

ANALISIS KOMPARASI PENYEBAB KERUSAKAN PADA PROSES PRODUKSI BALLCRANK DAN KNOB PADA PROSES INJECTION MOULDING

Rajab Arif Solekhudin¹, Margono Sugeng²

^{1,2}Universitas Dian Nusantara

Email: 511211029@mahasiswa.undira.ac.id¹, margono.sugeng@undira.ac.id²

Abstrak: Proses injection moulding merupakan metode penting dalam industri manufaktur plastik, namun sering dihadapkan pada permasalahan cacat produk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komparatif penyebab kerusakan pada dua komponen plastik—Ballcrank dan Knob—yang diproduksi di PT. Shinsei Denshi Indonesia. Fokus utama penelitian adalah jenis kerusakan short mold, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti desain produk, parameter proses (tekanan, suhu, waktu pendinginan), serta kondisi cetakan. Metode penelitian meliputi observasi langsung, dokumentasi produksi, dan analisis data statistik terhadap 100 sampel masing-masing produk selama tujuh hari produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk Ballcrank memiliki tingkat kerusakan sebesar 9,14%, lebih tinggi dibandingkan Knob sebesar 7,57%. Hal ini disebabkan oleh desain Ballcrank yang lebih kompleks, distribusi material yang tidak merata, dan sensitivitas terhadap variasi proses. Sebaliknya, Knob cenderung lebih stabil karena bentuknya yang sederhana. Penelitian ini memberikan rekomendasi berupa penyesuaian parameter proses, peningkatan kontrol kualitas, dan perawatan cetakan secara berkala untuk menekan tingkat kerusakan. Hasil ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk, serta menjadi acuan bagi pengembangan proses manufaktur yang lebih andal dalam industri plastik.

Kata Kunci: *Injection Moulding, Short Mold, Ballcrank, Knob, Kerusakan Produk, Parameter Proses.*

Abstract: *Injection moulding is a crucial method in the plastic manufacturing industry but often faces challenges related to product defects. This study aims to comparatively analyze the causes of damage in two plastic components—Ballcrank and Knob—produced at PT. Shinsei Denshi Indonesia. The primary focus is on short mold defects, taking into account factors such as product design, process parameters (pressure, temperature, cooling time), and mold condition. The research methods include direct observation, production documentation, and statistical data analysis on 700 samples of each product over a seven-day production period. The results show that the Ballcrank product has a higher defect rate of 9.14% compared to 7.57% for the Knob. This is mainly due to the Ballcrank's more complex geometry, uneven material flow, and higher sensitivity to process variations. In contrast, the Knob is more stable due to its simpler design. The study provides recommendations such as adjusting process parameters, improving quality control, and performing regular mold maintenance to reduce defect rates. These findings are expected to enhance production efficiency and product quality, and serve as a reference for developing more reliable manufacturing processes in the plastics industry.*

Keywords: *Injection Moulding, Short Mold, Ballcrank, Knob, Product Defects, Process Parameters.*
Keywords: *Abstract Keywords.*

PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur yang pesat menuntut perusahaan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi guna menghadapi kompetisi global. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan memperpanjang masa pakai fasilitas produksi dan mengurangi kerugian akibat kerusakan komponen produksi. Dalam konteks ini, komponen seperti ballcrank dan knob memainkan peran penting dalam sistem otomotif. Komponen ballcrank dan knob sering terbuat dari bahan plastik seperti Nylon-6 dan ABS, yang dipilih karena sifat mekaniknya yang baik dan kemudahan dalam proses manufaktur. Namun, penggunaan bahan plastik juga menghadirkan tantangan, terutama terkait dengan keausan dan kerusakan material akibat beban mekanis dan lingkungan operasional. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perubahan material dan proses produksi dapat mempengaruhi kinerja dan daya tahan komponen plastik. Misalnya, studi oleh Sharma et al. (2015) menunjukkan bahwa penggunaan Nylon-6 pada knob dapat meningkatkan kekuatan impak dan mengurangi biaya produksi dibandingkan dengan penggunaan Bakelite. Selain itu, penelitian oleh Schlagenhauf et al. (2022) mengungkapkan bahwa keausan pada komponen mekanik dapat dideteksi secara visual, yang penting untuk pemeliharaan preventif dan perpanjangan umur pakai komponen. Kerusakan pada ballcrank dan knob dapat mengakibatkan downtime produksi yang signifikan dan potensi kecelakaan kerja. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis terhadap penyebab kerusakan dan mencari solusi untuk meningkatkan keandalan komponen tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerusakan material pada ballcrank dan knob berbahan plastik dalam industri manufaktur, serta memberikan rekomendasi berbasis data untuk perbaikan desain dan proses produksi.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang ditampilkan dalam diagram alir. Diagram ini menggambarkan alur proses penelitian dari awal hingga akhir secara sistematis untuk mempermudah pemahaman terhadap langkah-langkah yang dilakukan. Adapun tahapan metode penelitian adalah :

Identifikasi masalah yang ada, yaitu kualitas produk ballcrank dan knob berbahan plastik yang dihasilkan melalui proses injection molding. Dalam konteks teknik mesin, masalah

ini berkaitan dengan parameter proses produksi, seperti suhu leleh, tekanan injeksi, waktu penahanan, dan desain cetakan.

Menentukan tujuan dan batasan masalah Langkah ini bertujuan untuk memperjelas arah penelitian. Tujuan penelitian menjelaskan apa yang ingin dicapai, yaitu menganalisis penyebab kerusakan pada produk Ballcrank dan Knob dalam proses injection moulding. Studi pustaka dan studi lapangan pada tahap ini, peneliti mengumpulkan informasi dari dua sumber.

Proses pengambilan data meliputi pengumpulan data cacat produk secara sistematis. Data diambil dari laporan produksi, laporan inspeksi, dan pengamatan langsung.

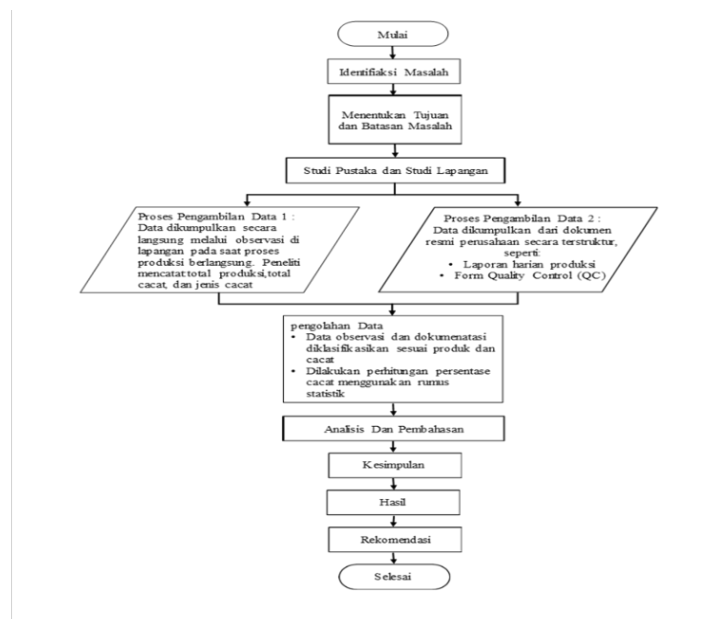
Pengolahan data data yang dikumpulkan ditabulasi dan diolah menggunakan rumus statistik, seperti menghitung persentase kerusakan dan melakukan uji T untuk mengetahui apakah perbedaan kerusakan antara Ballcrank dan Knob signifikan.

Analisis dan Pembahasan tahapan ini membahas hasil pengolahan data. Peneliti mencari hubungan antara jenis cacat dan faktor penyebabnya.

Kesimpulan merupakan rangkuman dari hasil analisis yang menjawab rumusan masalah. Kesimpulan menegaskan jenis cacat yang paling sering terjadi. Hasil Bagian ini menyajikan data dalam bentuk tabel, grafik, dan deskripsi ringkas. Ditampilkan persentase kerusakan.

Rekomendasi Berdasarkan hasil dan kesimpulan, diberikan saran untuk perbaikan proses produksi, seperti pengaturan parameter mesin, desain cetakan, atau prosedur quality control. Tujuannya agar cacat dapat dikurangi pada produksi berikutnya.

Selesai Diagram alir penelitian “Analisis komparasi penyebab kerusakan pada proses produksi Ballcrank dan Knob Dengan menggunakan proses injection Moulding” terdapat pada gambar berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Prosedur Pengambilan DataProsedur pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis dan terstruktur guna mendapatkan informasi yang akurat mengenai jenis kerusakan pada produk Ballcrank dan Knob. Observasi Langsung Observasi dilakukan secara langsung di area produksi PT. Shinsei Denshi Indonesia. Peneliti mengamati proses injection moulding mulai dari tahap persiapan bahan baku, pencetakan, pendinginan, hingga proses inspeksi akhir. Dokumentasi Internal

peneliti juga mengumpulkan data dari dokumentasi internal perusahaan. Sumber data ini meliputi:Laporan produksi harian dan mingguan, yang mencatat jumlah total produksi dan jumlah produk cacat. Laporan Quality Control, yang mencatat jenis, frekuensi, dan penyebab cacat berdasarkan hasil inspeksi visual dan uji dimensi.

Dalam proses pengumpulan data dan pelaksanaan analisis pada penelitian ini, digunakan berbagai alat bantu yang mendukung validitas dan akurasi hasil observasi. Alat-alat yang digunakan bersifat teknis dan administratif, baik untuk dokumentasi, pengukuran dimensi, maupun pencatatan data produksi.

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Shinsei Denshi Indonesia, sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi komponen elektronik dan otomotif berbasis material plastik dengan metode injection moulding.

Spesifikasi Data Spesifikasi data dalam penelitian ini merujuk pada karakteristik data yang dikumpulkan untuk menunjang analisis penyebab kerusakan pada produk Ballcrank dan Knob yang diproduksi menggunakan metode injection moulding

.Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini mencakup: Data jumlah produksi: total produk Ballcrank dan Knob yang diproduksi selama periode pengamatan, sebagai acuan dalam menghitung tingkat efisiensi produksi.

Data diperoleh dari berbagai sumber yang sah dan relevan dengan proses produksi, antara lain Observasi langsung: dilakukan di area produksi PT. Shinsei Denshi Indonesia untuk melihat secara aktual tahapan proses injection moulding, kondisi mesin, serta identifikasi produk cacat.

Laporan harian produksi, yang mencatat jumlah unit yang diproduksi dan parameter mesin. Bentuk data yang dikumpulkan terbagi menjadi tiga kategori utama, yaitu: Data kuantitatif: berupa angka-angka yang menunjukkan jumlah produksi, jumlah unit cacat, serta persentase kerusakan. Data kualitatif: berupa deskripsi naratif mengenai jenis cacat, kemungkinan penyebab kerusakan. Data visual: dokumentasi foto produk cacat dari hasil inspeksi lapangan, yang bertujuan memberikan bukti visual untuk mendukung identifikasi.

Dengan spesifikasi data tersebut, penelitian ini dapat melakukan analisis komparatif secara sistematis antara dua jenis produk, yakni Ballcrank dan Knob. Hasil dari spesifikasi data ini menjadi dasar yang valid dalam menarik kesimpulan dan merumuskan rekomendasi peningkatan kualitas produksi di PT. Shinsei Denshi Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data injection parameter

Pada data ini dijelaskan parameter proses injection moulding yang digunakan dalam produksi komponen Ballcrank dan Knob. Parameter utama yang dianalisis meliputi temperatur barrel (barrel temperature), tekanan injeksi (injection pressure), waktu pendinginan (cooling time), kecepatan injeksi (injection speed), dan tekanan tahan (holding pressure).

Tabel 1. Data Injection Parameter Ballcrank-L

Mold Temperatur	Setting	Actual
MTC	70 °C	70 °C
Cooling Tower	USE	°C
	No USE	°C
Movable Plate	70 °C	62 °C

Stationary Plate	70 °C	62 °C
Dry Up Temp	90 °C	90 °C
Dry Up Time	4 Hour	4 Hour

Tabel menampilkan parameter injeksi data pada komponen Ballcrank yang digunakan dalam proses injection moulding. Parameter-parameter tersebut meliputi tekanan injeksi, suhu lelehan material, waktu siklus, serta kecepatan aliran material ke dalam cetakan.

Tabel 2. Data Injection Parameter knob

Mold Temperatur	Setting	Actual
MTC	75 °C	75 °C
Cooling Tower	USE	°C
	No USE	°C
Movable Plate	75 °C	70 °C
Stationary Plate	75 °C	70 °C
Dry Up Temp	100 °C	100 °C
Dry Up Time	3 Hour	3 Hour

Gambar 2 menyajikan data parameter proses injeksi yang diterapkan pada pembuatan komponen Knob dengan metode injection moulding. Beberapa parameter penting yang dicantumkan antara lain tekanan injeksi, suhu pemrosesan material, waktu siklus, serta kecepatan pengisian cetakan. Parameter-parameter ini secara langsung memengaruhi kestabilan proses dan kualitas produk akhir, khususnya dalam mencegah terjadinya cacat produksi seperti short shot, flash, atau void.

Hasil Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis 100 sampel produk ballcrank dan knob dalam kondisi produksi normal selama 7 hari.

Tabel 3. Jenis dan Frekuensi Kerusakan Pada Ballcrank

Product	Jenis NG	Total	Presentase
Ballcrank	Short Mold	9	9%
Ballcrank	Short Mold	9	9%
Ballcrank	Short Mold	14	14%
Ballcrank	Short Mold	12	12%
Ballcrank	Short Mold	7	7%
Ballcrank	Short Mold	4	4%
Ballcrank	Short Mold	9	9%
Total		64	64%

Tabel 4. Jenis dan Frekuensi Kerusakan Pada Knob

Product	Jenis NG	Total	Presentase
Knob	Short Mold	7	7%
Knob	Short Mold	7	7%
Knob	Short Mold	3	3%
Knob	Short Mold	13	13%
Knob	Short Mold	12	12%
Knob	Short Mold	2	2%
Knob	Short Mold	9	9%
Total		53	53%

Tabel 3 dan Tabel 4 menyajikan data hasil penelitian terhadap jumlah kerusakan produk Ballcrank dan Knob dengan jenis kerusakan spesifik yaitu Short Mold. Pengamatan dilakukan

selama 7 hari berturut-turut dalam kondisi proses produksi normal di PT. Shinsei Denshi Indonesia. Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk mengetahui sebaran kerusakan harian pada masing-masing produk dan mengidentifikasi kecenderungan produk yang lebih rentan mengalami cacat.

Analisis Penyebab Kerusakan Produk Ballcrank dan Knob Berdasarkan hasil pengamatan selama tujuh hari berturut-turut terhadap proses produksi di PT Shinsei Denshi Indonesia, diperoleh jumlah kerusakan produk sebagai berikut: Ballcrank mengalami 64 unit kerusakan dari total product 700 unit, dan Knob mengalami 53 unit kerusakan dari total product 700 unit. Jenis kerusakan yang diamati pada kedua produk adalah Short Mold, yaitu kondisi ketika bagian cetakan tidak terisi penuh oleh material plastik, sehingga menyebabkan cacat bentuk pada produk. Untuk mengetahui tingkat kerusakan secara proporsional, dilakukan perhitungan Tingkat Kerusakan Produk (%) menggunakan rumus:

$$\text{Presentase Kerusakan} = \left(\frac{\text{Jumlah Produk Cacat}}{\text{Jumlah Total Produk}} \right) \times 100\%$$

Dengan total pengamatan masing-masing 700 unit produk, diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\text{Ballcrank} = \frac{64}{700} \times 100 \%$$

$$= 9,14 \%$$

$$\text{Knob} = \frac{53}{700} \times 100 \%$$

$$= 7,57\%$$

Dari data tersebut, terlihat bahwa tingkat kerusakan pada Ballcrank lebih tinggi dibandingkan Knob. Perbedaan ini dapat dijelaskan secara teknis melalui beberapa faktor:

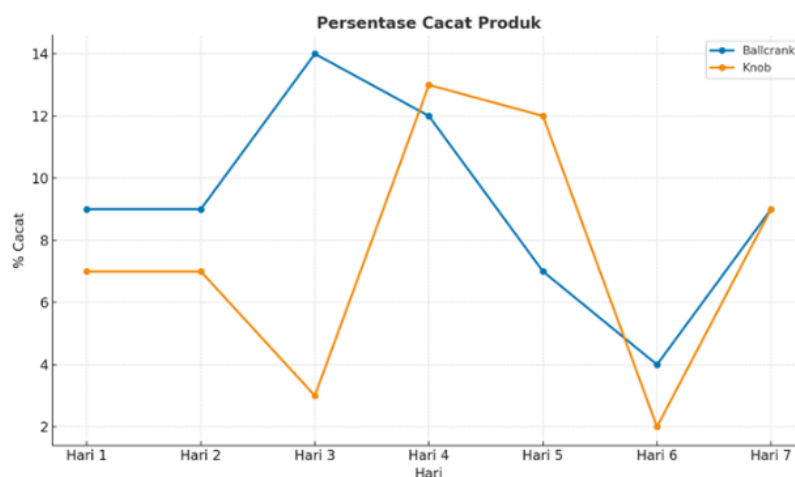
- a) Desain produk Ballcrank lebih kompleks dan memiliki bentuk yang tidak simetris, sehingga menyebabkan aliran material tidak merata selama proses injeksi.
- b) Ketebalan dinding cetakan yang tidak seragam memicu pendinginan tidak konsisten, sehingga ujung cetakan berpotensi mengalami Short Mold.
- c) Parameter proses seperti tekanan injeksi dan suhu barrel menunjukkan fluktuasi kecil saat produksi berlangsung, yang lebih berpengaruh terhadap produk dengan

bentuk kompleks seperti Ballcrank.

- d) Produk Knob cenderung lebih stabil diproduksi karena bentuknya sederhana dan ukuran geometrinya relatif seragam.

Secara keseluruhan, bahwa kerusakan Short Mold pada produk Ballcrank dan Knob disebabkan oleh kombinasi faktor desain produk, parameter proses, dan kondisi cetakan. Tingkat kerusakan yang lebih tinggi pada Ballcrank terutama disebabkan oleh bentuk produk yang kompleks, aliran material yang sulit merata, serta sensitivitas terhadap perubahan tekanan dan suhu selama proses injeksi.

Perbandingan jumlah kerusakan antara produk Ballcrank dan Knob dilakukan untuk mengetahui produk mana yang lebih sering mengalami cacat dalam proses produksi. Berdasarkan hasil pengamatan selama tujuh hari berturut-turut, tercatat bahwa jumlah total kerusakan pada produk Ballcrank adalah 64 unit, sedangkan pada produk Knob tercatat 53 unit. Jika dibandingkan secara persentase dari total pengamatan masing-masing sebanyak 700 unit, maka hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa produk Ballcrank memiliki tingkat kerusakan yang lebih tinggi dibandingkan produk Knob.



Gambar 2. Grafik Presentase Cacat Produk

Hasil pengamatan selama tujuh hari berturut-turut terhadap proses produksi menunjukkan bahwa jenis kerusakan yang paling dominan pada produk Ballcrank dan Knob adalah Short. Mold Cacat ini terjadi akibat bagian cetakan tidak terisi penuh oleh material plastik selama proses injection moulding, yang mengakibatkan produk tidak terbentuk sempurna sesuai spesifikasi dimensi dan bentuk. Secara keseluruhan, total kerusakan yang ditemukan adalah sebanyak 64 unit untuk produk Ballcrank dan 53 unit untuk produk Knob, dari total masing-

masing 700 unit pengamatan. Jika dikonversi ke dalam bentuk persentase, tingkat kerusakan produk Ballcrank adalah 9,14%, sementara produk Knob sebesar 7,57%. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa produk Ballcrank memiliki tingkat kerusakan yang lebih tinggi dibandingkan dengan Knob. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi lanjutan terhadap parameter proses produksi Ballcrank secara lebih spesifik, termasuk optimasi suhu, tekanan, dan waktu pendinginan, guna meminimalkan terjadinya short mold. Dengan demikian, hasil analisis ini diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan bagi perusahaan dalam melakukan perbaikan proses produksi serta peningkatan kualitas produk secara menyeluruh.

KESIMPULAN

Hasil pengamatan selama tujuh hari berturut-turut terhadap proses produksi menunjukkan bahwa jenis kerusakan yang paling dominan pada produk Ballcrank dan Knob adalah Short Mold. Cacat ini terjadi akibat bagian cetakan tidak terisi penuh oleh material plastik selama proses injection moulding, yang mengakibatkan produk tidak terbentuk sempurna sesuai spesifikasi dimensi dan bentuk. Secara keseluruhan, total kerusakan yang ditemukan adalah sebanyak 64 unit untuk produk Ballcrank dan 53 unit untuk produk Knob, dari total masing-masing 700 unit pengamatan. Jika dikonversi ke dalam bentuk persentase, tingkat kerusakan produk Ballcrank adalah 9,14%, sementara produk Knob sebesar 7,57%. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa produk Ballcrank memiliki tingkat kerusakan yang lebih tinggi dibandingkan dengan Knob. Perbedaan tersebut diduga disebabkan oleh beberapa faktor teknis. Produk Ballcrank memiliki bentuk yang lebih kompleks dengan geometri yang tidak simetris, sehingga aliran material di dalam rongga cetakan menjadi tidak merata. Ketebalan dinding cetakan yang bervariasi juga dapat menyebabkan pendinginan yang tidak seragam, yang berisiko meningkatkan terjadinya cacat short mold. Selain itu, fluktuasi kecil dalam parameter proses seperti suhu dan tekanan injeksi berpotensi memberikan dampak yang lebih signifikan terhadap produk Ballcrank dibandingkan Knob. Sementara itu, produk Knob memiliki desain yang lebih sederhana dan bentuk yang lebih stabil. Hal ini memungkinkan distribusi material selama proses injeksi menjadi lebih merata dan konsisten, sehingga risiko kerusakan dapat ditekan lebih rendah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor desain produk dan parameter proses memiliki pengaruh besar terhadap kualitas hasil cetakan dalam proses injection moulding. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi lanjutan terhadap parameter proses produksi Ballcrank secara lebih spesifik, termasuk optimasi suhu, tekanan, dan waktu pendinginan, guna meminimalkan terjadinya short mold. Dengan demikian, hasil analisis ini

diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan bagi perusahaan dalam melakukan perbaikan proses produksi serta peningkatan kualitas produk secara menyeluruh.

Berdasarkan hasil pengujian yang di lakukan, diperoleh nilai kekerasan pada ballcrank dan knob yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Uji Kekerasan Ballcrank dan Knob

Hasil Uji Kekerasan Ballcrank dan Knob		
Produk	Nilai Kekerasan	Keterangan
Ballcrank	78 – 80	Konsisten Tinggi
Knob	72 – 74	Sedikit Rendah

menunjukkan hasil dari uji kekerasan terhadap dua jenis produk, yaitu Ballcrank dan Knob, menggunakan metode pengujian standar Shore D yang umum digunakan untuk material plastic, berdasarkan hasil pengujian, dari hasil tersebut diketahui bahwa nilai kekerasan ballcrank dan knob yaitu :

- Ballcrank menunjukkan nilai kekerasan lebih tinggi yaitu 78-80 dibandingkan Knob. Hal ini sejalan dengan penggunaan material Nylon yang memang memiliki karakteristik kekerasan dan ketahanan aus yang lebih baik.
- Knob yang menggunakan poliester termoplastik (PBT/PET) memiliki kekerasan lebih rendah yaitu 72-74 namun tetap berada dalam rentang yang memadai untuk aplikasi kendali manual.

Perbedaan kekerasan ini berdampak pada ketahanan Ballcrank terhadap deformasi dan keausan selama penggunaan, terutama pada aplikasi yang melibatkan beban mekanis berulang. Sementara itu, kekerasan Knob yang sedikit lebih rendah memberikan kenyamanan sentuhan dan mengurangi risiko retak akibat benturan ringan.

Berdasarkan hasil pengujian yang di lakukan, diperoleh nilai ketangguhan pada ballcrank dan knob yaitu sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Uji Ketangguhan Ballcrank dan Knob

Hasil Uji Ketangguhan Ballcrank dan Knob
--

Produk	Nilai Ketangguhan	Keterangan
Ballcrank	45 – 50	Sangat Baik
Knob	30 – 35	Cukup Baik

Pada Tabel 4.5 ditampilkan hasil uji ketangguhan untuk produk Ballcrank dan Knob. Berdasarkan data tersebut, Ballcrank memiliki nilai ketangguhan sebesar 45–50kJ/m², yang menunjukkan kategori sangat baik karena mampu menahan benturan dan beban kejut. Sementara itu, produk Knob memiliki nilai ketangguhan sebesar 30–35kJ/m², yang tergolong cukup baik dan sudah sesuai dengan kebutuhan aplikasi yang diinginkan, dari hasil tersebut diketahui bahwa nilai kekerasan ballcrank dan knob yaitu :

- Ballcrank memiliki nilai ketangguhan lebih tinggi yaitu 45-50 yang sangat penting untuk komponen yang berfungsi sebagai tuas atau bagian mekanik yang menerima beban kejut. Ketangguhan tinggi ini mengurangi risiko patah atau retak saat menerima beban mendadak.
- Knob memiliki ketangguhan yang cukup yaitu 30-35 namun lebih rendah dari Ballcrank. Hal ini masih sesuai dengan fungsinya sebagai alat kendali manual yang tidak menerima beban mekanis berat.

Ballcrank secara konsisten menunjukkan performa mekanik lebih unggul, baik dari segi kekerasan maupun ketangguhan. Hal ini mendukung kebutuhan aplikasi Ballcrank yang menuntut daya tahan terhadap beban, keausan, dan benturan. Knob menonjol pada aspek kenyamanan dan estetika, dengan kekerasan dan ketangguhan yang cukup untuk aplikasi kendali, namun tidak sekuat Ballcrank.

- Jenis kerusakan yang paling dominan ditemukan pada produk Ballcrank dan Knob adalah Short Mold, yaitu kondisi ketika material plastik tidak sepenuhnya mengisi rongga cetakan, sehingga menyebabkan cacat pada produk akhir.
- Selama masa pengamatan selama tujuh hari, tercatat bahwa jumlah kerusakan pada produk Ballcrank adalah sebanyak 64 unit dari total 700 unit, sedangkan pada produk Knob sebanyak 53 unit dari total 700 unit. Jika dikonversi ke dalam bentuk persentase, tingkat kerusakan produk Ballcrank mencapai 9,14%, sedangkan Knob sebesar 7,57%.

- Tingkat kerusakan produk Ballcrank lebih tinggi dibandingkan Knob. Hal ini disebabkan oleh desain produk Ballcrank yang lebih kompleks, bentuk geometri yang tidak simetris, serta ketebalan dinding cetakan yang tidak merata. Faktor-faktor tersebut menyebabkan aliran material yang kurang optimal dan pendinginan yang tidak seragam, yang pada akhirnya meningkatkan potensi terjadinya cacat.
- Faktor teknis dalam parameter proses, seperti tekanan injeksi, suhu barrel, dan waktu pendinginan, juga memiliki pengaruh terhadap munculnya kerusakan, terutama pada produk Ballcrank yang lebih sensitif terhadap fluktuasi proses

DAFTAR PUSTAKA

- Beaumont, J. P. (2002). *Runner and gating design handbook*. Hanser Publications.
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40.
- Brassard, M., & Ritter, D. (2010). *The memory jogger 2: Tools for continuous improvement and effective planning*. GOAL/QPC.
- Bryce, D. M. (1996). *Plastic injection molding: Manufacturing process fundamentals*. SME.
- Crawford, R. J., & Kearns, M. P. (2012). *Practical guide to injection moulding*. Smithers Rapra.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage Publications.
- Ericson, C. A. (2005). *Fault tree analysis primer*. CreateSpace Independent Publishing.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage Publications.
- Moleong, L. J. (2019). *Metodologi penelitian kualitatif*. Remaja Rosdakarya.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research & evaluation methods*. Sage Publications.
- Rosato, D. V., & Rosato, M. G. (2000). *Injection molding handbook*. Springer.
- Rosato, D. V., & Rosato, M. G. (2000). *Injection molding handbook*. Kluwer Academic Publishers.
- Strong, A. B. (2006). *Plastics: Materials and processing*. Pearson Prentice Hall.
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Vesely, W. E., Goldberg, F. F., Roberts, N. H., & Haasl, D. F. (1981). *Fault tree handbook*. U.S. Nuclear Regulatory Commission.