

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

(Afifah, 2020) Penelitian ini berhasil menciptakan mesin pengaduk otomatis yang lebih efisien dalam mencampur adonan permen lunak, menjaga agar adonan tetap homogen dan mencegah pengerasan prematur. Dengan adanya sistem pengadukan otomatis, proses pembuatan permen menjadi lebih stabil, menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih konsisten. Mesin ini juga mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manusia, meminimalkan kesalahan yang mungkin terjadi selama proses produksi, serta meningkatkan keselamatan kerja. Selain itu, mesin ini juga mengoptimalkan waktu pengadukan dan suhu adonan, yang berkontribusi pada stabilitas produksi dan prediktabilitas hasil akhir. Secara keseluruhan, pengembangan mesin ini memberikan manfaat besar bagi industri permen lunak, meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi biaya, dan menghasilkan permen dengan kualitas yang lebih konsisten.

(Permatahati & Rohmayanti, 2024) Studi ini berhasil mengembangkan sistem pendinginan cepat yang mempercepat proses pendinginan permen karet tanpa mengurangi kualitas produk. Dengan sistem ini, tekstur permen karet menjadi lebih kenyal dan elastis, sesuai dengan standar kualitas yang diinginkan. Selain itu, sistem pendinginan ini juga mengurangi ketidakstabilan yang sering terjadi dalam proses, yang bisa menyebabkan variasi dalam kelembutan dan kekerasan permen. Dengan waktu pendinginan yang lebih singkat, permen karet memiliki daya tahan yang lebih baik saat disimpan. Secara keseluruhan, penerapan teknologi pendinginan cepat ini membawa dampak positif pada efisiensi produksi dan kualitas permen karet. Produsen dapat mengurangi biaya dan waktu produksi, serta menghasilkan produk yang lebih konsisten dan berkualitas.

(Alwi & Rhohman, 2024) Penelitian ini berhasil mengembangkan mesin otomatis untuk pencetakan permen dengan tingkat presisi yang tinggi, menghasilkan permen dengan bentuk yang

lebih seragam dan konsisten. Keakuratan dalam pencetakan ini sangat penting untuk menjaga kualitas produk dan meningkatkan daya tarik konsumen terhadap permen. Mesin ini tidak hanya meningkatkan kecepatan pencetakan, tetapi juga memungkinkan pembuatan permen dalam berbagai bentuk dan ukuran sesuai dengan permintaan pasar. Hal ini memberi keuntungan bagi produsen yang ingin menawarkan variasi produk lebih banyak kepada konsumen. Dengan mesin ini, proses produksi menjadi lebih efisien karena mengurangi pemborosan bahan dan memastikan produk akhir yang lebih terstandarisasi. Penerapan teknologi presisi ini memberikan keuntungan kompetitif bagi industri permen, dengan meningkatkan kualitas dan mengurangi biaya produksi.

(Rahman dkk, 2023) Penelitian ini menunjukkan bahwa mesin pembuat permen karet dengan pengaturan tekanan otomatis dapat menghasilkan permen yang lebih kenyal dan homogen. Dengan kontrol otomatis terhadap tekanan, proses pembuatan menjadi lebih terkontrol, menghasilkan produk dengan tekstur yang lebih stabil. Keunggulan utama dari sistem ini adalah pengurangan ketidakpastian dalam proses produksi, yang seringkali terjadi akibat fluktuasi tekanan. Dengan pengaturan otomatis, mesin ini memastikan hasil yang lebih konsisten dan dapat diprediksi, sangat penting untuk industri dengan *volume* produksi besar. Teknologi ini juga meningkatkan efisiensi bahan baku, karena mengurangi pemborosan yang bisa terjadi akibat kontrol tekanan yang tidak tepat. Secara keseluruhan, mesin dengan kontrol tekanan otomatis ini dapat memperbaiki kualitas dan efisiensi produksi permen karet.

(Mindarta dkk, 2024) Penelitian ini berhasil mengembangkan mesin pengemasan otomatis yang dapat mempercepat proses pengemasan permen hingga dua kali lipat dibandingkan dengan metode manual. Mesin ini dirancang untuk bekerja secara efisien, mengurangi waktu tunggu antara pembuatan dan pengemasan permen, yang meningkatkan produktivitas. Mesin pengemasan otomatis ini juga mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, yang dapat mengurangi kemungkinan kesalahan dan mempercepat proses. Selain itu, pengemasan otomatis menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih konsisten. Secara keseluruhan, mesin ini memberikan keuntungan operasional yang signifikan dengan meningkatkan kecepatan dan efisiensi pengemasan. Ini

memungkinkan produsen permen untuk memenuhi permintaan pasar yang lebih besar dan mengurangi biaya operasional.

(Luwatin dkk, 2024) Penelitian ini mengembangkan mesin pencetak permen *jelly* yang mampu mencetak permen dalam berbagai bentuk secara otomatis, memberikan fleksibilitas tambahan dalam proses produksi. Mesin ini dapat menghasilkan variasi bentuk permen yang lebih banyak, meningkatkan daya tarik produk di pasar. Selain mempercepat produksi, mesin ini juga mengurangi ketidaksesuaian dalam bentuk permen yang seringkali terjadi pada proses manual. Mesin ini memberikan solusi untuk mempercepat waktu produksi dan meningkatkan kualitas produk akhir. Keberhasilan mesin ini dalam mencetak permen *jelly* dengan berbagai bentuk juga membuka peluang bagi produsen untuk memperkenalkan produk baru yang lebih menarik. Secara keseluruhan, mesin ini meningkatkan produktivitas dan variasi produk, yang dapat memperkuat posisi kompetitif di pasar.

(Muchtar & Lutfi, 2024) Penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan *PLC (Programmable Logic Controller)* dalam mesin pembuatan permen meningkatkan kontrol dan fleksibilitas proses produksi. *PLC* memungkinkan pengaturan yang lebih tepat terhadap berbagai parameter, seperti suhu dan waktu, yang penting untuk menjaga kualitas produk. Dengan adanya *PLC*, sistem produksi menjadi lebih mudah dimonitor dan dikendalikan, mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh faktor manusia. Integrasi antara mesin dan proses produksi lain juga menjadi lebih efisien, yang membantu meningkatkan keseluruhan sistem produksi. Secara keseluruhan, teknologi *PLC* ini memberikan manfaat besar dalam meningkatkan kualitas, efisiensi, dan keandalan operasional mesin pembuat permen. Ini memberikan nilai tambah yang signifikan bagi industri permen yang ingin meningkatkan kapasitas produksi dan kualitas produk secara bersamaan.

(Buttu, 2024) Penelitian ini mengembangkan mesin pembuat permen lolipop otomatis dengan kontrol suhu yang presisi, yang sangat penting untuk menghasilkan permen dengan tekstur dan bentuk yang seragam. Kontrol suhu yang tepat sepanjang proses produksi memastikan konsistensi hasil yang diinginkan. Mesin ini juga meningkatkan konsistensi produk, mengurangi variasi yang biasa terjadi dalam metode produksi manual. Dengan suhu yang terkontrol dengan baik, hasil permen

menjadi lebih stabil dan sesuai dengan standar kualitas. Dengan teknologi ini, produsen dapat meningkatkan efisiensi produksi dan memenuhi permintaan pasar yang semakin besar. Pengembangan mesin ini memberikan solusi yang efektif untuk memproduksi permen lolipop yang berkualitas tinggi dan konsisten.

(Latianingsih, Nurhayati & Mariam, 2025) Penelitian ini memperkenalkan mesin permen berbasis *IoT* yang memungkinkan pemantauan dan pengaturan proses produksi secara jarak jauh. Teknologi ini menawarkan keunggulan dalam transparansi dan kontrol atas seluruh proses produksi, memberikan wawasan yang lebih baik kepada pengelola pabrik. Dengan *IoT*, produsen dapat mengawasi berbagai parameter mesin dan melakukan penyesuaian secara *real-time*, yang meningkatkan efisiensi dan mengurangi risiko kesalahan dalam produksi. Teknologi ini juga memberikan data yang berguna untuk perbaikan proses berkelanjutan. Secara keseluruhan, mesin berbasis *IoT* ini menawarkan solusi modern untuk meningkatkan pengelolaan produksi dalam skala besar, dengan memungkinkan kontrol yang lebih baik atas kualitas produk dan efisiensi proses secara keseluruhan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Definisi dan Proses Pembuatan Permen

Permen adalah produk makanan manis yang dibuat dari bahan dasar gula yang dipanaskan hingga suhu tertentu, kemudian dibentuk menjadi berbagai bentuk dan tekstur seperti keras, lunak, atau kenyal. Dalam proses manufaktur, permen memerlukan kontrol suhu yang ketat dan waktu pengolahan yang tepat untuk menghasilkan konsistensi dan kualitas yang diinginkan (Amalia, Lestari & Safitri, 2021).



Gambar 2. 1 Permen

Pembuatan permen biasanya melibatkan dua tahap pemanasan: pemanasan pada suhu rendah untuk melelehkan gula dan pemanasan pada suhu tinggi untuk membentuk tekstur permen yang keras atau kenyal. Dalam sistem pemanasan menggunakan *LPG*, api yang dihasilkan oleh pembakaran *LPG* disalurkan untuk memanaskan bahan-bahan dalam panci pemanas. Pemanasan yang terkontrol dengan baik sangat penting untuk menghindari terjadinya pembakaran gula atau permen yang tidak memiliki tekstur yang diinginkan. Oleh karena itu, pengendalian suhu dan waktu yang tepat sangat diperlukan dalam mesin pembuat permen (Winduono dkk, 2009).



Gambar 2. 2 Pembuatan permen

Bahan baku utama seperti gula memiliki karakteristik fisik yang sangat penting dalam pembuatan permen. Gula umumnya mulai meleleh pada suhu sekitar 160°C , dan jika suhu lebih tinggi, gula akan mengalami karamelisasi. Dalam mesin pembuat permen, gula dicampur dengan bahan lain seperti air dan glukosa untuk menambah kelembaban dan mengatur tekstur akhir permen. Selain gula, bahan tambahan seperti asam sitrat, pewarna, dan perasa juga digunakan untuk meningkatkan rasa dan penampilan permen (Alharanu dkk, 2019).

Pemanasan dengan *LPG* memiliki keunggulan dalam kontrol suhu yang lebih mudah, yang memungkinkan bahan-bahan pembuat permen mencapai titik leleh yang diinginkan. Namun, penting untuk memperhatikan karakteristik bahan baku yang berbeda-beda. Setiap bahan memiliki kapasitas kalor spesifik yang bervariasi, yang berarti setiap bahan memerlukan jumlah energi yang berbeda untuk dipanaskan. Sebagai contoh, sirup jagung membutuhkan lebih sedikit energi dibandingkan dengan gula kristal untuk mencapai suhu yang diinginkan karena perbedaan komposisi kimianya. Salah satu tantangan utama dalam mesin pembuat permen adalah mengontrol suhu dengan tepat. Suhu yang

terlalu tinggi atau rendah bisa mempengaruhi tekstur permen, baik menjadi terlalu keras atau terlalu lunak. Pemanasan menggunakan *LPG* memberikan keunggulan dalam hal pengaturan suhu yang cepat, karena api yang dihasilkan dapat disesuaikan dengan mudah. Namun, pemanasan yang terlalu cepat bisa menyebabkan gula terbakar, mengakibatkan rasa permen menjadi pahit atau rusak. Oleh karena itu, penting untuk memiliki sistem kontrol suhu yang efektif agar mesin dapat menghasilkan permen dengan kualitas yang konsisten (Apriani dkk, 2021).

Pengaturan suhu dalam mesin pembuat permen dapat dilakukan dengan menggunakan termometer yang terhubung ke sistem kontrol otomatis. Sensor suhu yang terintegrasi dalam mesin dapat membantu operator mengontrol pembakaran *LPG* secara otomatis, mencegah pemanasan berlebih atau kurang. Dengan kontrol suhu yang tepat, bahan-bahan permen dapat dipanaskan dengan benar, menghasilkan tekstur yang diinginkan, dan memastikan permen siap untuk dicetak atau dibentuk sesuai dengan desain yang diinginkan.

Efisiensi pemanasan *LPG* sangat bergantung pada desain *burner* dan konfigurasi mesin, serta pemanfaatan energi secara optimal. *Burner LPG* bekerja dengan membakar gas dalam ruang terbatas dan mengarahkan panas ke panci tempat bahan-bahan permen dipanaskan. Efisiensi pembakaran *LPG* dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti tekanan gas, kualitas bahan bakar, dan distribusi api. Mesin pembuat permen yang efisien dalam penggunaan *LPG* dapat mengurangi konsumsi energi dan biaya produksi. Selain itu, efisiensi pembakaran juga dapat mengurangi emisi yang dihasilkan dari pembakaran gas (Ilmiah & Teknika, 2016).

Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi pembakaran adalah dengan menggunakan *burner* yang dilengkapi dengan sistem pembakaran sekunder atau teknologi penghematan energi. Dalam sistem ini, gas yang belum terbakar sepenuhnya dimanfaatkan untuk memanaskan bahan lainnya, sehingga mengurangi pemborosan energi. Dengan demikian, penggunaan *LPG* sebagai sumber energi dapat lebih hemat biaya dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, efisiensi pemanasan ini harus diperhatikan dalam pengembangan mesin pembuat permen untuk mengurangi biaya operasional dan meningkatkan daya saing produk (Pranadji, Djamaludin & Kiftiah, 2010).

Pemanasan bahan baku dalam pembuatan permen tidak hanya mempengaruhi waktu dan energi yang dibutuhkan, tetapi juga mempengaruhi kualitas permen yang dihasilkan. Pemanasan yang tidak tepat bisa mengubah warna, rasa, atau tekstur permen, yang bisa berujung pada produk yang tidak diinginkan. Pemanasan yang berlebihan bisa menyebabkan gula mengkaramelisasi berlebihan, menjadikan permen terlalu keras atau gosong. Sebaliknya, pemanasan yang kurang cukup bisa menghasilkan permen yang teksturnya tidak sesuai, seperti terlalu lembek atau tidak kenyal. Oleh karena itu, pengendalian suhu yang tepat selama pemanasan sangat penting untuk menghasilkan permen dengan kualitas yang baik (Saputrayadi & Alia, 2021).

Proses pemanasan dengan *LPG* memungkinkan penyesuaian suhu yang cepat, memberikan keuntungan dalam kontrol kualitas. Penggunaan teknologi pengatur suhu otomatis memungkinkan produsen untuk memantau suhu dengan cermat dan melakukan penyesuaian jika diperlukan. Dengan sistem ini, mesin pembuat permen dapat menghasilkan permen yang konsisten dalam kualitas, yang sangat penting untuk produksi massal di pasar komersial.

2.3 Proses Pembuatan *Spare Part* Mesin Pembuat Permen

Proses pembuatan *spare part* untuk mesin pembuat permen melibatkan beberapa teknik pengerjaan logam, di antaranya adalah pembubutan, pemesinan *milling*, pengelasan, pengeboran, dan *finishing*. Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing teknik serta fungsinya.

2.3.1 Mesin bubut (*Turning*)



Gambar 2. 3 Mesin Bubut

Mesin bubut adalah mesin perkakas yang proses pemotongan dilakukan dengan pemutaran benda kerja (*turning cutting metal process*). Benda kerja yang diproses adalah benda kerja yang berbentuk silinder baik *solid shaft* ataupun *hollow shaft*. Benda kerja dicekam oleh *chuck*, dalam proses pemotongan tersebut benda kerja berputar sesuai putaran motor yang kita atur, pengaturan putaran motor disesuaikan oleh diameter dari benda kerja. Proses pemotongan menggunakan *tool cutting* yang dipasang pada penjepitnya dan ujung *tool* tersebut sejajar dengan *center* yang dipasang pada *tail stock*.

1. Kecepatan Potong (*Cutting speed – Cs*)

a. Kecepatan Pemotongan untuk Proses Pembubutan Rata

$$Cs = \pi \cdot d \cdot n \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

- Cs : Kecepatan Potong (Meter/menit)
- d : diameter rata- rata benda kerja (mm)
- n : putaran mesin/bendakerja (putaran/menit - Rpm)
- π : nilai konstanta = 3,14

b. Kecepatan Pemotongan untuk proses penguliran

$$= \sqrt{\left(\frac{[(\dots)^2 + 2]}{1000} \right)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

- Cs : Kecepatan Potong (Meter/menit)
- P : jarak *pitch* (mm)
- D : diameter rata- rata benda kerja (mm)

2. Kecepatan Putaran Mesin Bubut (*Rotation Per Menit -RPM*)

Kecepatan potong adalah kecepatan relatif antara pahat dan benda kerja, biasanya dinyatakan dalam m/menit. Umumnya, nilai

kecepatan potong tergantung pada material yang dipotong dan jenis pahat yang digunakan.

$$= \frac{1000 \cdot \dots}{\dots} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

- N : Putaran (rpm)
- d : diameter rata- rata benda kerja (mm)
- Cs : kecepatan potong (meter/menit)
- π : nilai konstanta = 3,14

3. Kecepatan Pemakanan (*feeding speed – Vf*)

$$= \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

- Vf : Kecepatan Pemakanan (mm/menit)
- f : besar pemakanan atau bergesernya pahat (mm/putaran)
- n : putaran mesin (RPM)

4. Waktu Pemesinan (tc)

a. Waktu Pemesinan Bubut Rata

$$= \dots \dots \dots (2.5)$$

- tc : Waktu Pemesinan Bubut Rata (menit)
- Lt : Panjang pembubutan rata
- Vf : Kecepatan pemanakan

b. Waktu Pemesinan Bubut Muka (*Facing*)

$$= \dots + \dots - + \dots \dots \dots (2.6)$$

2

$$= \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

- Lt : Panjang pembubutan rata (mm)
Vf : Kecepatan pemanakan (mm/menit)
D : diameter benda kerja
F : gerak makan dalam satu putaran (mm/putaran)
n : putaran *spindle*/benda kerja (RPM)
 ℓ : Panjang pembubutan rata (mm)
 ℓ_a : jarak *start* pahat (mm)

3.5.2 Pemesinan *Turning*

Pemesinan *turning* adalah proses permesinan dimana menggunakan *single* atau satu alat berupa pahat atau pembuang sebagian material dari permukaan benda kerja dalam bentuk bram melalui putaran dari benda kerja silinder (Rekayasa dkk, 2022).

2.3.2 *Metal Cutting*

Metal cutting adalah serangkaian langkah yang dilakukan untuk memotong atau menghilangkan material dari benda kerja untuk membentuk komponen logam dengan dimensi dan bentuk tertentu. Proses ini menggunakan alat pemotong yang biasanya lebih keras dari bahan yang dipotong dan terjadi dengan cara mengikis material dari benda kerja. *Metal cutting* adalah salah satu proses manufaktur yang sangat penting dalam produksi berbagai komponen logam di berbagai industri.

2.3.3 Pengelasan (*Welding*)

Pengelasan adalah proses penyambungan logam dengan panas yang tinggi, yang digunakan untuk menyatukan berbagai bagian logam dalam mesin. Teknik ini terutama digunakan pada rangka mesin dan komponen yang membutuhkan sambungan permanen. Menurut penelitian oleh (Perawatan dkk, 2019), pengelasan sangat efektif untuk meningkatkan kekuatan sambungan logam, terutama pada struktur mesin yang harus menahan beban besar dan getaran selama operasi.



Gambar 2. 4 Mesin Las

Berikut ini adalah beberapa perhitungan dasar yang sering digunakan dalam pengelasan:

1. Perhitungan Daya Las

Daya yang dibutuhkan untuk proses pengelasan dapat dihitung dengan rumus:

$$P = I \times U \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

P : daya (*watt*)

I : arus las (*ampere*)

U : tegangan las (*volt*)

2. Perhitungan Waktu Pengelasan

Waktu pengelasan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$= \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

t : waktu pengelasan (*detik*)

L : panjang sambungan las (*meter*)

v : kecepatan pengelasan (*meter/detik*)

3. Perhitungan Kebutuhan Elektrode

Jumlah elektrode yang dibutuhkan dapat dihitung berdasarkan panjang sambungan dan konsumsi elektrode per panjang tertentu. Konsumsi elektrode biasanya diberikan dalam satuan gram per meter. Waktu pengelasan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$= \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana:

M : massa elektrode yang dibutuhkan (gram)

L : panjang sambungan las (meter)

Pe : konsumsi elektrode per meter sambungan (gram/meter)

4. Perhitungan Ketebalan Sambungan

Untuk menentukan ketebalan sambungan las yang dibutuhkan, dapat menggunakan rumus berdasarkan jenis material dan keinginan kekuatan sambungan. Ketebalan sambungan las (t) dapat dihitung sebagai berikut:

$$= 0 \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana:

t : ketebalan sambungan las (mm)

k : faktor ketebalan (tergantung jenis sambungan dan material)

t0 : ketebalan material dasar (mm)

5. Perhitungan Pengaruh Suhu Pengelasan

Suhu pengelasan mempengaruhi sifat material dan kualitas las. Penghitungan suhu pengelasan dapat dilakukan dengan memperkirakan jumlah energi yang diserap selama proses pengelasan:

$$Q = \eta \times I \times U \times t \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana:

- Q : jumlah energi (*joule*)
H : efisiensi proses pengelasan
I : arus las (*ampere*)
U : tegangan las (*volt*)
T : waktu pengelasan (detik)

6. Perhitungan Kekuatan Sambungan Las

Kekuatan sambungan las dapat dihitung berdasarkan kekuatan tarik material dasar dan desain sambungan las. Salah satu pendekatan umum adalah dengan menggunakan rumus kekuatan tarik sambungan las (F):

$$F = \sigma \times A \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana:

- F : kekuatan sambungan las (N)
 Σ : tegangan tarik material dasar (N/m² atau *Pascal*)
A : luas penampang sambungan las (m²)

Berikut Jenis – jenis Pengelasan:

1. *SMAW (Shield Metal Arc Welding)* yang dikenal sebagai pengelasan elektroda terbungkus atau pengelasan busur manual. Dalam proses ini, elektroda dengan lapisan pelindung digunakan untuk menghasilkan busur dan juga memberikan pengisian logam.
2. *MIG (Metal Inert Gas)* Pengelasan dengan kawat elektrode yang dipasok secara otomatis dan gas pelindung inert (seperti argon) untuk melindungi area las dari oksidasi dan kontaminasi.
3. *MAG (Metal Asctive Gas)* Mirip dengan *MIG*, namun menggunakan gas aktif seperti karbon dioksida (CO₂) sebagai pelindung. Proses ini lebih sering digunakan untuk pengelasan logam karbon.

4. *TIG (Tungsten Inert Gas)* Menggunakan elektroda *tungsten* yang tidak habis terpakai dan gas pelindung *inert* untuk menghasilkan pengelasan yang sangat bersih dan presisi. Proses ini sering digunakan untuk material tipis dan presisi tinggi.

2.3.4 Pengeboran (*Drilling*)

Mesin bor adalah suatu jenis mesin memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan lubang). Sedangkan pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor.



Gambar 2. 5 Mesin Bor

Untuk mencari gaya tekan pengeboran menggunakan persamaan. *Cutting speed* (vc) untuk semua jenis bahan sudah dibakukan berdasarkan jenis bahan alat potong. Tabel dibawah ini memperlihatkan *cutting speed* untuk mata bor.

Tabel 2. 1 *Cutting speed* untuk mata bor

Jenis Bahan	Carbide Drills Meter/Menit	HSS Drills Meter/Menit
Aluminium dan paduannya	200–300	80–150
Kuningan dan Bronze	200–300	80–150
Bronze liat	70–100	30–50
Besi tulang lunak	100–150	40–75
Besi tulang sedang	70–100	30–50
Tembaga	60–100	25–50
Besi tempa	80–90	30–45
Magnesium dan paduannya	250–400	100–200
Monel	40–50	15–25
Baja mesin	80–100	30–55
Baja lunak	60–70	25–35
Baja alat	50–60	20–30
Baja tempa	50–60	20–30
Baja dan paduannya	50–70	20–35
Stainless steel	60–70	25–35

2.3.5 Proses *Grinding* (Penggerindaan)

Penggerindaan digunakan untuk memperhalus permukaan komponen atau memastikan dimensi komponen sesuai dengan toleransi yang diinginkan. Komponen seperti poros dan bantalan sering kali membutuhkan proses *grinding* untuk meningkatkan ketahanan aus dan kehalusan permukaan. Proses *grinding* membantu meningkatkan presisi dan kualitas permukaan pada komponen berbahan logam, sehingga sangat penting dalam komponen-komponen yang bekerja dalam kondisi gesekan tinggi.



Gambar 2. 6 Mesin Gerinda

Kecepatan keliling roda gerinda (*Peripheral operating speed - POS*) disesuaikan dengan tingkat kekerasan atau jenis keratan atau jenis perekat. Kecepatan keliling terlalu rendah membuat butiran mudah lepas, dan sebaliknya jika kecepatan keliling terlalu tinggi akan terlihat proses penggerindaan seperti keras sehingga akan berakibat roda gerinda mudah pecah. Kecepatan keliling roda gerinda dapat dihitung dengan rumus:

$$POS = (\pi \times D \times N) \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

- POS* : (meter.detik)
- π : 3,14 (konstanta pi)
- D* : diameter roda gerinda dalam meter
- N* : kecepatan putaran (RPM).

2.3.6 Proses *Finishing*

Finishing adalah proses akhir yang bertujuan untuk meningkatkan tampilan, daya tahan, dan ketahanan korosi pada komponen. Metode *finishing* meliputi pelapisan krom atau anodisasi dan pengecatan. *Finishing* yang baik dapat meningkatkan umur pakai *spare part*, yang menemukan bahwa pelapisan krom dapat memperpanjang umur komponen hingga 20% pada aplikasi mesin berbasis logam.

2.4 Kedataran

Kedataran (*flatness*) adalah salah satu unsur toleransi geometrik yang digunakan dalam sistem *Geometric Dimensioning and Tolerancing (GD&T)* untuk memastikan bahwa suatu permukaan berada pada bidang datar yang ideal dalam batas deviasi tertentu. Artinya, seluruh titik pada permukaan benda harus berada di antara dua bidang sejajar yang dipisahkan oleh jarak tertentu sesuai nilai toleransi yang ditetapkan (Collet D, 2013) (Kalpakjian S & Schmid S, 2014).

Kedataran tidak merujuk pada orientasi permukaan terhadap datum atau referensi tertentu, melainkan hanya menilai kondisi kerataan permukaan itu sendiri. Hal ini sangat penting dalam proses manufaktur,

karena permukaan yang tidak datar dapat menyebabkan masalah pada proses perakitan, kinerja mekanis, hingga umur pakai komponen.

Beberapa faktor yang memengaruhi kedataran permukaan antara lain:

1. Metode pemesinan (misalnya *milling*, *grinding*, *turning*).
2. Kondisi pahat dan mesin (keausan pahat, getaran mesin, rigiditas sistem).
3. Jenis material yang dikerjakan.
4. Proses perlakuan panas yang dapat memengaruhi deformasi material.

Pengukuran kedataran dapat dilakukan menggunakan beberapa alat, seperti *dial indicator* dengan *surface plate*, *autocollimator*, *Coordinate Measuring Machine (CMM)*, atau *laser interferometer*.

Kedataran umumnya dinyatakan dalam satuan mikrometer (μm) atau milimeter (mm), tergantung tingkat presisi yang dibutuhkan. Semakin kecil nilai toleransi kedataran, semakin tinggi pula biaya produksi karena membutuhkan proses *finishing* seperti *grinding* atau *lapping*.