/mm². Kekuatan tarik (σ_B) = 411,6 N/mm², tegangan lentur yang diizinkan (σ_a) = 250 N/mm². Kesimpulannya adalah roda gigi ini adalah roda gigi reduksi $u < 1$ dan $i > 1$. Ratio transmisi atau *angular velocity* (i) = 1,852, perbandingan putaran (u) = 0,540, Tegangan geser yang terjadi antara roda gigi Z 27 dan Z 50 adalah $\tau = 30,9$ N/mm². Momen puntir yang terjadi pada roda gigi Z 27 dan Z 50 adalah $T = 24817,52$ N.mm. Roda gigi ini konstruksinya lebih ringkas, perawatan lebih mudah dan proses pemesinannya juga lebih mudah.

Menurut Abdul Syukur Alfauzi, Adhy Purnomo, Bambang Tjahjono, Hariyanto, dan Nur sa'adah. (2019) dalam penelitiannya yang berjudul Pembuatan Roda Gigi dari Bahan Serbuk Logam Tembaga dan Alumunium dengan Proses Kompaksi. Roda gigi adalah bagian dari mesin yang berputar dan berguna untuk mentransmisikan daya. Pembuatan roda gigi pada umumnya dibuat dengan proses pemesinan. Tujuan penelitian ini membuat roda gigi dari bahan serbuk logam tembaga, alumunium dan paduan keduanya dengan proses kompaksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan melalui tahapan perencanaan dan pembuatan roda gigi, kemudian dilakukan pengujian cetakan roda gigi, pembuatan dengan cara proses kompaksi, dilakukan proses sintering dan terakhir dilakukan pengujian kekerasan sesuai standar. Kompaksi adalah proses penekanan terhadap serbuk logam agar dapat menyatu satu dengan lainnya sebelum ditingkatkan ikatannya dengan proses sintering. Proses ini dilakukan dengan menggunakan bahan baku dari serbuk tembaga, aluminium dan paduan keduanya sebagai bahan bakunya. Kesimpulan yang diperoleh dari pengujian ini adalah Alat cetak roda gigi

dibuat berbentuk roda gigi dengan diameter 30 mm dan tinggi 15 mm dari bahan Besi Plat ST 60. Hasil pengujian kekerasan yang dilakukan terjadi pada roda gigi dari bahan serbuk tembaga 75% dan 25% aluminium. Produk yang dihasilkan setelah proses sintering belum mencapai tingkat kekerasan yang diinginkan diduga karena penentuan temperatur sintering kurang tepat, selain itu bahan aluminium mungkin kurang tepat untuk proses *metallurgy* serbuk.

Menurut Jajang Nurhidayatulloh. (2022) dalam penelitiannya yang berjudul Proses Pembuatan Roda Gigi *Helix* Di *Mastercam* Untuk Mesin CNC 4-Axis VMC-550L. Roda gigi *helical* adalah jenis roda gigi dengan arah gigi miring (tidak tegak lurus dengan muka roda gigi). Kemiringan atau sudut *helix* gigi pada roda gigi ini sekitar 15-30 derajat. Perangkat lunak *Computer-aided design & computer-aided manufacturing* (CAD/CAM) digunakan untuk merancang dan membuat *prototype*, produk jadi, dan proses produksi produk Aplikasi CAD/CAM digunakan untuk mendesain produk dan proses pembuatan program, khususnya, permesinan CNC. Tujuan penelitian membahas Proses Pembuatan Roda Gigi *Helix* Di *Mastercam* Untuk Mesin CNC 4-Axis VMC-550L. Metode yang digunakan adalah tahap perancangan gambar Teknik (CAD), pengumpulan data, pembuatan CAM, dan simulasi di aplikasi. Kesimpulan dari penelitian ini adalah untuk proses awal dalam Proses Pembuatan Roda Gigi *Helix* Untuk Mesin CNC 4-Axis VMC-550L menggunakan *Software* CAD (*Solidwork* 2019). Kemudian dengan bantuan *Software* CAM (*Mastercam* X5) di buat perencanaan pemesinan kontur dari gigi *helix*, perencanaan meliputi Penentuan Material, Pemilihan (*Tool*), (*Machining Conditions*), Pembuatan (*Toolpath*), Verifikasi Program dan download NC program (*Post Processing*), kemudian menjalankan simulasi *mastercam* X5. Jenis material yang digunakan adalah *aluminium* 7075. Jenis (*tool*) yang digunakan diantaranya *Ballnose* Diameter 10, *Ballnose* diameter 5 dan *Ballnose* diameter 4, material *tool carbide* dengan dua mata sayat (*flute*). Dari seluruh proses perencanaan CAM dapat juga di perkirakan waktu proses pemakanan (*feed time*), dalam hal ini di dapatkan *feed time* total sebesar 4 jam 9 menit 18.26 *second*.

2.2.2. Analisa pengujian roda gigi

Menurut Pratama Pela Krisna, Taufikurahman, dan Ella Sundari. (2020) dalam penelitiannya yang berjudul Studi Eksperimental: Analisa Kegagalan Roda Gigi Pada *Gear Box* Mesin *Screw Press* Kelapa Sawit. Roda gigi merupakan komponen penghubung atau transmisi daya suatu proses permesinan, apabila terjadi kerusakan pada roda gigi suatu mesin maka hal ini mengakibatkan tidak dapat berkerja suatu mesin. Dalam penelitian ini kerusakan pada roda gigi mesin *screw press* berbentuk patah dan belah yang membuat berhentinya mesin *screw press* tersebut beroperasi. Tujuan penelitian ini adalah membuat riset yang bertujuan menganalisa penyebab terjadinya kerusakan pada roda gigi mesin *screw press* kelapa sawit terutama pada sifat-sifat mekanik dengan metode eksperimen. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah persiapan pemotongan spesimen roda gigi mesin *screw press*, selanjutnya dilakukan pengujian dari uji kekerasan *brinell*, uji metalografi (struktur mikro), dan uji komposisi pada roda gigi. Dari hasil penelitian ini didapat bahwa Hasil Penelitian mendapatkan terjadinya kerusakan pada roda gigi mesin *screw press* kelapa sawit di karenakan kesalahan pemilihan bahan, dan tidak adanya proses perlakuan panas yang membuat kurangnya kekerasan dan keuletan dari roda gigi mesin *screw press* tersebut sehingga terdapat retakan retakan seperti gambar metalografi yang ditunjukkan dan retakan tersebut membesar dan membuat patah dan belah pada roda gigi. Nilai tingkat kekerasan pada roda gigi mesin *screw press* berada di bawah standard nilai kekerasan ASTM A291, di mana nilai kekerasan roda gigi mesin *screw press* adalah 144,457 kg/mm² sedangkan kekerasan minimal berdasarkan ASTM A291 adalah berkisar 170–230. Hal ini di sebabkan karena tidak adanya proses perlakuan panas pada roda gigi mesin *screw press* kelapa sawit. Serta Roda gigi mesin *screw press* kelapa sawit tersebut terbuat dari material *cast iron* dengan *carbon* yang cukup tinggi yaitu sekitar 5,05%, dengan penambahan paduan *Samarium* (Sm) dan *Cobalt* (Co) yang bertujuan meningkatkan ketahanan terhadap panas, aus, dan demagenitas. Namun material tersebut lebih getas dan kekuatan bahan yang rendah sehingga dapat mengakibatkan *crack*.