

Bidang: Teknik Mesin, Material dan Energi
Teknologi Proses

Topik: Perancangan, Desain Teknik &

PERANCANGAN PROGRAM MANUFAKTUR UNTUK PRODUKSI MASSAL ENGSEL BAJA MENGGUNAKAN MESIN CNC 2-AXIS MAZAK QUICK TURN SMART 150 S

Massriyady Massaguni
Polteknik ATI Makassar
massriyady.massaguni@atim.ac.id

ABSTRAK

Studi ini memfokuskan pada perancangan program manufaktur untuk memproduksi engsel secara massal dengan memanfaatkan mesin CNC 2-Axis Mazak *Quick turn smart* 150 S. Penelitian ini mencakup kesesuaian *desain product*, pemilihan mesin, pengaturan perlatan, pemrograman CNC, dan produksi massal. Hasilnya adalah peningkatan signifikan dalam produksi engsel, yang relevan untuk industri manufaktur. Studi ini menunjukkan bahwa *achievement* yang didapatkan pembuatan engsel baja – *male* 1 inci x 73 mm & *female* dengan spesifikasi engsel 1 inci 45 mm sebesar 83.33% dan terdapat deviasi sebesar 16.67 % disebabkan penggantian material pada chuck serta penentuan titik referensi.

Kata kunci: CNC , produksi massal, engsel baja

ABSTRACT

This study focuses on the manufacturing program design to produce hinges in mass using the 2-Axis CNC Mazak *Quick turn smart* 150 S machine. The research covers product design compatibility, machine selection, tooling setup, CNC programming, and mass production. The result is a significant improvement in hinge production, which is relevant to the manufacturing industry. The study indicates that the achievement in the production of 1-inch *male* x 73 mm & 1-inch *female* hinges reaches 83.33%, with a deviation of 16.67% due to material replacement on the chuck and reference point determination.

Keywords: CNC, mass production, steel hinges

PENDAHULUAN

Program Manufaktur merupakan elemen kunci dalam operasi manufaktur yang rumit, yang memfasilitasi proses mengubah bahan baku menjadi produk jadi. Ini melibatkan perencanaan, pengawasan, dan pengendalian keseluruhan proses produksi, termasuk pemilihan mesin, perangkat, dan strategi produksi yang sesuai. Dalam penelitian ini, fokus utamanya adalah pada pengembangan program manufaktur yang khusus untuk menghasilkan engsel dengan menggunakan mesin CNC 2-Axis Mazak *Quick turn smart* 150 S. Program ini menggabungkan berbagai komponen seperti desain, pengaturan peralatan, dan pemrograman mesin, untuk mencapai hasil produksi massal yang efisien dan berkualitas tinggi.

Mesin CNC *quick turn smart* 150 merupakan pilihan yang cocok untuk pengerjaan engsel baja karena berbagai alasan. Pertama, mesin ini memberikan kinerja tinggi dan nilai produksi yang tak tertandingi, sehingga cocok untuk produksi massal atau produksi dalam jumlah besar yang sering terkait dengan komponen seperti engsel baja. Selanjutnya, mesin ini memiliki konfigurasi (m) yang memungkinkan tambahan kemampuan seperti milling, drilling, dan tapping ke dalam proses turning. Hal ini sangat bermanfaat dalam pembuatan engsel baja yang seringkali melibatkan berbagai jenis operasi pemesian.

Penggunaan smart CNC system pada mesin ini membuat operasional dan pemrograman menjadi lebih mudah. Ini akan mempermudah pengaturan dan pengoperasian mesin, termasuk pemrograman operasi pemotongan yang kompleks dalam pembuatan engsel baja. Dengan sistem panduan roller hibrida baru yang meredam getaran, mesin ini akan membantu memperpanjang umur alat pemotong, yang sangat penting dalam pemrosesan baja. Selain itu, percepatan dan perlambatan yang lebih cepat juga akan mempersingkat waktu siklus, sehingga menghemat waktu produksi. Fitur-fitur tambahan seperti tailstock yang dapat diprogram secara CNC, paket cakram lubang, dan kemudahan integrasi dengan peralatan tambahan

seperti alat pakan bar dan *robot gantry* akan memberikan fleksibilitas dalam pengolahan berbagai ukuran dan jenis engsel baja. Jadi, mesin CNC *quick turn smart* 150 sangat cocok untuk pengerjaan engsel baja karena kemampuan tingginya, kemampuan multi-tasking, dan fitur-fitur yang mendukung efisiensi produksi dan kualitas yang baik.

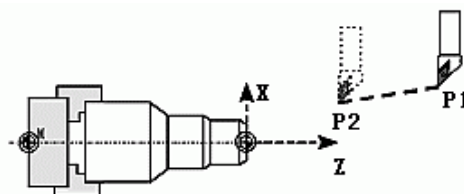
Tabel 1. Spesifikasi mesin CNC 2 axis mazak CNC *quick turn smart* 150 s

Specification		Bed Length - 12 in
Capacity	Maximum Swing	680 mm / 23.00 in
	Maximum Machining Diameter	330 mm / 13.000 in
	Maximum Bar Work Capacity	61 mm / 2.0 in
	Maximum Machining Length	282 mm / 11.160 in
Main Spindle	Chuck Size	8 in
	Maximum Speed	6000 rpm
	Motor Output (30 minute rating)	16 kw / 20.0 hp
Turret (Upper)	Number of Tools	8
Feed Axes	Travel (X Axis)	200 mm / 7.88 in
	Travel (Z Axis)	335 mm / 13.18 in

Engsel adalah komponen yang umumnya digunakan dalam industri seperti pembuatan perabotan, konstruksi pintu, jendela, dan berbagai aplikasi lainnya [1]. Untuk mendapatkan kualitas engsel yang optimal, tingkat presisi yang tinggi dalam proses pemotongan dan pembentukan sangat diperlukan agar kinerjanya bisa maksimal. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang penggunaan mesin bubut dalam pembuatan engsel menjadi sangat penting bagi pekerja dan pengrajin di sektor manufaktur [2]. Engsel baja biasanya diproduksi dengan mesin bubut manual, namun terdapat beberapa masalah produksi yang dapat terjadi, seperti yang dijelaskan berikut:

1. Ketidaksesuaian ukuran engsel dengan spesifikasi yang diharapkan mungkin terjadi karena konfigurasi mesin yang kurang tepat, penggunaan alat pemotong yang telah aus, atau fluktuasi suhu yang memengaruhi dimensi bahan poros.
2. Masalah kekasaran pada permukaan poros bisa disebabkan oleh ketidakcocokan kecepatan pemotongan, pemotongan yang terlalu dalam, atau pemilihan alat pemotong yang tidak cocok.
3. Jika toleransi dimensi tidak terpenuhi, ini bisa disebabkan oleh kesalahan dalam menentukan nilai toleransi yang diinginkan, dan seringkali disebabkan oleh ketidaksempurnaan proses pembubutan.
4. Ketidaklurusan atau kelurusan berlebihan pada poros dapat terjadi jika mesin tidak dikalibrasi dengan baik atau jika benda kerja tidak ditempatkan dengan benar dalam mesin. Kelebihan kelurusan juga mungkin muncul jika pemilihan alat pemotong kurang tepat.
5. Poros yang terbungkus atau bergeser selama proses pembubutan mungkin disebabkan oleh kesalahan dalam pemegangan poros dalam mesin bubut, yang bisa merusak hasil akhir.
6. Kesalahan dalam geometri poros bisa terjadi jika mesin bubut tidak diatur dengan baik atau jika perangkat lunak pemrograman mesin tidak akurat.
7. Ketidakrataan permukaan bisa terjadi apabila alat pemotong tidak memberikan tekanan yang memadai atau jika alat pemotong telah aus, sehingga menghasilkan permukaan poros yang tidak merata [1].

Mesin CNC Turning adalah peralatan manufaktur yang sangat penting dalam proses produksi. Mesin ini digunakan untuk mengubah bahan mentah seperti logam atau plastik menjadi produk jadi melalui proses pemutaran benda kerja. Dalam konteks penelitian ini, mesin CNC Turning, khususnya Mazak *Quick turn smart* 150 S dengan 2 sumbu, merupakan unsur utama dalam mencapai produksi massal engsel baja yang akurat dan efisien.

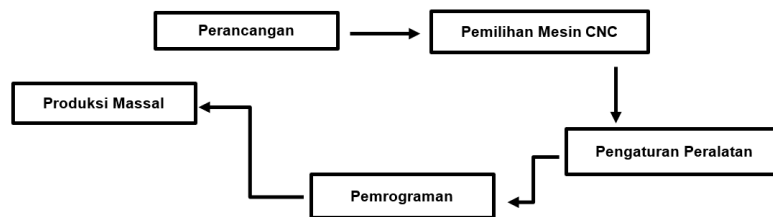


Gambar 1. Arah pemakan dan sumbu CNC turning 2axis

Pemrograman CNC, jenis alat pemotong yang digunakan, serta pengawasan operasi mesin adalah faktor-faktor kunci dalam mencapai hasil produksi yang diinginkan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam proyek ini sangat terfokus pada aspek desain, pengaturan peralatan, dan pemrograman mesin guna mencapai hasil produksi massal yang efisien dan berkualitas tinggi. Dalam tahap awal, perhatian diberikan pada perancangan yang teliti, dengan penekanan pada desain produk yang sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan industri. Kemudian, pengaturan peralatan menjadi langkah kunci dalam upaya mencapai efisiensi produksi, termasuk pemilihan mesin CNC Mazak *Quick turn smart* 150 S yang sesuai dan konfigurasi yang optimal untuk jenis engsel baja yang dihasilkan. Proses pemrograman mesin juga merupakan elemen kunci dalam metode ini, dengan perancangan program CNC yang tepat, mencakup perintah-perintah G-code dan M-code yang mengatur gerakan mesin dan pemotongan. Hasilnya adalah suatu sistem yang mengintegrasikan desain, pengaturan peralatan, dan pemrograman mesin dengan sempurna, menghasilkan produksi massal yang efisien dan produk berkualitas tinggi.



Gambar 2. Flow process penelitian

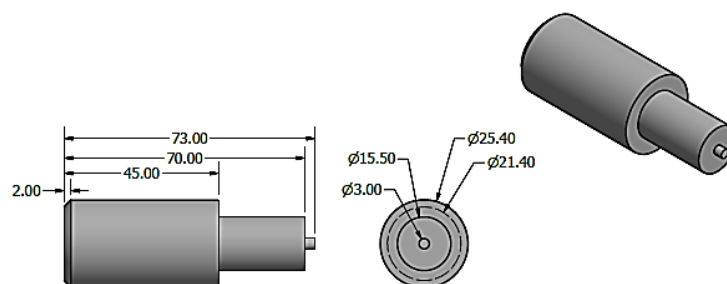
Perancangan

Dalam perancangan engsel baja menggunakan aplikasi CAD Autodesk Inventor, peneliti akan mempertimbangkan material baja ST42 dengan pertimbangan kekuatan dan ketahanannya yang sesuai. Bahan yang dipilih memainkan peran penting dalam kinerja dan daya tahan engsel baja.

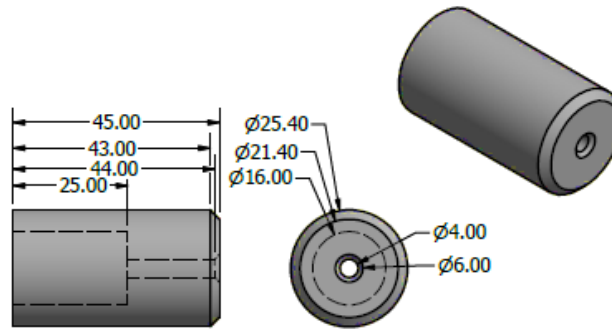
Pertama, peneliti akan memulai dengan desain engsel baja menggunakan Autodesk Inventor menggunakan fitur *stress analysis* yaitu memperlihatkan simulasi von mises stress, prin. Setelah mengidentifikasi kebutuhan spesifik, seperti ukuran dan bentuk yang diinginkan, peneliti akan membuat model 3D yang sesuai. Desain ini akan mencakup segala aspek, mulai dari dimensi yang diinginkan hingga detail-detailnya. Selama desain, peneliti juga akan memperhatikan kriteria kekuatan, memastikan bahwa engsel akan mampu menahan beban yang diperlukan sesuai dengan aplikasi yang direncanakan.

Untuk bahan, peneliti memilih baja ST42. Pemilihan ini didasarkan pada pertimbangan bahwa baja ST42 adalah material yang umum digunakan dalam konstruksi baja dan memiliki sifat kekuatan yang baik, membuatnya cocok untuk aplikasi seperti engsel. Selain itu, baja ST42 juga biasanya tersedia dalam bentuk lembaran atau batangan dengan berbagai ukuran, yang memudahkan untuk memotong material sesuai dengan kebutuhan desain. Berdasarkan hasil simulasi rancangan, standar beban yang diberikan ialah sebesar 100 N

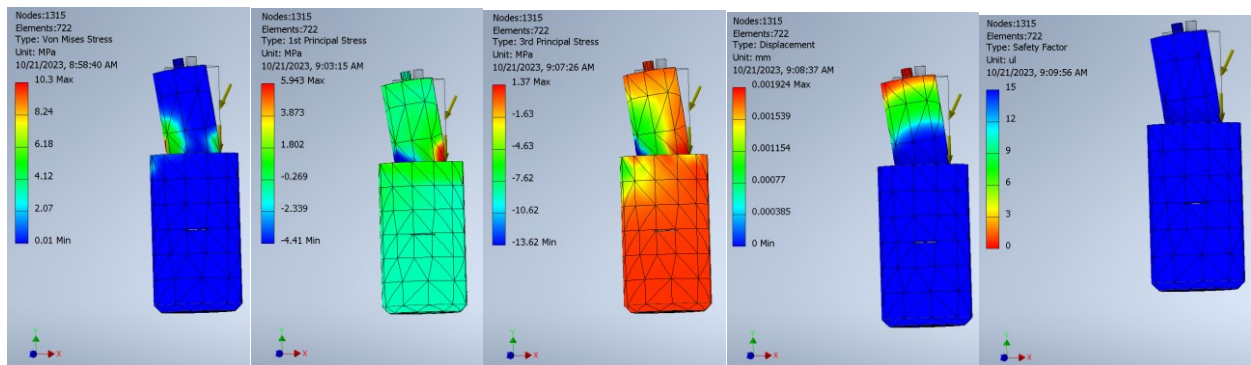
Ukuran material yang digunakan adalah diameter 1 inci dengan panjang 73 mm pada komponen engsel baja – *male* sedangkan pada komponen engsel baja – *female* ukuran diameter material yang digunakan 1 inci dengan Panjang 45 mm, sesuai dengan persyaratan desain. Bahan baja ini kemudian akan dibentuk dan diproses sesuai desain engsel, termasuk pemotongan, penggilingan, dan pengerjaan lainnya sesuai kebutuhan. Teknik pengerjaan ini akan memastikan bahwa engsel baja yang dihasilkan memiliki dimensi yang sesuai dan sesuai dengan desain awal. Hasil desain produk dapat dilihat pada gambar 3, 4, 5, dan 6 berikut:



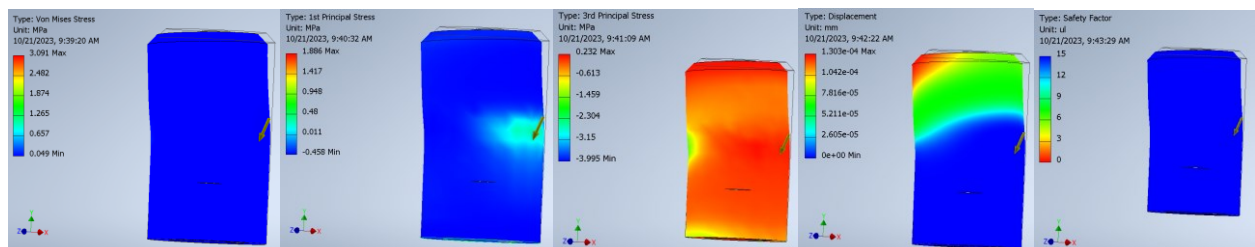
Gambar 3. Perancangan produk engsel baja - male



Gambar 4. Perancangan produk engsel baja – female



Gambar 5. Simulasi produk engsel baja – male menggunakan fitur stress analysis autodesk inventor



Gambar 6. Simulasi produk engsel baja – female menggunakan fitur stress analysis autodesk inventor

Pemilihan Mesin CNC

Pemilihan mesin CNC Turning 2-Axis, seperti Mazak *Quick turn smart* 150 S, sangat cocok untuk proses manufaktur engsel baja yang meliputi berbagai tahapan, seperti bentuk material silinder, pengerjaan roughing, facing, chamfering, drilling, dan cutting. Mesin ini memberikan fleksibilitas yang diperlukan untuk menghadapi beragam aspek produksi engsel baja. Dengan keahlian dalam turning, mesin ini mampu membentuk material silinder menjadi engsel baja yang sesuai dengan spesifikasi. Selain itu, kemampuan untuk melakukan pengerjaan roughing, facing, chamfering, dan drilling memungkinkan produksi dengan tingkat akurasi yang tinggi. [3]

Pengaturan Peralatan

Pengaturan peralatan dalam proses produksi engsel baja adalah langkah kunci untuk mencapai akurasi dan kualitas yang diinginkan. Dalam urutan pengerjaan yang tepat, alat-alat yang digunakan adalah pahat insert roughing, pahat insert finishing, pahat insert cutting, center drill, mata bor 16 mm, dan mata bor 4 mm.

Pahat insert roughing adalah yang pertama digunakan. Alat ini berfungsi untuk menghilangkan material berlebih secara kasar dari bahan baja, membentuk bentuk dasar engsel. Selanjutnya, pahat insert finishing digunakan untuk menghaluskan permukaan engsel baja. Alat ini memiliki tepi yang lebih tajam dan akurat untuk mencapai akurasi dimensi yang diinginkan. Sebelum operasi pemotongan dan pengeboran, center drill digunakan untuk menandai posisi awal yang presisi pada engsel baja. Ini penting untuk memastikan bahwa operasi selanjutnya dilakukan dengan akurasi tinggi dan lokasi yang tepat. Kemudian, mata bor 16 mm dan mata bor 4 mm digunakan untuk mengebor lubang sesuai dengan ukuran yang diperlukan pada engsel. Pemilihan mata bor yang sesuai dengan ukuran lubang yang diinginkan sangat penting. Terakhir, pahat insert

cutting digunakan untuk tahap pemotongan akhir. Alat ini memastikan bahwa engsel baja memiliki dimensi akhir yang sesuai dengan spesifikasi dan finishing permukaan yang baik. Dengan pemilihan alat yang tepat dan urutan pengerjaan yang cermat, proses produksi engsel baja dapat mencapai hasil yang berkualitas tinggi dan sesuai dengan kebutuhan.

Pemrograman

Pada penelitian ini pemrograman yang dibuat adalah program fanuc dimana program CNC ini bisa diterapkan di banyak mesin CNC turning pada umumnya atau universal termasuk CNC Mazak *Quick turn smart* 150 S . Faktor-faktor yang mempengaruhi pemrograman CNC adalah desain bagian yang memengaruhi kode CNC, jenis mesin CNC yang digunakan, tipe material dan alat potong, kecepatan potong, pemakanan yang dipilih, toleransi dan akurasi yang diinginkan, perjalanan alat yang efisien, bahasa pemrograman CNC, faktor keselamatan, dan perlindungan operator. Pemrogram juga perlu melakukan simulasi dan pengujian sebelum menjalankan program pada mesin asli untuk memastikan hasil yang diinginkan serta keamanan dan efisiensi proses pemrograman CNC. Berikut adalah rancangan program CNC pembuatan engsel baja – *male & female* diperlihatkan pada tabel 2 :

Tabel 2. Program CNC *turning* produk engsel baja - *male*

G21 ;	G00 X26. Z13. ;	G00 T0808 ; (CUTTING)
G54 G99 ;	Z150. ;	X26. Z13. ;
G00 T0606 ; (ROUGHING)	X100. ;	Z-76. ;
G50 S800 M04 ;	G00 T0202 ; (FINISHING)	G01 X-1. ;
G96 S500 M08 ;	G70 P1 Q7 ;	G00 X26. ;
G00 X26. Z10. ;	G00 X26. Z13. ;	Z13. ;
Z2. F500 ;	Z-71. ;	Z150. ;
G71 U1. R2. ;	G01 X25.4 ;	X100. ;
G71 P1 Q7 U0.3 W0.05 ;	X23.4 Z-73. ;	M09 ;
N1 G01 X-1. ;	G00 X26. Z13. ;	M30 ;
N2 Z0. ;	Z150. ;	
N3 X3. ;	X100. ;	
N4 Z-3. ;		
N5 X15.50 ;		
N6 Z-28. ;		
N7 X25.4 ;		

Tabel 3. Program CNC *turning* produk engsel baja - *female*

G21 ;	T0303, ; (DRILLING d 4 mm)	G00 T0808 ; (CUTTING)
G54 S800 M03 ;	X0. ;	X26. Z13. ;
M08 F100 ;	Z2. ;	Z-48. ;
G00 T0505 (CENTER DRILL)	G01 Z-47. ;	G01 X-1. ;
X0. ;	G00 Z150. ;	G00 X26. ;
Z2. ;	X100. ;	Z13. ;
G01 Z-3. ;	G00 T0202 ; (FINISHING)	Z150. ;
G00 Z150. ;	X26. Z13. ;	X100. ;
X100. ;	Z-45. ;	M09 ;
T0101 (DRILLING d 16 mm)	G01 X25.4 ;	M30 ;
X0. ;	X23.4 Z-47. ;	
Z2. ;	G00 X26. ;	
G01 Z-30. ;	Z13. ;	
G00 Z150. ;	Z150. ;	
X100. ;	X100. ;	

Produksi Massal

Pada tahap produksi massal pada penelitian ini, mesin CNC Mazak *Quick turn smart* 150 S dijalankan nonstop untuk memproduksi engsel selama 1 jam untuk mengukur *achievement* dari proses pembuatan engsel baja – *male & female*. Data diambil secara periodik dan dianalisa sehingga didapatkan data kapasitas produksi engsel baja pada mesin CNC Mazak *Quick turn smart* 150 S. *achievement* dihitung menggunakan rumus :

$$Achv = \frac{\sum Act}{\sum Ts} \times 100\% \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berikut adalah data hasil produksi engsel baja di mesin CNC Mazak *Quick turn smart* 150 S diperlihatkan pada tabel 4. Pada Tabel 4 didapatkan data rata-rata waktu produksi 1 pcs engsel baja – *male* selama 06 menit 44.8 detik sehingga didapatkan waktu teoritis ($\sum Ts$) produksi selama 1 jam 8 pcs. Sedangkan pada tabel 5 didapatkan data rata-rata waktu produksi 1 pcs engsel baja – *female* selama 13 menit 14.6 detik sehingga didapatkan waktu teoritis ($\sum Ts$) produksi selama 1 jam 4 pcs.

Tabel 4. Data rata – rata produksi engsel baja - *male*

Calculated Information	
Entries Considered	5
Average Time Entered	6:44.8
Maximum Time Entered	6:45
Minimum Time Entered	6:44
Maximum/Minimum Deviation	1
Accumulated Total Time	
Hours : Minutes : Seconds	33:44

Tabel 5. Data rata – rata produksi engsel baja – *female*

Calculated Information	
Entries Considered	5
Average Time Entered	13:14.6
Maximum Time Entered	13:15
Minimum Time Entered	13:14
Maximum/Minimum Deviation	1
Accumulated Total Time	
Hours : Minutes : Seconds	1:06:13

Berikut hasil perhitungan *achievement* produksi engsel baja diperlihatkan pada tabel 6 berikut :

Tabel 6. Data rata – rata produksi engsel baja – *female*

Item	Sample	$\sum Act$	$\sum Ts$	Achv
Male	1	6	8	83.33 %
	2	7		
	3	7		
Female	1	3	4	83.33 %
	2	3		
	3	4		

Pada tabel 6 di dapatkan nilai *achievement* untuk engsel baja – *male & female* sebesar 83.33 % dan terdapat deviasi sebesar 16.67 % disebabkan penggantian material pada chuck serta penentuan titik referensi.

Pembahasan

Pencapaian 83.33% dalam pembuatan engsel baja dengan mesin CNC Mazak *Quick turn smart* 150 S adalah indikasi positif terhadap efisiensi proses produksi. Namun, untuk mengevaluasi sejauh mana hal ini signifikan, perlu dibandingkan dengan standar industri dan referensi yang relevan. Peningkatan dalam faktor-faktor seperti pengaturan mesin, pelatihan operator, dan pemilihan bahan, serta benchmarking dengan pesaing, dapat membantu meningkatkan produktivitas dan kualitas, menjadikan pencapaian tersebut sebagai langkah awal untuk perbaikan berkelanjutan dalam proses manufaktur engsel baja.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan *achievement* yang didapatkan pembuatan engsel baja – *male* 1 inci x 73 mm & *female* dengan spesifikasi engsel 1 inci 45 mm sebesar 83.33% dan terdapat deviasi sebesar 16.67 % disebabkan penggantian material pada *chuck* serta penentuan titik referensi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zulkifli, Zulkifli. Pembuatan Engsel Menggunakan Mesin Bubut. *Bengkalis, Politeknik Negeri Bengkalis*. 2022
- [2] Idris M dkk. Workshop Pembuatan Engsel Sederhana Menggunakan Mesin Bubut Bagi Mahasiswa di Growth Centre LLDIKTI Wilayah – 1. *IRA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (IRAJPKM)*.2023
- [3] Mazak. Spesification <https://mazakcanada-dev.azurewebsites.net/machines/quick-turn-smart-150/>