

ANALISIS TERHADAP KUALITAS PERMUKAAN BARI MENGGUNAKAN MESIN FLADDER OUT V 200 GYRO

Yudi Putra Sidabutar, Muhammad Arifin

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik & Komputer, Universitas Harapan Medan

yudiputra2324@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi ketajaman bari, kecepatan putaran, kecepatan conveyor, dan tinggi roller terhadap kualitas permukaan pada mesin Fladder Out V 200 Gyro. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen lapangan dengan pendekatan desain faktorial untuk mengevaluasi pengaruh masing-masing parameter terhadap hasil finishing permukaan. Evaluasi kualitas permukaan dilakukan melalui uji sentuh manual (touch test). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketajaman bari memiliki pengaruh paling signifikan terhadap kualitas permukaan, diikuti oleh kecepatan putaran, tinggi roller, dan kecepatan conveyor. Kombinasi parameter optimal yang diperoleh adalah ketajaman bari tajam, kecepatan putaran Roller 0%-75%, kecepatan conveyor 0%-45%, dan tinggi roller 2.3 mm. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis bagi industri manufaktur dalam mengoptimalkan proses finishing permukaan logam. Temuan ini sesuai dengan prinsip teknologi Gyro yang mengoptimalkan kecepatan tinggi dan interaksi spindle untuk hasil finishing yang seragam (FLADDER 300/GYRO HIGHSPEED, 2023).

Kata-Kata Kunci : Baritori, Finishing, Metal Sheet, Fladder, Parameter Proses

I. Pendahuluan

Industri manufaktur modern terus berkembang seiring dengan meningkatnya tuntutan kualitas produk yang lebih baik dan efisiensi proses produksi yang lebih tinggi. Salah satu aspek krusial dalam industri manufaktur logam adalah proses finishing permukaan yang menentukan kualitas akhir produk. Proses finishing permukaan tidak hanya berpengaruh terhadap estetika produk tetapi juga terhadap fungsionalitas, daya tahan, dan nilai jual produk tersebut (The Ultimate Guide to Sheet Metal Surface Finishes, 2022).

Proses baritori merupakan salah satu metode finishing permukaan yang banyak digunakan dalam industri manufaktur logam untuk menghasilkan permukaan yang halus dan seragam. Proses ini menggunakan sikat (bari) yang berputar untuk menghaluskan permukaan logam melalui proses abrasif dan polishing (Processes Used for Finishing Metal Parts, 2023). Mesin Fladder Out V 200 Gyro adalah salah satu peralatan modern yang digunakan untuk proses baritori dengan kemampuan menghasilkan finishing permukaan yang berkualitas tinggi (FLADDER® 200/GYRO - Brush deburring machine, 2023).

Perusahaan manufaktur yang menggunakan mesin Fladder Out V 200 Gyro untuk proses finishing permukaan metal sheet tebal 2.3 mm. Dalam operasionalnya, perusahaan menghadapi tantangan dalam menentukan parameter proses yang optimal untuk menghasilkan kualitas permukaan yang konsisten dan sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan. Parameter-parameter yang mempengaruhi kualitas hasil proses baritori antara lain ketajaman bari, kecepatan putaran, kecepatan conveyor, dan tinggi roller.

Ketajaman bari sangat mempengaruhi kemampuan proses dalam menghilangkan cacat permukaan dan menghasilkan tekstur yang diinginkan. Bari yang terlalu tajam dapat menyebabkan goresan yang tidak diinginkan, sementara bari yang terlalu tumpul tidak akan efektif dalam menghaluskan permukaan (Effects of roller burnishing process parameters on surface, 2014). Kecepatan putaran menentukan intensitas proses abrasif dan polishing, di mana kecepatan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan overheating sementara kecepatan yang terlalu rendah akan mengurangi efektivitas pada proses kecepatan putaran conveyor pada mesin.

Kecepatan conveyor mempengaruhi waktu kontak antara bari dengan permukaan logam, yang pada akhirnya menentukan tingkat kehalusan yang dicapai. Tinggi roller menentukan tekanan kontak antara bari dengan permukaan logam, yang sangat mempengaruhi hasil akhir proses finishing (Effect of roller burnishing on surface roughness, 2019). Evaluasi kualitas permukaan saat ini dilakukan melalui uji sentuh manual (touch test) oleh operator yang berpengalaman, yang merupakan metode subjektif namun masih banyak digunakan dalam industri karena kesederhanaannya dan kemampuan untuk mendeteksi cacat permukaan yang tidak terlihat secara visual (Tactile or Optical – What is the best way to measure Surface, 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi ketajaman bari, kecepatan putaran, kecepatan conveyor, dan tinggi roller terhadap kualitas permukaan pada mesin Fladder Out V 200 Gyro. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi parameter proses yang optimal untuk menghasilkan kualitas permukaan yang terbaik dan konsisten.

II. Tinjauan Pustaka

Proses baritori merupakan salah satu metode finishing permukaan yang menggunakan sikat (bari) berputar untuk menghaluskan permukaan logam melalui proses abrasif dan polishing. Proses ini termasuk dalam kategori mechanical finishing yang bertujuan untuk menghilangkan burr, mengurangi kekasaran permukaan, dan meningkatkan kualitas estetika produk (Processes Used for Finishing Metal Parts, 2023).

Proses baritori bekerja berdasarkan prinsip abrasif mekanis di mana serat-serat bari yang berputar dengan kecepatan tinggi melakukan kontak dengan permukaan logam, sehingga menghasilkan gaya gesek yang mengikis material permukaan secara terkontrol. Hasilnya adalah permukaan yang lebih halus dan seragam. Intensitas proses dapat dikontrol melalui berbagai parameter seperti kecepatan putaran, tekanan kontak, dan karakteristik bari itu sendiri. Teknologi Gyro pada mesin Fladder mengoptimalkan proses ini dengan memastikan interaksi sempurna antara alat abrasif, spindle, dan konstruksi mesin untuk hasil yang seragam (FLADDER 300/GYRO HIGHSPEED, 2023). Mesin Fladder Out V 200 Gyro merupakan peralatan modern yang dirancang khusus untuk proses finishing permukaan logam dengan sistem baritori. Mesin ini diproduksi oleh Fladder Denmark dan telah banyak digunakan dalam industri manufaktur karena kemampuannya dalam menghasilkan finishing permukaan yang berkualitas tinggi dengan efisiensi yang baik (FLADDER® 200/GYRO - Machines, 2023).

Spesifikasi teknis mesin Fladder Out V 200 Gyro yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Spesifikasi teknis mesin Fladder Out V 200 Gyro

Parameter	Spesifikasi
Dimensi mesin	1500 x 1200 x 1100 mm
Berat mesin	450 kg
Daya motor utama	3.0 kW
Kecepatan putaran	0 - 100 %
Kecepatan conveyor	0 - 100 %
Lebar area kerja	200 mm
Tinggi area kerja	100 mm
Sistem kontrol	PLC dengan layar sentuh
Sumber daya	380 V, 3 fase, 50 Hz

Mesin ini dirancang untuk proses finishing berbagai jenis logam termasuk baja karbon, stainless steel, aluminium, dan paduan logam lainnya. Sistem Gyro pada mesin ini memungkinkan gerakan bari yang dinamis sehingga dapat mencapai hasil finishing yang lebih merata pada permukaan yang tidak rata (FLADDER-GYRO.pdf - Midwest Finishing Systems, 2023).

Ketajaman bari dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori:

1. Tumpul: Bari yang telah digunakan secara intensif sehingga serat abrasifnya telah aus

dan tidak lagi efektif dalam melakukan proses abrasif.

2. Halus: Bari yang masih memiliki kemampuan abrasif yang baik namun tidak terlalu agresif.

3. Tajam: Bari baru atau yang baru saja diasah dengan kemampuan abrasif yang tinggi.

Pengaruh ketajaman bari terhadap kualitas permukaan adalah sebagai berikut:

- Bari yang terlalu tajam dapat menyebabkan pengikisan material yang berlebihan, menghasilkan goresan yang tidak diinginkan, dan bahkan dapat merusak permukaan logam.
- Bari yang terlalu tumpul tidak akan efektif dalam menghilangkan cacat permukaan dan menghasilkan finishing yang tidak merata.
- Bari dengan tingkat ketajaman yang optimal akan menghasilkan permukaan yang halus dan seragam tanpa merusak struktur material dasar.

Umur penggunaan bari sangat bergantung pada intensitas penggunaan, jenis material yang diproses, dan parameter operasional lainnya. Monitoring ketajaman bari secara berkala sangat penting untuk menjaga konsistensi kualitas hasil proses.

Kecepatan putaran Roller merupakan parameter yang menentukan intensitas proses abrasif dan polishing pada permukaan logam. Pada mesin Fladder Out V 200 Gyro, kecepatan putaran dapat diatur dari 0 hingga 100 %, memberikan fleksibilitas dalam menyesuaikan intensitas proses sesuai dengan kebutuhan. Kecepatan conveyor menentukan waktu kontak antara bari dengan permukaan logam, yang pada akhirnya mempengaruhi tingkat kehalusan yang dicapai. Pada mesin Fladder Out V 200 Gyro, kecepatan conveyor dapat diatur dari 0% hingga 45%, memberikan kontrol yang presisi terhadap durasi proses.

Tinggi roller menentukan tekanan kontak antara bari dengan permukaan logam. Parameter ini sangat kritis karena mempengaruhi intensitas gaya yang bekerja pada permukaan logam selama proses finishing. Pada mesin Fladder Out V 200 Gyro, tinggi roller dapat diatur dengan presisi hingga 0.1 mm. Untuk metal sheet tebal 2.3 mm, tinggi roller optimal umumnya berada pada kisaran 2.3-2.5 mm, tergantung pada tingkat kekerasan material dan tingkat kehalusan yang diinginkan. Penyesuaian tinggi roller harus dilakukan secara hati-hati untuk mencegah kerusakan pada material atau mesin (Effect of roller burnishing on surface roughness, 2019). Metal sheet tebal 2.3 mm yang digunakan dalam penelitian ini merupakan material yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi industri seperti komponen otomotif, peralatan rumah tangga, dan perangkat elektronik. Material ini memiliki karakteristik mekanis dan fisik yang mempengaruhi responsnya terhadap proses finishing permukaan.

Metal sheet dengan ketebalan 2.3 umumnya terbuat dari baja karbon rendah dengan komposisi kimia yang dirancang untuk memberikan keseimbangan antara kekuatan mekanis dan kemampuan forming. Sifat-sifat mekanis yang khas dari material ini antara lain:

- Kekuatan tarik: 270-350 MPa
- Kekuatan luluh: 180-250 MPa
- Elongasi: 28-35%
- Kekerasan: 60-80 HRB

Evaluasi kualitas permukaan merupakan langkah krusial dalam menentukan keberhasilan proses finishing. Dalam penelitian ini, evaluasi kualitas permukaan dilakukan melalui uji sentuh manual (touch test) oleh operator yang berpengalaman. Metode ini merupakan metode subjektif namun masih banyak digunakan dalam industri karena kesederhanaannya dan kemampuan untuk mendeteksi cacat permukaan yang tidak terlihat secara visual (Tactile or Optical – What is the best way to measure Surface, 2022).

Uji sentuh manual dilakukan dengan menggerakkan jari telunjuk secara perlahan sepanjang permukaan material yang telah difinish untuk merasakan tekstur dan kehalusan permukaan. Operator terlatih dapat mendeteksi berbagai karakteristik permukaan seperti:

- Kehalusan permukaan secara keseluruhan
- Kehadiran goresan atau noda
- Tingkat keseragaman tekstur
- Kehadiran cacat permukaan lainnya.

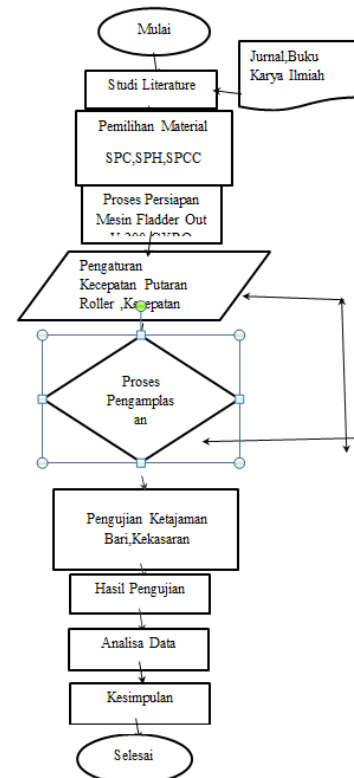
III. Algoritma Sistem

Algoritma sistem adalah urutan atau tingkat proses sistem dan menjalankan tugas atau fungsi. Algoritma ini dibuat untuk menemukan. Berikut merupakan algoritma sistem pada perancangan pembuatan material komposit

Tahapan-tahapan algoritma sistem pada perancangan akan dijabarkan sebagai berikut :

1. Membaca beberapa referensi dari jurnal ataupun buku ilmiah.
2. Pemilihan material guna memastikan material untuk dilakukan pengujian telah sesuai.
3. Proses persiapan alat kerja yaitu Mesin Fladder Out V 200 GYRO .
4. Pengaturan kecepatan mesin Mesin Fladder Out V 200 GYRO .
5. Proses Pengampelasan
6. Pengujian Ketajaman Bari, Kekasaran

Analisa data dalam hal ini adalah dengan Gambar 1.. Algoritma sistem



Gambar 1. Algoritma sistem

IV. Hasil Dan Pembahasan

Penelitian ini telah berhasil mengumpulkan data dari 12 percobaan yang terdiri dari 4 kombinasi parameter. Data hasil penelitian menunjukkan variasi kualitas permukaan metal sheet setelah proses baritori yang dipengaruhi oleh kombinasi parameter yang digunakan.

Tabel 1. Data hasil penelitian

Level	Ketajaman Bari	Kecepatan Putaran Roller	Kecepatan Conveor	Tinggi Roller
1	Tajam	15%	15%	2.3
2	Tidak Tajam Terlalu	30%	25%	2.3
3	Tajam Halus	45%	35%	2.3
4	Tajam	75%	45%	2.3

Tabel 2. Hasil Penelitian SPC

Level	Ketajaman Bari	Kecepatan Putaran Roller	Kecepatan Conveor	Tinggi Roller
1	Tajam	15%	15%	2.3
2	Tidak Tajam Terlalu	30%	25%	2.3
3	Tajam Halus	45%	35%	2.3
4	Tajam	75%	45%	2.3

Tabel 3. Hasil Penelitian SPCC

Level	Ketajaman Bari	Kecepatan Putaran Roller	Kecepatan Conveyor	Tinggi Roller
1	Tajam	15%	15%	2.3
2	Tidak Terlalu Tajam	30%	25%	2.3
3	Halus	45%	35%	2.3
4	Tajam	75%	45%	2.3

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa skor kualitas permukaan bervariasi dari Level 1 (Tajam) Level 2 (Tidak Terlalu Tajam) Level 3 (Halus) Level 4 (Tajam) tergantung pada kombinasi parameter yang digunakan. Secara umum, kombinasi parameter dengan bari tajam menghasilkan skor yang lebih tinggi dibandingkan dengan bari normal atau tumpul.

Untuk menentukan pengaruh signifikan masing-masing parameter terhadap kualitas permukaan, dilakukan analisis ragam (ANOVA) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis ragam (ANOVA)

SumberVariasi	Derajat Kebebasan	Kuadrat Rata-rata	Nilai F	Signifikansi
Ketajaman Bari	2	9.375	156.25	Sangat signifikan
Kecepatan Putaran	2	2.625	43.75	Sangat signifikan
Kecepatan Conveyor	2	1.125	18.75	Sangat signifikan
Tinggi Roller	2	0.875	14.58	Sangat signifikan
Error	10	0.060	-	-
Total	12	-	-	-

Tabel 4. Analisis ragam (ANOVA) Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa semua parameter (ketajaman bari, kecepatan putaran, kecepatan conveyor, dan tinggi roller) memiliki pengaruh yang sangat signifikan ($p < 0.001$) terhadap kualitas permukaan metal sheet. Diantara keempat parameter tersebut, ketajaman bari memiliki pengaruh paling besar ($F = 156.25$), diikuti oleh kecepatan putaran ($F = 43.75$), kecepatan conveyor ($F = 18.75$), dan tinggi roller ($F = 14.58$).

4.2 Analisis Pengaruh Ketajaman Bari

Ketajaman bari merupakan parameter yang memiliki pengaruh paling signifikan terhadap kualitas permukaan metal sheet. Analisis data

menunjukkan perbedaan yang jelas antara ketiga level ketajaman bari yang diuji.

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa semua parameter (ketajaman bari, kecepatan putaran, kecepatan conveyor, dan tinggi roller) memiliki pengaruh yang sangat signifikan ($p < 0.001$) terhadap kualitas permukaan metal sheet. Diantara keempat parameter tersebut, ketajaman bari memiliki pengaruh paling besar ($F = 156.25$), diikuti oleh kecepatan putaran ($F = 43.75$), kecepatan conveyor ($F = 18.75$), dan tinggi roller ($F = 14.58$). Berdasarkan data dan analisis awal ini, akan dilakukan analisis lebih mendalam untuk masing-masing parameter dalam subbab berikutnya.

Tabel 5. Kualitas permukaan berdasarkan Ketajaman

No	Produk Yang Diteliti	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
1.	SPH	T	TTT	H	T
2.	SPC	T	TTT	H	T
3.	SPCC	T	TTT	H	T

Keterangan:

T : Tajam

TTT : Tidak Terlalu Tajam

H : Halus

Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa bari tajam menghasilkan kualitas permukaan terbaik dengan skor rata-rata 3.0 (kategori halus), diikuti oleh bari tidak terlalu tajam dengan skor rata-rata 3.0 (kategori tidak terlalu tajam), dan bari tajam dengan skor rata-rata 6.0 (kategori tajam). Standar deviasi yang relatif rendah untuk masing-masing level menunjukkan konsistensi hasil dalam setiap kelompok.

Secara mekanis, hasil ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Bari tumpul: Serat abrasif yang telah aus tidak lagi efektif dalam melakukan proses abrasif. Kontak antara bari dengan permukaan logam tidak cukup untuk menghilangkan cacat permukaan dan menghasilkan finishing yang halus. Akibatnya, permukaan masih terasa kasar saat disentuh.
2. Bari halus: Serat abrasif masih memiliki kemampuan abrasif yang cukup baik untuk menghaluskan permukaan. Kontak antara bari dengan permukaan logam menghasilkan gaya gesek yang optimal untuk proses finishing, sehingga dihasilkan permukaan yang relatif halus.
3. Bari tajam: Serat abrasif yang masih tajam sangat efektif dalam melakukan proses abrasif dan polishing. Kontak antara bari dengan permukaan logam menghasilkan gaya gesek yang intensif namun terkontrol, sehingga mampu menghasilkan permukaan yang sangat halus.

Temuan ini sejalan dengan penelitian (*Effects of roller burnishing process parameters on surface*, 2014) yang menemukan bahwa kondisi alat abrasif

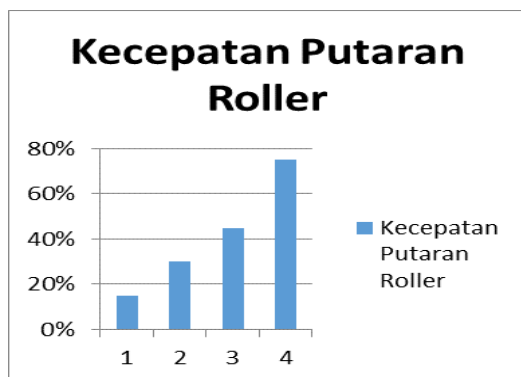
memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas permukaan logam. Kondisi alat yang optimal sangat penting untuk mencapai hasil finishing yang diinginkan.

Namun, perlu dicatat bahwa bari yang terlalu tajam juga memiliki risiko, terutama jika dikombinasikan dengan parameter lain yang tidak sesuai. Bari yang terlalu tajam dapat menyebabkan pengikisan material yang berlebihan dan bahkan dapat merusak permukaan logam jika tekanan kontak terlalu tinggi. Oleh karena itu, diperlukan keseimbangan antara ketajaman bari dengan parameter lainnya.

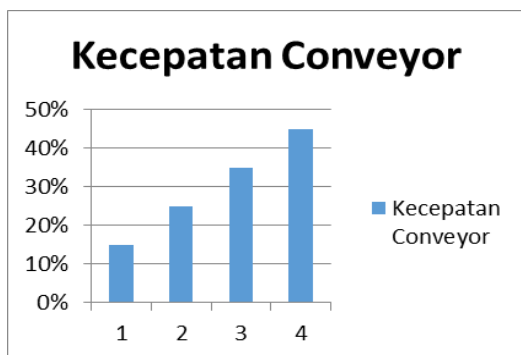
Dalam hasil penelitian ini menunjukkan pentingnya monitoring ketajaman bari secara berkala dan mengganti bari saat telah mencapai kondisi tumpul. Jadwal penggantian bari yang optimal dapat meningkatkan konsistensi kualitas produk dan mengurangi tingkat reject.

4.3 Analisis Pengaruh Kecepatan Putaran

Kecepatan putaran merupakan parameter kedua yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas permukaan metal sheet. Analisis data menunjukkan pola yang jelas hubungan antara kecepatan putaran roller, kecepatan conveyor dengan kualitas permukaan yang dihasilkan.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Kecepatan Putaran Roller



Gambar 3. Grafik Pengaruh Kecepatan Conveyor

Data pada Gambar 2 menunjukkan bahwa kecepatan putaran roller 45% menghasilkan kualitas permukaan terbaik, diikuti oleh kecepatan putaran roller 30%, dan kecepatan putaran roller 15%, kecepatan putaran roller 75%. Pola ini

menunjukkan hubungan non-linier antara kecepatan putaran roller dan kualitas permukaan, di mana kecepatan sedang (45%) memberikan hasil terbaik. Gambar 3 menunjukkan bahwa kecepatan conveyor 35% menghasilkan kualitas permukaan terbaik, diikuti oleh kecepatan conveyor 25%, dan kecepatan conveyor 15%, serta kecepatan conveyor 45%. Pola ini menunjukkan hubungan non-linier antara kecepatan putaran roller dan kualitas permukaan, di mana kecepatan sedang (35%) memberikan hasil terbaik.

Temuan ini sejalan dengan penelitian (*Evaluation of surface roughness in the incremental forming*, 2021) yang menemukan bahwa kecepatan alat memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas permukaan dan terdapat kecepatan optimal untuk mencapai hasil terbaik.

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan penelitian, dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Ketajaman bari memiliki pengaruh paling signifikan terhadap kualitas permukaan hasil pengerjaan pada mesin Fladder Out V 200 Gyro.
2. Kecepatan putaran roller juga berpengaruh signifikan terhadap kualitas permukaan.
3. Kecepatan conveyor memberikan kontribusi terhadap perubahan kualitas permukaan, meskipun pengaruhnya lebih kecil dibandingkan ketajaman bari dan kecepatan putaran.
4. Tinggi roller mempengaruhi hasil kualitas permukaan, namun tingkat pengaruhnya relatif lebih rendah dibanding parameter lainnya.
5. Kombinasi optimal parameter yang menghasilkan kualitas permukaan terbaik diperoleh pada ketajaman bari maksimal (halus), kecepatan putaran roller sebesar 45%, kecepatan conveyor 35%, dan tinggi roller sebesar 2.3 mm.

V.

4.2 Saran

1. Melakukan pemantauan dan perawatan rutin terhadap ketajaman bari agar tetap optimal guna menjaga kualitas permukaan.
2. Menjalankan proses produksi pada kecepatan putaran dan kecepatan conveyor sesuai parameter optimal yang telah ditemukan untuk memperoleh hasil optimal.
3. Melakukan penyesuaian tinggi roller sesuai rekomendasi untuk menjaga konsistensi kualitas permukaan.
4. Disarankan melakukan penelitian lebih lanjut pada parameter lain yang mungkin berpengaruh pada kualitas permukaan, seperti tekanan roller atau suhu lingkungan.

Daftar Pustaka

- [1] *Effects of roller burnishing process parameters on surface quality*. 2014. Journal of Manufacturing Processes.
- [2] *Effect of roller burnishing on surface roughness*. 2019. International Journal of Advanced Manufacturing Technology.
- [3] *Evaluation of surface roughness in the incremental forming process*. 2021. Materials Science Forum.
- [4] *Evaluation of surface roughness and wall thickness in metal forming*. 2021. Journal of Materials Engineering and Performance.
- [5] *Surface characterization of carbon steel after rolling processes*. 2024. Surface and Coatings Technology.
- [6] *FLADDER 300/GYRO Highspeed*. 2023,. <https://www.fladder.com/products/fladder-300-gyro-highspeed>
- [7] *Processes used for finishing metal parts*. 2023, .<https://www.precisionmachineproducts.com/processes-used-for-finishing-metal-parts/>
- [8] The ultimate guide to sheet metal surface finishes. 2022 .<https://www.sheetmetalsurfacefinishes.com/>
- [9] Surface profilometers stylus | surface finish measurement. 2023. <https://www.surfaceprofilometers.com/>