

Pengaruh Variasi Kecepatan Putar Mesin *Polisher* Terhadap Nilai Kekerasan Rockwell (HRB) pada Temperatur Permukaan Baja ST37

Farda Hidayatulloh^{*1}, Siti Adriani^{*}

^{*} Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

¹E-mail: farda7814@gmail.com

Abstrak

Baja ST37 merupakan baja karbon rendah yang aplikasinya sangat luas dalam industri manufaktur, namun memiliki keterbatasan pada tingkat kekerasan permukaannya. Proses preparasi material secara mekanis seperti pemolesan (polishing) dapat menghasilkan panas akibat gesekan yang menyebabkan permukaan material menjadi lebih keras. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan putar mesin polisher terhadap nilai kekerasan Rockwell (HRB) baja ST37, serta memantau kenaikan temperatur permukaannya secara langsung. Pengujian diawali dengan uji validasi yang menunjukkan peningkatan nilai kekerasan yang signifikan, dari rata-rata 72,63 HRB pada sampel tanpa perlakuan menjadi 90,23 HRB setelah pemolesan. Pada pengujian utama, tiga spesimen baja ST37 dipoles menggunakan media abrasif silikon karbida (SiC) grid 200 selama 10 menit dengan variasi kecepatan putar 150 rpm, 250 rpm, dan 350 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan putar mesin berbanding lurus dengan kenaikan temperatur permukaan dan nilai kekerasan. Suhu permukaan tertinggi dicapai pada kecepatan putar 350 rpm yaitu sebesar 53,2 °C, dibandingkan dengan pengujian 250 rpm (51,5 °C) dan 150 rpm (47,3 °C). Sejalan dengan hal tersebut, nilai kekerasan permukaan juga meningkat dari 90,23 HRB pada 150 rpm, menjadi 91,00 HRB pada 250 rpm, dan mencapai angka tertinggi sebesar 91,57 HRB pada putaran 350 rpm. Kesimpulannya, peningkatan kecepatan putar mesin polisher secara efektif meningkatkan kekerasan permukaan material baja ST37.

Kata kunci: baja ST37, polishing, kekerasan Rockwell, kecepatan putar, suhu permukaan.

Abstract

ST37 steel is a low-carbon steel widely used in the manufacturing industry, yet it possesses limitations regarding its surface hardness. Mechanical material preparation processes such as polishing can generate friction-induced heat that causes the material surface to become harder. This study aims to determine the effect of variations in polisher machine rotational speed on the Rockwell hardness (HRB) value of ST37 steel, as well as to monitor its surface temperature increase in real-time. The study began with a validation test which demonstrated a significant hardness increase from an average of 72.63 HRB on the untreated sample to 90.23 HRB after polishing. In the main testing phase, three ST37 steel specimens were polished using silicon carbide (SiC) grit 200 abrasive media for 10 minutes at varying rotational speeds of 150 rpm, 250 rpm, and 350 rpm. The results indicated that the increase in machine rotational speed is directly proportional to the rise in both surface temperature and hardness values. The highest surface temperature was recorded at 350 rpm, reaching 53.2 °C, compared to the 250 rpm (51.5 °C) and 150 rpm (47.3 °C) tests. Correspondingly, the surface hardness value also increased from 90.23 HRB at 150 rpm to 91.00 HRB at 250 rpm, reaching a peak of 91.57 HRB at 350 rpm. In conclusion, increasing the polisher machine's rotational speed effectively increases the surface hardness of ST37 steel.

Keywords: ST37 steel, polishing, Rockwell hardness, rotational speed, surface temperature.

1. Pendahuluan

Material logam, terutama baja, merupakan salah satu material teknik yang paling luas pemanfaatannya dalam bidang manufaktur, konstruksi, maupun permesinan. Salah satu jenis baja yang banyak digunakan adalah baja ST37, yang termasuk ke dalam kategori baja karbon rendah (*mild steel*). Material ini dipilih karena memiliki sifat mudah dibentuk, mudah dilas, serta memiliki kemampuan permesinan yang baik. Berdasarkan klasifikasi standar DIN, baja ST37 mengandung karbon sekitar 0,17% sehingga tergolong sebagai baja struktural dengan kadar karbon rendah [1]. Meskipun demikian, kandungan karbon yang relatif rendah menyebabkan baja ST37 memiliki tingkat kekerasan permukaan yang terbatas. Oleh karena itu, diperlukan pengujian untuk mengetahui karakteristik mekaniknya, khususnya sifat kekerasan.

Kekerasan (*hardness*) merupakan salah satu sifat mekanik yang penting dalam menentukan kualitas suatu material. Kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan material dalam menahan penetrasi, goresan, maupun deformasi plastis lokal yang diakibatkan oleh benda lain yang memiliki tingkat kekerasan lebih tinggi. Nilai kekerasan berkaitan erat dengan kekuatan material, ketahanan terhadap keausan, serta kemampuannya dalam menerima beban mekanis selama masa pemakaian [2]. Dalam industri manufaktur, pengujian kekerasan sering dijadikan sebagai salah satu parameter pengendalian mutu untuk memastikan bahwa komponen yang diproduksi memenuhi spesifikasi dan mampu mengurangi risiko kegagalan saat digunakan.

Terdapat beberapa metode yang umum digunakan dalam pengujian kekerasan logam, antara lain metode Brinell, Vickers, dan Rockwell. Dari ketiga metode tersebut, uji kekerasan Rockwell merupakan metode yang paling banyak diterapkan di dunia industri karena memiliki proses pengujian yang relatif cepat, sederhana, dan tidak memerlukan pengukuran jejak indentasi menggunakan mikroskop sebagaimana pada metode Brinell maupun Vickers [3]. Prinsip kerja metode Rockwell didasarkan pada pengukuran kedalaman penetrasi permanen yang dihasilkan oleh indenter setelah diberikan beban awal (*minor load*) dan beban utama (*major load*). Pengujian ini telah distandarisasi dalam ASTM E18 (*Standard Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials*), yang mengatur prosedur pengujian, jenis skala pengukuran, hingga persyaratan kalibrasi alat uji [3], [4]. Untuk material baja karbon rendah seperti ST37, skala yang umum digunakan adalah Rockwell B (HRB).

Pada proses manufaktur maupun tahap preparasi spesimen, pemolesan (*polishing*) atau penggerindaan (*grinding*) sebagai bagian dari proses abrasif dapat menghasilkan panas akibat gesekan antara permukaan benda kerja dan media abrasif. Besarnya panas yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa parameter proses, seperti kecepatan putaran mesin (*revolutions per minute* atau rpm), kecepatan potong (*cutting speed*), dan kecepatan pemakanan (*feed rate*). Semakin tinggi kecepatan putaran maupun laju pemakanan, maka gaya gesek yang terjadi akan semakin besar sehingga temperatur permukaan benda kerja juga meningkat [5]. Kenaikan temperatur yang disertai deformasi plastis lokal selama proses pemolesan secara teoritis dapat menyebabkan permukaan material menjadi lebih keras, yang berpotensi mengubah nilai kekerasan pada lapisan permukaan material [6], [7]. Walaupun penelitian mengenai kekerasan baja ST37 telah banyak dilakukan, kajian yang secara khusus membahas pengaruh variasi kecepatan putaran mesin polisher terhadap nilai kekerasan Rockwell (HRB) serta perubahan temperatur permukaan yang diukur secara langsung menggunakan *infrared thermometer* (*thermogun*) masih relatif terbatas.

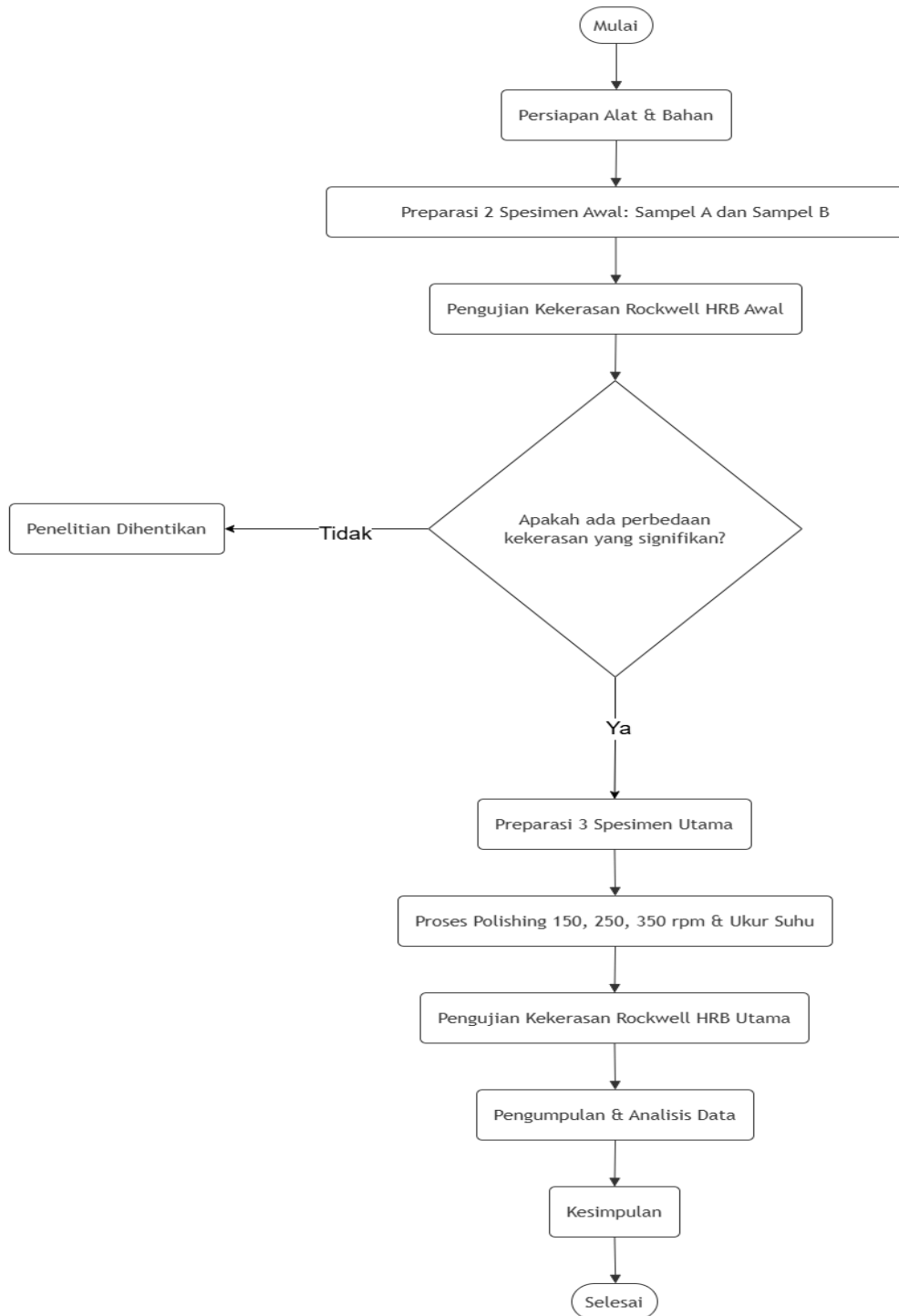
Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh variasi kecepatan putaran mesin polisher terhadap nilai kekerasan baja ST37 yang diukur menggunakan metode Rockwell skala HRB, sekaligus menganalisis peningkatan temperatur permukaan yang terjadi selama proses pemolesan. Sebelum pelaksanaan pengujian utama, dilakukan uji validasi awal menggunakan dua spesimen, yaitu spesimen kontrol dan spesimen yang diberi perlakuan pemolesan, guna memastikan adanya perbedaan nilai kekerasan akibat pengaruh panas yang timbul selama proses tersebut. Setelah validasi menunjukkan adanya perbedaan, penelitian dilanjutkan ke tahap pengujian utama.

Penelitian ini berfokus pada pengujian material baja ST37 dengan variabel bebas berupa variasi kecepatan putaran mesin polisher sebesar 150 rpm, 250 rpm, dan 350 rpm. Variabel terikat yang diukur meliputi pengukuran temperatur akhir permukaan spesimen pada penghujung proses pemolesan selama proses pemolesan serta nilai kekerasan permukaan menggunakan metode Rockwell skala B (HRB) sesuai standar ASTM E18. Penggunaan media abrasif berupa kertas amplas silikon karbida (SiC) grit 200, durasi pemolesan selama 10 menit, tanpa mencakup analisis perubahan struktur mikro material secara mendalam.

Tujuan penelitian ini adalah memverifikasi pengaruh proses pemolesan terhadap kekerasan awal material melalui uji validasi, menganalisis perubahan nilai kekerasan baja ST37 akibat variasi kecepatan putaran mesin polisher menggunakan metode uji kekerasan Rockwell skala HRB sesuai standar ASTM E18, serta mengukur kenaikan temperatur permukaan secara real-time selama proses pemolesan berlangsung. Hasilnya diharapkan menjadi acuan penentuan kecepatan pemolesan yang tepat untuk menjaga kualitas permukaan dan mutu produk.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Diagram Alir Penelitian

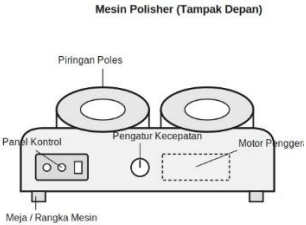
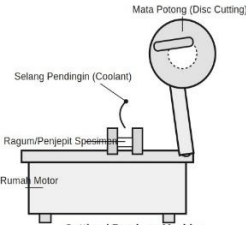
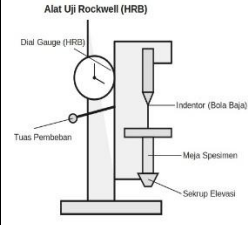
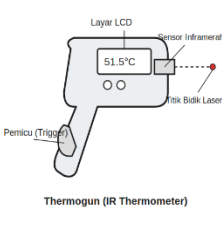
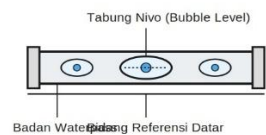
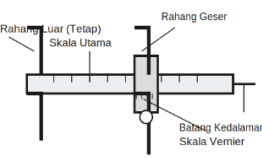
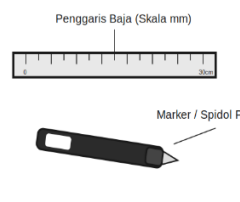


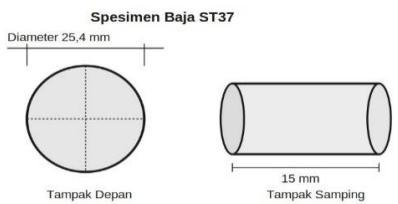
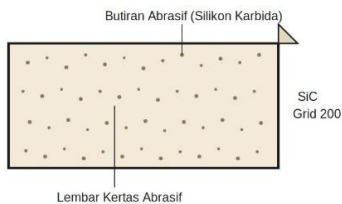
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Alat dan Bahan Pengujian

Guna memperoleh data kecepatan putar mesin, perubahan suhu, dan nilai kekerasan permukaan yang akurat, digunakan serangkaian peralatan yang telah disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Spesifikasi lengkap masing-masing instrumen tersaji dalam tabel berikut:

Tabel 1. Alat dan Bahan

Alat			
<i>Mesin Polisher</i>  Spesifikasi & Ukuran : Kecepatan 100 – 500 rpm, variable Fungsi : Proses <i>grinding</i> & <i>polishing</i> permukaan.	<i>Cutting/Bandsaw Machine</i>  Spesifikasi & Ukuran : <i>Disc cutting</i>, pendingin air Fungsi : Pemotongan spesimen	Alat Uji Rockwell (HRB)  Spesifikasi & Ukuran : Mitutoyo HR-400 Fungsi : Pengukuran nilai kekerasan HRB.	<i>Thermogun (IR Thermometer)</i>  Spesifikasi & Ukuran : <i>Range</i> -50°C s/d 500°C, akurasi ±1°C Fungsi : Mengukur suhu permukaan saat <i>polishing</i>.
<i>Waterpass</i>  Spesifikasi & Ukuran : Presisi tinggi, <i>bubble level</i> Fungsi : Mengukur kerataan permukaan spesimen.	Jangka Sorong (<i>Vernier Caliper</i>)  Spesifikasi & Ukuran : Resolusi 0,02 mm Fungsi : Mengukur dimensi spesimen.	Penggaris Baja & Marker  Spesifikasi & Ukuran : Presisi 0,5 mm Fungsi : Penandaan titik uji dan penomoran.	

Bahan	
Material Baja ST37  Spesifikasi & Ukuran : Baja karbon rendah, Diameter: 25,4 mm, Panjang: 15 mm Fungsi : Benda uji (spesimen) utama penelitian.	Kertas Abrasif  Spesifikasi & Ukuran : Silikon karbida (SiC) <i>Grid</i> 200 Fungsi : Preparasi awal / <i>Finishing</i> permukaan <i>mirror</i>.

Tabel 2. Variasi Pengujian Spesimen

Spesimen	Kecepatan Putar (rpm)	Media Abrasif	Durasi Pemolesan	Parameter Tetap
1	150	SiC Grid 200	10 menit	Kondisi pemolesan dilakukan secara kering tanpa cairan pendingin (dry polishing), serta dimensi spesimen (diameter 25,4 mm, panjang 15 mm) yang diseragamkan
2	250	SiC Grid 200	10 menit	
3	350	SiC Grid 200	10 menit	

2.3 Tahap Uji Validasi Permukaan (Studi Pendahuluan)

Sebelum melakukan pengujian utama terhadap variasi kecepatan putar, dilakukan uji validasi awal menggunakan 2 buah sampel awal untuk memastikan apakah proses pemolesan memberikan pengaruh mekanis yang signifikan terhadap baja ST37 dibandingkan efek panas akibat pemotongan kasar. Prosedur dilakukan sebagai berikut:

1. Dua buah sampel awal dari material induk baja ST37 dipotong menggunakan mesin gerinda potong dengan dimensi yang seragam.
2. Spesimen A : Dibiarkan dalam kondisi mentah setelah pemotongan tanpa diberikan perlakuan pemolesan mekanis (*polishing*). Guna memenuhi syarat kerataan pengujian Rockwell tanpa memicu panas gesek baru, permukaan Spesimen A diratakan secara manual menggunakan kertas amplas.
3. Spesimen B : Diberikan perlakuan pemolesan langsung pada mesin *polisher* menggunakan kertas abrasif *grid* 200 selama durasi 10 menit dengan variasi kecepatan 150 rpm.
4. Lakukan pengujian kekerasan Rockwell skala B (HRB) pada kedua sampel tersebut masing-masing sebanyak 3 titik uji lalu ambil nilai rata-ratanya.
5. Evaluasi Keputusan:
 1. Jika nilai kekerasan Spesimen A dan Spesimen B menunjukkan hasil yang sama atau tidak memiliki perbedaan signifikan, maka efek pemolesan dianggap tidak berpengaruh dan penelitian dihentikan.
 2. Jika nilai kekerasan Spesimen A dan Spesimen B menunjukkan perbedaan hasil yang signifikan (terdapat kenaikan kekerasan pada Spesimen B), maka proses pemolesan dinyatakan valid memberikan efek *work hardening* baru di luar efek panas potong, dan penelitian dilanjutkan ke tahap pengujian utama.

2.4 Pemotongan Spesimen Utama

Jika tahap uji validasi awal pada sub-bab 2.3 mendapatkan hasil yang berbeda (positif), maka prosedur dilanjutkan dengan penyiapan spesimen utama sebagai berikut:

1. Material induk baja ST37 disiapkan kembali di dalam bengkel produksi.
2. Material diukur dan dipotong menggunakan mesin gerinda potong hingga didapatkan 3 buah spesimen utama yang seragam dengan dimensi panjang masing-masing 1 inci (25,4 mm).
3. Sistem pendingin air dipastikan mengalir secara konstan selama pemotongan untuk menjaga keseragaman kondisi awal sifat mekanik material.
4. Dimensi kelurusan permukaan setiap spesimen diperiksa menggunakan jangka sorong (*vernier caliper*) dan ukuran dimensi aktualnya dicatat, lalu kode penomoran (Spesimen 1, 2, dan 3) diberikan.

2.5 Proses (*Polishing*) Utama dan Pengambilan Data Temperatur

Proses pemolesan pada 3 spesimen utama dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Kertas abrasif SiC *grid* 200 dipasang pada piringan mesin *polisher*. Pada penelitian ini, hanya satu tingkatan kertas abrasif (*grid* 200) yang digunakan secara khusus tanpa dilanjutkan ke tingkat yang lebih halus. Hal ini dimaksudkan agar konsistensi tingkat kekasaran media gesek pada seluruh spesimen terjaga, sehingga data perubahan nilai kekerasan murni hanya dipengaruhi oleh variasi parameter kecepatan putar (RPM) mesin, bukan karena pengaruh variasi ukuran *grain* abrasif. Kertas abrasif *grid* 200 dipilih sebagai tahap pengondisian awal permukaan agar bekas pemotongan kasar dapat dihilangkan secara seragam.

2. Kecepatan putar mesin dikondisikan sesuai variabel yang ditentukan pada tiap benda uji, yaitu: Spesimen 1 (150 rpm), Spesimen 2 (250 rpm), dan Spesimen 3 (350 rpm).
3. Temperatur awal (T_0) permukaan spesimen diukur menggunakan *thermogun* sebelum mesin dinyalakan.
4. Proses pemolesan dilakukan secara terus-menerus selama 10 menit. Durasi 10 menit dipilih guna memastikan kondisi stabil (*steady state*) dari panas gesek pada permukaan material dapat tercapai. Kenaikan temperatur permukaan material diukur menggunakan *thermogun* pada akhir proses pemolesan, yaitu tepat pada menit ke-10 (T10), dan dicatat pada lembar data
5. Setelah proses pemolesan selama 10 menit selesai, spesimen dibersihkan dari sisa serbuk karbon abrasif menggunakan aliran air bersih, kemudian dikeringkan menggunakan kain bersih atau *air blower* hingga benar-benar kering sebelum dibawa ke tahap pengujian kekerasan. Langkah pembersihan ini wajib dilakukan agar sisa partikel keras tidak mengganjal landasan (*anvil*) atau indentor yang dapat merusak keakuratan pembacaan alat uji kekerasan.

2.6 Pengujian Kekerasan Rockwell (HRB) Utama

Setelah ketiga spesimen kembali ke suhu ruang normal, pengujian kekerasan akhir dilakukan dengan prosedur:

1. Mesin uji kekerasan Rockwell Mitutoyo HR-400 dikalibrasi.
2. Spesimen diletakkan secara rata di atas *anvil* dan posisinya dipastikan horizontal sempurna menggunakan *waterpass*.
3. Indentor bola baja 1/16 inci diturunkan dan pembebanan diaplikasikan sesuai standar ASTM E18 (beban minor 10 kgf, beban mayor 90 kgf, total 100 kgf).
4. Beban utama dilepaskan secara bertahap dengan waktu penahanan (*dwell time*) selama 10 detik.
5. Pengujian dilakukan sebanyak 3 titik indentasi acak pada setiap spesimen. Jarak antar titik dijaga minimal $3 \times$ diameter indentor agar deformasi plastis sebelumnya tidak mengganggu akurasi.
6. Nilai kekerasan Rockwell (HRB) yang tertera pada *display* digital mesin dibaca.
7. Nilai rata-rata dari ketiga titik pengujian dihitung menggunakan persamaan dasar rerata (*mean*) berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (1)$$

- 1 dimana $\bar{X}$ adalah nilai rata-rata, X_i adalah nilai pada tiap titik uji, dan n adalah jumlah titik pengujian (yaitu 3 titik).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Uji Validasi Awal

Pengujian tahap awal berupa uji validasi kekerasan pada Spesimen A dan Spesimen B menghasilkan data pengukuran sebagai berikut:

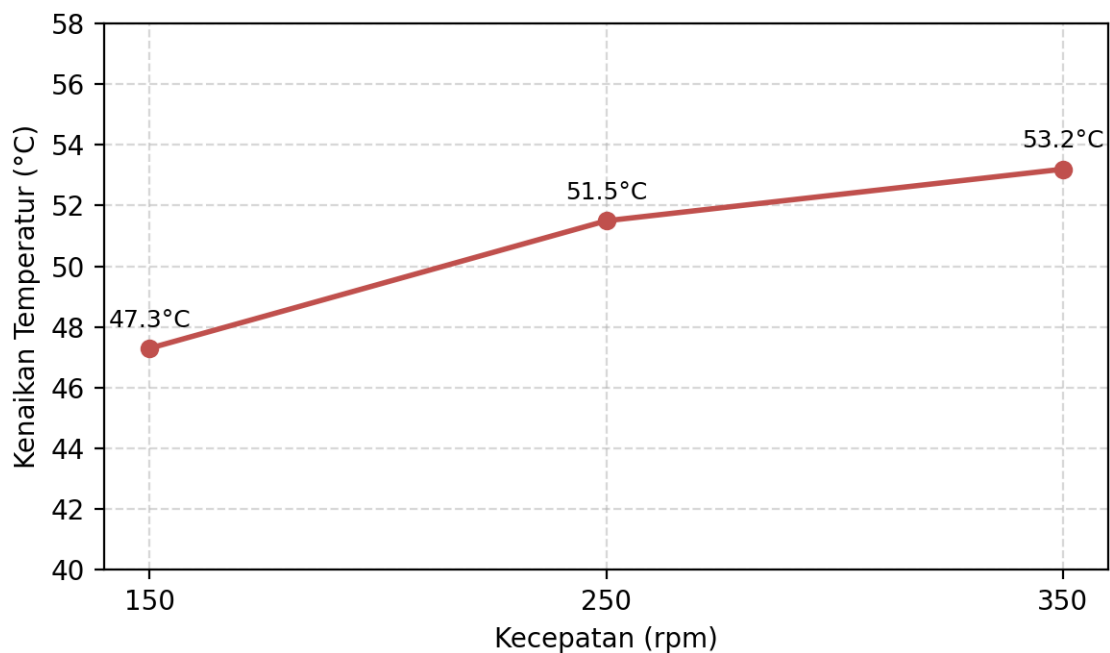
Tabel 3. Data Hasil Uji Validasi Kekerasan

Jenis Spesimen	Titik Uji 1 (HRB)	Titik Uji 2 (HRB)	Titik Uji 3 (HRB)	Nilai Rata-rata (HRB)
Spesimen A	52,9	86,1	78,9	72,63
Spesimen B	90,1	89,6	90,5	90,23

Berdasarkan Tabel 3, terlihat jelas adanya perbedaan nilai kekerasan yang mencolok antara kedua spesimen tersebut. Pada spesimen kontrol yang dibiarkan dalam kondisi aslinya tanpa dipoles menggunakan perputaran mesin, nilai kekerasannya berada di angka rata-rata 72,63 HRB. Angka ini menunjukkan sifat kekerasan bawaan dari material baja karbon rendah ST37. Namun, pada sampel perlakuan yang telah melewati proses pemolesan mekanis selama 10 menit, nilai kekerasannya melonjak hingga menyentuh angka rata-rata 90,23 HRB.

Peningkatan kekerasan ini terjadi karena adanya gesekan yang terus-menerus antara permukaan baja dengan kertas amplas akibat putaran mesin. Gesekan tersebut menghasilkan panas secara konstan. Mengingat tahap uji awal ini telah membuktikan bahwa proses pemolesan mekanis berpengaruh nyata terhadap kenaikan kekerasan material, maka pengujian dilanjutkan ke tahap utama menggunakan variasi kecepatan putaran mesin: 150 rpm, 250 rpm, dan 350 rpm.

3.2 Hasil Pengukuran Temperatur Permukaan



Gambar 2. Pengaruh Kecepatan Putar terhadap Temperatur (°C)

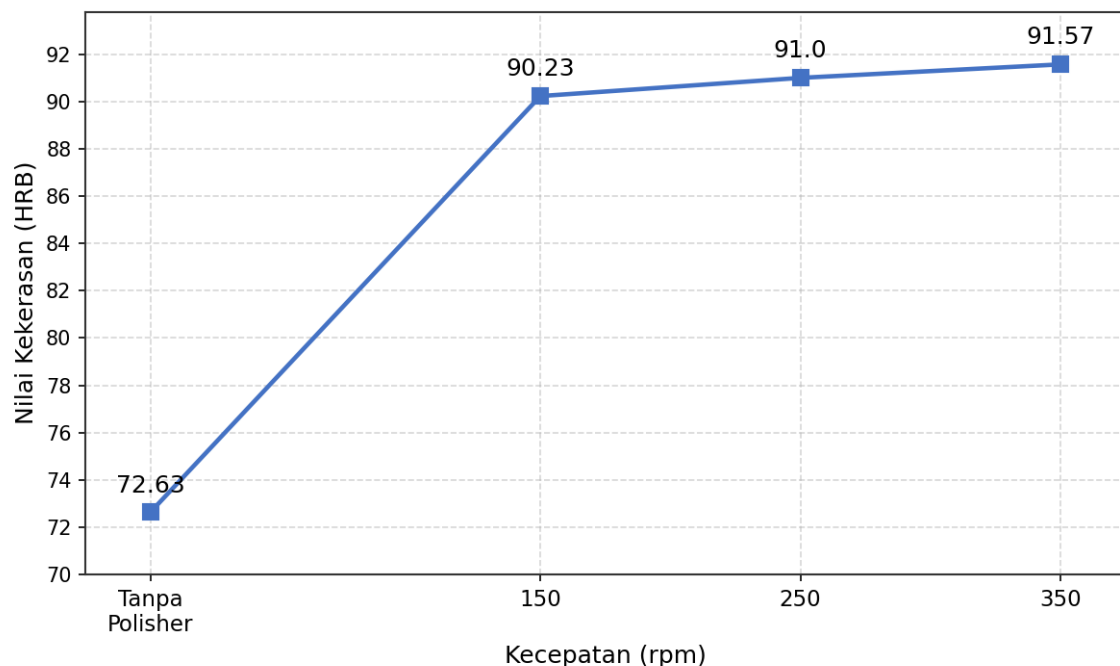
Data suhu permukaan spesimen selama proses pemolesan ditampilkan pada grafik pada gambar 2 tersebut. Suhu permukaan benda uji naik seiring bertambahnya kecepatan putar mesin polisher. Pada kecepatan putar 150 rpm, suhu akhir permukaan baja di menit ke-10 tercatat sebesar 47,3 °C. Suhu ini kemudian naik menjadi 51,5 °C ketika kecepatan putar dinaikkan menjadi 250 rpm, dan mencapai suhu tertinggi sebesar 53,2 °C pada kecepatan putar maksimal 350 rpm. Dari data ini terlihat bahwa kecepatan putar mesin *polisher* berbanding lurus dengan kenaikan suhu permukaan baja ST37, sesuai dengan tujuan penelitian yang ingin mengukur pengaruh keduanya secara langsung.

Kenaikan suhu ini terjadi karena semakin cepat putaran mesin polisher, semakin cepat pula gesekan yang terjadi antara kertas amplas (SiC grid 200) dengan permukaan baja ST37. Gesekan yang lebih cepat menghasilkan panas yang lebih banyak dalam waktu pemolesan yang sama, yaitu 10 menit. Karena pengujian dilakukan dalam kondisi kering tanpa cairan pendingin (*coolant*), panas yang timbul tidak dapat langsung terbuang dan justru menumpuk di permukaan benda kerja. Kondisi inilah yang membuat spesimen pada kecepatan 350 rpm mencapai suhu akhir paling tinggi dibandingkan dua kecepatan lainnya.

Kenaikan suhu permukaan ini penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan hasil uji kekerasan pada bagian berikutnya, sekaligus menjawab tujuan penelitian ini yaitu melihat pengaruh kecepatan putar mesin polisher terhadap suhu dan kekerasan permukaan baja ST37. Semakin tinggi suhu yang timbul akibat gesekan, permukaan baja menjadi semakin keras sehingga lapisan luar material lebih tahan terhadap tekanan indenter saat uji Rockwell. Dengan demikian, data suhu pada gambar 2 ini sejalan dengan data kekerasan pada gambar 3, di mana kecepatan putar tertinggi (350 rpm) menghasilkan suhu sekaligus nilai kekerasan yang paling tinggi pula.

3.3 Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell (HRB) Utama

Setelah ketiga spesimen kembali ke suhu ruang normal laboratorium, pengujian kekerasan dilaksanakan. Data hasil pengujian direkap pada Gambar 3.



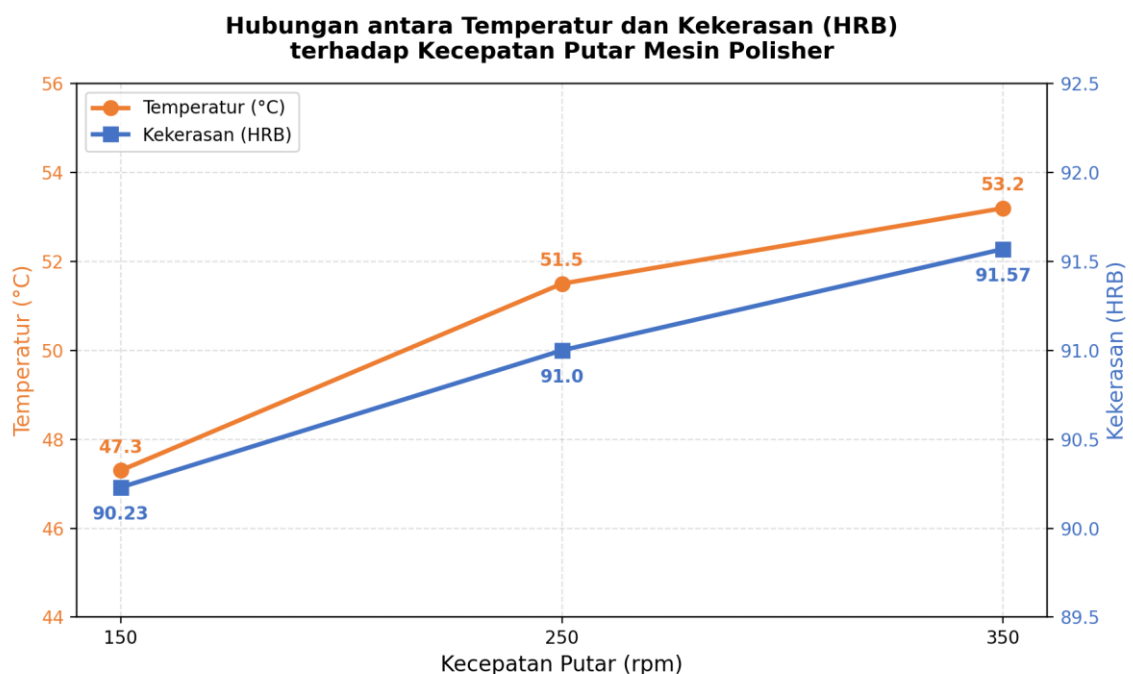
Gambar 3. Nilai Kekerasan (HRB) terhadap Kecepatan Putar (rpm)

Berdasarkan Gambar 3, terlihat titik referensi tanpa proses pemolesan (tanpa polisher) memiliki nilai kekerasan sebesar 72,63 HRB, jauh lebih rendah dibandingkan seluruh spesimen yang telah dipoles. Dari titik referensi tersebut,

dapat diamati dengan jelas sebuah tren peningkatan nilai kekerasan Rockwell (HRB) yang sejalan dengan peningkatan kecepatan putar mesin *polisher*. Pada variasi kecepatan yang paling rendah (150 rpm), nilai kekerasan akhir tercatat sebesar 90,23 HRB. Nilai tersebut kemudian naik secara konsisten menjadi 91,00 HRB pada putaran 250 rpm, dan pada akhirnya mencapai angka tertinggi sebesar 91,57 HRB pada putaran mesin maksimal yaitu 350 rpm. Kenaikan paling signifikan justru terjadi pada tahap awal, yaitu dari kondisi tanpa *polisher* (72,63 HRB) menuju kecepatan 150 rpm (90,23 HRB), dengan selisih mencapai 17,6 HRB. Setelah itu, kenaikan kekerasan pada kecepatan 250 rpm dan 350 rpm cenderung lebih landai, masing-masing hanya sekitar 0,7-1 HRB, yang menunjukkan bahwa proses pemolesan awal memberikan pengaruh paling besar terhadap peningkatan kekerasan permukaan.

Data hasil pengukuran menunjukkan bahwa semakin tinggi pengaturan parameter rpm pada mesin *polisher*, semakin tinggi pula nilai kekerasan permukaan baja yang dihasilkan. Angka rata-rata kekerasan tercatat bergerak naik dari 90,23 HRB (pada 150 rpm) menjadi 91,57 HRB (pada 350 rpm).

Jika ditarik perbandingan dengan sampel baja kontrol di awal yang belum dipoles (dengan nilai kekerasan 72,63 HRB), maka terlihat telah terjadi peningkatan kekerasan material yang sangat drastis. Pada lingkup kerja teknik permesinan dan pembentukan logam, fenomena ini sangat lazim ditemui dan terjadi ketika material logam menerima gesekan mekanis secara terus-menerus yang dibarengi oleh paparan panas (hingga menyentuh 53,2 °C), sehingga lapisan terluar benda kerja tersebut menjadi lebih keras.



Gambar 4. Hubungan antara Temperatur dan Kekerasan (HRB) terhadap Kecepatan Putar (rpm)

Akibat hal tersebut, permukaan baja ST37 menjadi lebih keras dan lebih tahan terhadap tekanan indenter bola baja saat uji Rockwell dilakukan. Hasil ini membuktikan bahwa pengaturan kecepatan putaran mesin *polisher* pada proses preparasi atau *finishing* komponen di bengkel manufaktur berpengaruh langsung terhadap perubahan sifat fisik dan karakteristik mekanik permukaan akhir suatu produk

Kedua gambar tersebut (Gambar 2 dan Gambar 3) mengilustrasikan korelasi yang sangat linier antara kenaikan suhu akibat parameter putaran mesin dengan nilai kekerasan hasil pengujian. Semakin cepat laju putaran

mesin (rpm), maka gaya gesek yang diterima oleh spesimen akan semakin intens. Tingginya intensitas gesekan pada kecepatan 350 rpm tidak hanya menaikkan suhu tertinggi permukaan (mencapai 53,2 °C), tetapi juga mempercepat peningkatan kekerasan pada permukaan benda kerja. Kombinasi antara paparan panas dan gesekan berulang inilah yang membuat permukaan spesimen menjadi lebih keras, sehingga alat indentor uji kekerasan mengalami resistensi yang lebih tinggi.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium dan analisis data yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Proses pemolesan mekanis terbukti memberikan pengaruh mekanis yang nyata terhadap sifat kekerasan baja ST37, di mana uji validasi awal menunjukkan nilai kekerasan rata-rata sampel perlakuan (90,23 HRB) meningkat secara signifikan dibandingkan dengan sampel kontrol tanpa perlakuan (72,63 HRB).
2. Kecepatan putaran mesin *polisher* berpengaruh langsung terhadap peningkatan suhu permukaan spesimen. Temperatur akhir tertinggi didapatkan pada kecepatan 350 rpm yaitu sebesar 53,2 °C, sedangkan suhu akhir terendah didapatkan pada pengujian 150 rpm sebesar 47,3 °C.

4.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian lanjutan ini di masa mendatang adalah sebagai berikut:

1. Menambahkan variasi tingkatan kehalusan media abrasif (seperti penggunaan kertas amplas tingkat lanjut dengan grid 400, 800, atau 1000) untuk menganalisis korelasi gabungan antara ukuran butir abrasif dan kecepatan putar mesin terhadap nilai kekerasan material.
2. Melakukan pengujian struktur mikro menggunakan mikroskop optik atau *Scanning Electron Microscope* (SEM) pasca-pemolesan untuk memverifikasi secara visual bentuk deformasi butir kristal serta penumpukan dislokasi yang terjadi di area permukaan spesimen.
3. Melibatkan variabel penggunaan cairan pendingin (*coolant*) selama proses pemolesan berlangsung guna membandingkan efisiensi pengendalian temperatur serta dampaknya terhadap karakteristik kekerasan akhir material.

5. Daftar Pustaka

- [1] F. Taruyun Hudeardo Sinaga, E. Putra Dairi Boangmanalu, J. Fan Ht Saragi, and A. Bahri Pratama, "Analisis Sifat Mekanik Material Plat Baja ST 37 Dengan Metode Brinell Hardness," *Atech-i*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, May 2024, doi: 10.55043/atech-i.v1i2.19.
- [2] R. T. Jayanti, "Studi Pengujian Sifat Mekanik Material Baja ST-37," vol. 29, 2021.
- [3] J. Prihartono and I. Nurdiansyah, "PERANCANGAN ALAT UJI KEKERASAN METODE BRINELL DAN ROCKWELL BERDASARKAN VDI 222".
- [4] "Rockwell hardness testing: ISO 6508, ASTM E18 | ZwickRoell".
- [5] B. Pradipto and A. H. A. Rasyid, "PENGARUH KECEPATAN PUTAR MESIN GRINDING DAN POLISH TERHADAP KUALITAS BENDA UJI," vol. 05, 2018.
- [6] T. Zhang *et al.*, "Surface Integrity in the Grinding of Hardened AISI D2 Steel," *Materials*, vol. 18, no. 4, p. 814, Feb. 2025, doi: 10.3390/ma18040814.
- [7] A. Stanisławska, D. Moszczyńska, J. Mizera, P. Cavaliere, and M. Szkodo, "Impact of Grinding Depth on

Dislocation Structures and Surface Hardening in C45 Steel,” *Materials*, vol. 18, no. 16, p. 3870, Aug. 2025, doi: 10.3390/ma18163870.