



Article Category

Analisis Proses Repair Dies Blank Pierce Bracket FR Seat RR Inside L di PT XYZ

Muhammad Fadel Putra Jasendar¹ Abdul Wahid Arohman²

^{1,2} Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif, Politeknik STMI Jakarta, Jakarta

ARTICLE INFO

Received : 02 February 2025
 Revised : 01 April 2025
 Published : 30 May 2025

KEYWORDS

Repair dies, Dimensional accuracy, Manufacturing Optimization, Blank, Pierce

CORRESPONDENCE

E-mail Corresponding Author:

Fadeljasendar28@gmail.com

E-mail Co-Author:

Abdulwahid-a@kemenperin.go.id

This is an open access article under the CC-BY-NC license



A B T R A C T

Industri otomotif Indonesia menghadapi tantangan kompleks dalam mempertahankan kualitas *tooling equipment*, khususnya dies yang digunakan dalam proses stamping komponen kendaraan. Penelitian ini menganalisis proses repair dies blank pierce bracket FR seat RR inside L di PT. XYZ yang mengalami ketidaksesuaian dimensional dengan *die height* 297mm tidak kompatibel terhadap mesin press Wasino 100T MP038, mengakibatkan tingginya *defect rate* pada proses *piercing*. Metodologi penelitian menggunakan pendekatan kualitatif studi kasus selama 12 bulan dengan observasi partisipatif, wawancara mendalam, dan dokumentasi teknis komprehensif melalui triangulasi data. Implementasi solusi meliputi pergantian mesin press ke Aida 200T MP009 dengan *die height* range 340-450mm, modifikasi *base plate* dengan penambahan *U-slot pocket*, dan penambahan makura sebagai spacer component yang meningkatkan die height menjadi 347mm. Proses machining dilakukan dengan parameter optimal: center drill 1400 rpm, drilling 800 rpm menggunakan mata bor 8.5mm, *roughing* dengan *flat endmill* 26mm pada 2000 rpm, dan *finishing* menggunakan *sphere endmill* 16mm pada 1100 rpm dengan *stepdown* maksimum 0.02mm. Hasil implementasi menunjukkan eliminasi total produk NG, peningkatan *dimensional accuracy* dengan deviasi di bawah *tolerance band*, *improvement* signifikan dalam *surface quality* dan *edge quality* lubang piercing, serta peningkatan *overall equipment effectiveness* (OEE) dengan pengurangan substansial scrap cost, membuktikan efektivitas metodologi repair sistematis dalam optimalisasi manufacturing.

PENDAHULUAN

Industri otomotif Indonesia mengalami pertumbuhan yang signifikan dalam beberapa dekade terakhir, yang menciptakan kebutuhan akan komponen-komponen berkualitas tinggi dengan tingkat presisi yang optimal (Romansyah et al., 2023). Dalam konteks manufaktur komponen otomotif, *tooling equipment* seperti *dies*, *jig*, dan *checking fixture* memegang peranan krusial dalam memastikan kualitas produk massal (Groover, M. P., 2010). Dies adalah alat cetak logam yang digunakan untuk membentuk, memotong, atau mengubah bentuk material melalui proses tekanan tinggi pada mesin press (Irawan et al., 2018). Proses dies terdiri dari beberapa jenis operasi utama. Proses blanking adalah operasi pemotongan material sheet metal untuk menghasilkan bentuk dasar komponen sesuai kontur yang diinginkan (Alves, L., Afonso, R., & Martins, P., 2021). Proses *piercing* merupakan operasi pembuatan lubang pada material dengan cara memaksa punch menembus sheet metal (Ghosh, A., & Mallik, A. K., 2010). Proses *trimming* berfungsi memotong material berlebih pada tepi komponen hasil *forming* (Sutisna & Afandi, 2023). Proses drawing adalah operasi pembentukan yang mengubah material datar menjadi bentuk tiga dimensi dengan cara menarik material melalui *die cavity* (Alves et al., 2021)

Fungsi dari setiap proses dies memiliki peran spesifik dalam manufacturing. *Blanking* berfungsi menghasilkan bentuk dasar dengan dimensi tepat dan meminimalkan *waste material*. *Piercing* berfungsi membuat lubang presisi untuk keperluan *assembly* atau fungsional komponen (Kalpakjian & Schmid, 2014). *Trimming* berfungsi menghilangkan material berlebih dan memberikan finishing edge yang bersih (Hoffman et al., 2004). Drawing berfungsi membentuk komponen tiga dimensi

dengan mempertahankan ketebalan material yang seragam (Alves et al., 2021). Kualitas yang diharapkan dari proses dies mencakup beberapa parameter penting (Garg, P., & Sharma, R. K., 2015). Akurasi dimensi harus dalam toleransi ± 0.1 mm, permukaan hasil harus halus dan bebas cacat, tepi hasil pemotongan harus bersih tanpa burr berlebihan, dan bentuk geometri harus sesuai spesifikasi desain (Kim et al., 2021). Konsistensi kualitas ini diperlukan agar komponen dapat berfungsi dengan baik dalam sistem kendaraan. (Gurning, 2022)

Proses repair dies dilakukan karena dies mengalami keausan dan kerusakan selama penggunaan (Imran, A., & Sahin, F., 2018). Keausan terjadi pada bagian *cutting edge* dan *forming surface* yang menyebabkan penurunan kualitas komponen (Chen et al., 2016). Untuk mengatasi terjadinya keausan diperlukan metode pelumasan untuk mengurangi gaya gesek (S. Safril, M. Wirandi, F. Sumasto, 2024) Kerusakan dapat berupa impact damage, fatigue, atau korosi yang mempengaruhi performa dies (Mayer et al., 2019). Repair diperlukan untuk mempertahankan kualitas produksi, menghindari downtime yang panjang, dan mengoptimalkan biaya operasional dibandingkan membuat dies baru (Imran & Sahin, 2018). PT. XYZ sebagai perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan tooling equipment dan komponen kendaraan bermotor, menghadapi tantangan dalam mempertahankan kualitas dies yang digunakan dalam proses produksi (Shalihah & Kiswanto, 2023). Proses repair dies merupakan aspek vital dalam operasional perusahaan karena berkaitan langsung dengan efisiensi produksi, kualitas produk akhir, dan optimalisasi biaya operasional (Koeshardono, Afif, & Casmita, 2020). Khususnya untuk *dies blank pierce bracket FR seat RR inside L*, yang merupakan komponen kompleks dengan toleransi ketat, memerlukan analisis mendalam terhadap proses perbaikannya.

Kompleksitas geometri *bracket FR seat RR inside L* dengan berbagai fitur seperti *blank*, *pierce*, dan *forming* membuat proses repair dies menjadi challenging karena melibatkan multiple operations dan memerlukan koordinasi yang tepat antara berbagai divisi dalam perusahaan (Safril et al., 2023). Kerusakan pada dies dapat terjadi akibat berbagai faktor seperti wear, fatigue, impact damage, atau kesalahan operasional, yang masing-masing memerlukan pendekatan repair yang berbeda (Safril et al., 2024). Dalam konteks akademis dan praktis, analisis proses repair dies memiliki signifikansi tinggi karena dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan metodologi perbaikan yang lebih efektif dan efisien. Implementasi kurikulum 5-2-1 Politeknik STMI Jakarta yang mengintegrasikan pembelajaran teoritis dengan praktik industri selama 2 semester memberikan peluang unik untuk melakukan analisis mendalam terhadap proses-proses industri yang kompleks seperti repair dies.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan utama yang menjadi fokus penelitian adalah kompleksitas proses repair dies blank pierce bracket Fr seat Rr inside L di PT. XYZ yang melibatkan berbagai aspek teknis dan operasional. Kerusakan yang terjadi pada dies memiliki karakteristik yang beragam dengan faktor penyebab yang multifaktorial, mulai dari keausan normal akibat penggunaan intensif, kerusakan akibat impact, hingga degradasi material yang terjadi seiring waktu. Proses repair yang dilakukan saat ini memerlukan evaluasi mendalam untuk menilai efektivitas tahapan-tahapan yang diterapkan, terutama dalam hal kualitas hasil repair, waktu pelaksanaan, dan konsistensi prosedur. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis komprehensif terhadap proses *repair dies blank pierce bracket FR seat RR inside L* di PT. XYZ dengan fokus pada identifikasi karakteristik kerusakan dan faktor-faktor penyebabnya guna mengembangkan strategi preventif yang lebih efektif. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas tahapan proses repair yang diterapkan perusahaan dari aspek teknis, efisiensi waktu, dan kualitas hasil repair untuk memberikan rekomendasi perbaikan sistem. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan dari berbagai perspektif, baik secara teoritis maupun praktis. Dari segi teoritis, penelitian ini berkontribusi terhadap pengembangan keilmuan di bidang manufacturing engineering, khususnya dalam aspek maintenance dan repair tooling equipment. Secara praktis, bagi perusahaan, penelitian ini memberikan evaluasi komprehensif terhadap proses repair dies yang dapat digunakan sebagai dasar optimalisasi prosedur operasional, peningkatan efisiensi produksi, dan pengurangan downtime. Bagi institusi pendidikan, khususnya Politeknik STMI Jakarta, hasil penelitian ini dapat memperkaya materi pembelajaran dalam mata kuliah manufacturing processes dan maintenance engineering.

METODE

Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus (case study) yang bersifat deskriptif dan analitis. Pemilihan metode studi kasus didasarkan pada karakteristik penelitian yang berfokus pada analisis mendalam terhadap fenomena spesifik yaitu proses repair dies blank pierce bracket Fr seat Rr inside L di PT. XYZ. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk memahami kompleksitas proses repair dies dalam konteks nyata industri, mengeksplorasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan repair, dan menganalisis interaksi antar variabel dalam lingkungan kerja yang dinamis. Jenis penelitian ini adalah penelitian lapangan (field research) yang dilakukan secara

langsung di lokasi industri untuk memperoleh data primer yang akurat dan komprehensif mengenai proses repair dies yang menjadi objek penelitian.

Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah *dies blank pierce bracket FR seat RR inside L* yang digunakan dalam proses produksi komponen otomotif di PT.XYZ. Dies ini dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki kompleksitas geometri yang tinggi dengan multiple operations (blank, pierce, dan forming), tingkat presisi yang ketat, dan frekuensi repair yang relatif tinggi akibat intensitas penggunaan dalam produksi massal. Selain dies itu sendiri, objek penelitian juga mencakup seluruh rangkaian proses repair yang melibatkan berbagai tahapan mulai dari identifikasi kerusakan, analisis root cause, perencanaan repair, pelaksanaan repair, quality control, hingga trial dan validasi. Proses repair ini melibatkan berbagai peralatan seperti mesin CNC (Quasher MV-184, Miltex 580B, Awea, Kasuga, OKK), mesin grinding, dan peralatan pengukuran presisi yang menjadi bagian integral dari objek penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini observasi partisipatif dilakukan dengan cara peneliti terlibat langsung dalam proses repair dies sebagai bagian dari tim engineering di PT.XYZ, dimana observasi dilakukan secara sistematis dan terstruktur dengan menggunakan lembar observasi untuk merekam setiap tahapan proses repair, waktu yang diperlukan, peralatan yang digunakan, teknik yang diterapkan, dan kendala yang dihadapi. Wawancara mendalam (*in-depth interview*) dilakukan dengan key informants yang terdiri dari supervisor divisi engineering, operator mesin CNC, teknisi repair, *quality control inspector*, dan *management level* yang terkait dengan proses repair dies menggunakan panduan wawancara semi-terstruktur yang memungkinkan fleksibilitas dalam eksplorasi topik sesuai dengan expertise masing-masing informan. Dokumentasi teknis dikumpulkan berupa drawing dies, work instruction, quality control records, repair history, dan dokumentasi proses yang relevan dengan proses repair dies untuk mendukung analisis data dan validasi temuan penelitian.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif dengan pendekatan analisis konten (*content analysis*) untuk mengidentifikasi pola, tema, dan kategori dari data yang terkumpul. Proses analisis dimulai dengan tahap reduksi data dimana data mentah dari observasi, wawancara, dan dokumentasi diolah, dikategorikan, dan disistematisasi berdasarkan tema-tema utama yang relevan dengan tujuan penelitian. Tahap display data dilakukan dengan menyajikan data dalam bentuk matriks, dan flowchart untuk memudahkan identifikasi hubungan antar variabel dan pola yang muncul dalam proses repair dies. Analisis komparatif dilakukan untuk membandingkan efektivitas berbagai metode repair yang diterapkan, mengidentifikasi best practices, dan mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan proses repair. Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus (case study) yang bersifat deskriptif dan analitis. Pemilihan metode studi kasus didasarkan pada karakteristik penelitian yang berfokus pada analisis mendalam terhadap fenomena spesifik yaitu proses repair dies blank pierce bracket Fr seat Rr inside L di PT. XYZ. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk memahami kompleksitas proses repair dies dalam konteks nyata industri, mengeksplorasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan repair, dan menganalisis interaksi antar variabel dalam lingkungan kerja yang dinamis. Jenis penelitian ini adalah penelitian lapangan (field research) yang dilakukan secara langsung di lokasi industri untuk memperoleh data primer yang akurat dan komprehensif mengenai proses repair dies yang menjadi objek penelitian.

Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah *dies blank pierce bracket FR seat RR inside L* yang digunakan dalam proses produksi komponen otomotif di PT.XYZ. Dies ini dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki kompleksitas geometri yang tinggi dengan multiple operations (blank, pierce, dan forming), tingkat presisi yang ketat, dan frekuensi repair yang relatif tinggi akibat intensitas penggunaan dalam produksi massal. Selain dies itu sendiri, objek penelitian juga mencakup seluruh rangkaian proses repair yang melibatkan berbagai tahapan mulai dari identifikasi kerusakan, analisis root cause, perencanaan repair, pelaksanaan repair, quality control, hingga trial dan validasi. Proses repair ini melibatkan berbagai peralatan seperti mesin CNC (Quasher MV-184, Miltex 580B, Awea, Kasuga, OKK), mesin grinding, dan peralatan pengukuran presisi yang menjadi bagian integral dari objek penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini observasi partisipatif dilakukan dengan cara peneliti terlibat langsung dalam proses repair dies sebagai bagian dari tim engineering di PT.XYZ, dimana observasi dilakukan secara sistematis dan terstruktur dengan menggunakan lembar observasi untuk merekam setiap tahapan proses repair, waktu yang diperlukan, peralatan yang digunakan, teknik yang diterapkan, dan kendala yang dihadapi. Wawancara mendalam (*in-depth interview*) dilakukan dengan key informants yang terdiri dari supervisor divisi engineering, operator mesin CNC, teknisi repair, *quality control inspector*, dan *management level* yang terkait dengan proses repair dies menggunakan panduan wawancara semi-terstruktur yang memungkinkan fleksibilitas dalam eksplorasi topik sesuai dengan expertise masing-masing informan. Dokumentasi teknis dikumpulkan berupa drawing dies, work instruction, quality control records, repair history, dan dokumentasi proses yang relevan dengan proses repair dies untuk mendukung analisis data dan validasi temuan penelitian.

Teknik Analisis Data

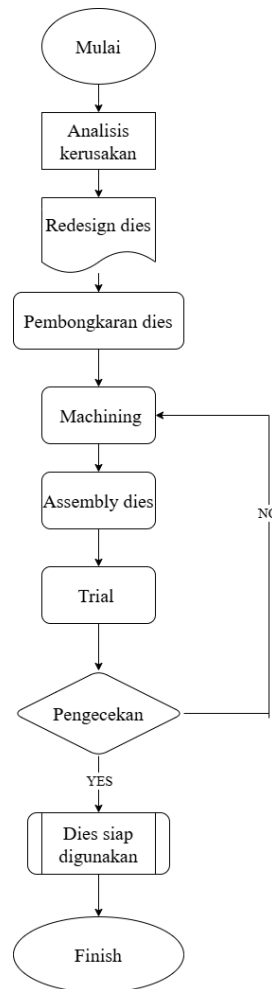
Analisis data dilakukan dengan menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif dengan pendekatan analisis konten (content analysis) untuk mengidentifikasi pola, tema, dan kategori dari data yang terkumpul. Proses analisis dimulai dengan tahap reduksi data dimana data mentah dari observasi, wawancara, dan dokumentasi diolah, dikategorikan, dan disistematisasi berdasarkan tema-tema utama yang relevan dengan tujuan penelitian. Tahap display data dilakukan dengan menyajikan data dalam bentuk matriks, dan flowchart untuk memudahkan identifikasi hubungan antar variabel dan pola yang muncul dalam proses repair dies. Analisis komparatif dilakukan untuk membandingkan efektivitas berbagai metode repair yang diterapkan, mengidentifikasi best practices, dan mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan proses repair.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Dies dan Identifikasi Masalah

Dies blank pierce bracket FR seat RR inside L merupakan komponen tooling kritikal yang digunakan untuk proses blanking dan piercing pada komponen otomotif bracket kursi belakang sebelah kiri untuk kendaraan Suzuki Ertiga dan XL-7. Komponen ini memiliki peranan vital dalam rangka kursi mobil yang memerlukan presisi tinggi dalam proses manufaktur untuk memastikan kualitas dan keamanan produk akhir. Dies ini dirancang dengan spesifikasi teknis yang ketat, berupa tipe blank-pierce dengan die height maksimum 450mm dan minimum 340mm, clearance 0.084 yang setara dengan 6% dari ketebalan material, serta dioperasikan pada mesin Aida 200T MP009 untuk memproses material sheet dengan ketebalan 1.4mm. Proses identifikasi masalah dilakukan melalui evaluasi komprehensif terhadap performa dies selama operasi produksi. Hasil analisis menunjukkan bahwa dies mengalami ketidaksesuaian dimensional yang signifikan dan berdampak langsung terhadap kualitas produk yang dihasilkan. *Die height pada dies bracket FR seat RR inside L* tercatat setinggi 297mm, sementara *die height* minimum pada mesin press Wasino 100T MP038 adalah 270mm dan maksimum 350mm. Ketidaksesuaian dimensional ini tidak hanya menciptakan gap yang signifikan antara dies dan mesin press, tetapi juga mengakibatkan stroke mesin tidak mencapai posisi ideal untuk proses pembentukan yang optimal.

Konsekuensi dari ketidaksesuaian ini terlihat jelas pada hasil produksi yang mengalami *defect rate* tinggi, khususnya pada proses *piercing* yang menghasilkan produk NG (*not good*). Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa ketidaktepatan *die height* menyebabkan tekanan forming yang tidak merata, distribusi gaya yang tidak optimal, dan akurasi dimensi yang tidak memenuhi toleransi yang disyaratkan. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada kualitas produk tetapi juga berpotensi meningkatkan biaya produksi akibat tingginya scrap rate dan kebutuhan untuk rework.

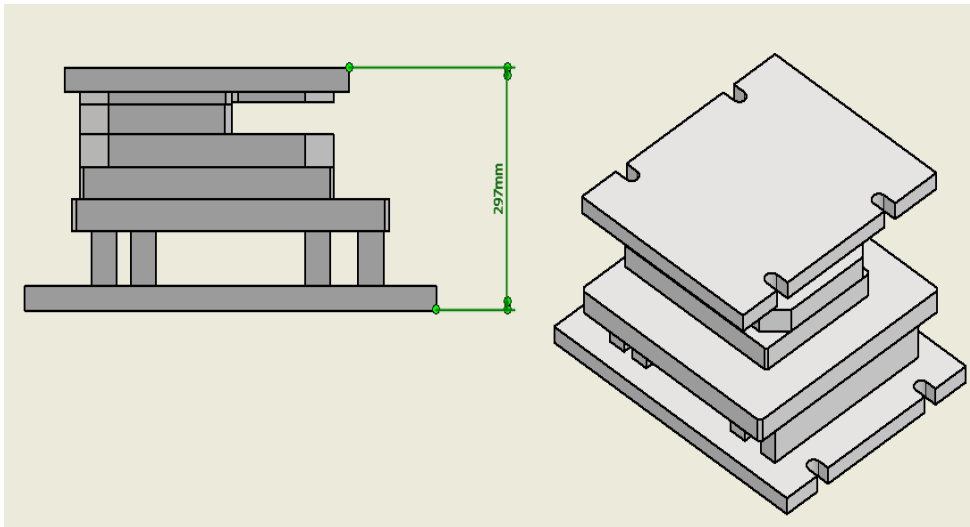


Gambar 1 Flowchart Proses Repair Dies

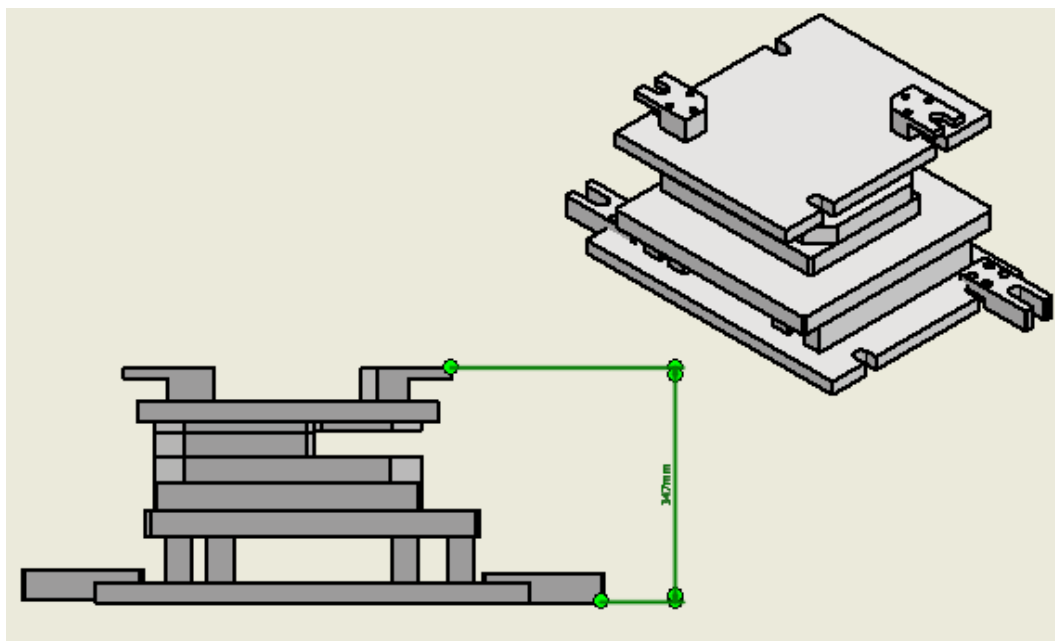
Proses dan Metodologi Repair Dies

Metodologi *repair dies* yang diterapkan dalam penelitian ini mengikuti pendekatan sistematis dan terstruktur yang terdiri dari sepuluh tahapan komprehensif. Proses dimulai dari identifikasi awal kerusakan atau penurunan performa dies selama operasi produksi, diikuti dengan analisis mendalam menggunakan kombinasi inspeksi visual dan pengukuran presisi dengan berbagai alat ukur kalibrasi. Tahap analisis kerusakan ini melibatkan penggunaan teknologi pengukuran canggih untuk mengidentifikasi deviasi dimensional, keausan permukaan, dan potensi keretakan struktural yang mungkin tidak terdeteksi melalui inspeksi visual semata. Setelah karakteristik kerusakan teridentifikasi dengan jelas, tim desain melakukan redesign komponen yang memerlukan perbaikan menggunakan software CAD (*Computer-Aided Design*) seperti AutoCAD. Proses desain ulang ini tidak hanya fokus pada perbaikan masalah yang ada, tetapi juga mengoptimalkan desain untuk mencegah terjadinya masalah serupa di masa mendatang. Tahap pembongkaran dies dilakukan dengan sangat hati-hati oleh tim *assembly* yang berpengalaman, dengan dokumentasi lengkap setiap komponen untuk memastikan proses reassembly dapat dilakukan dengan akurat.

Berdasarkan hasil analisis komprehensif, solusi yang diterapkan mencakup beberapa modifikasi strategis. Pergantian mesin press dari Wasino 100T MP038 ke Aida 200T MP009 dengan *die height* minimum 340mm dan maksimum 450mm memberikan fleksibilitas operasional yang lebih besar dan kompatibilitas yang optimal dengan dies yang telah dimodifikasi. Modifikasi pada base plate dengan penambahan U-slot dirancang untuk meningkatkan efektivitas sistem clamping dan stabilitas dies selama operasi forming. Penambahan makura sebagai spacer component berhasil meningkatkan die height dari 297mm menjadi 347mm, menciptakan kompatibilitas dimensional yang optimal dengan sistem mesin press yang baru.



Gambar 2 Dies Sebelum Repair(DH 297mm)



Gambar 3 Desain Setelah Repair Dies (Die Height 347)

Proses Machining dan Parameter Operasi

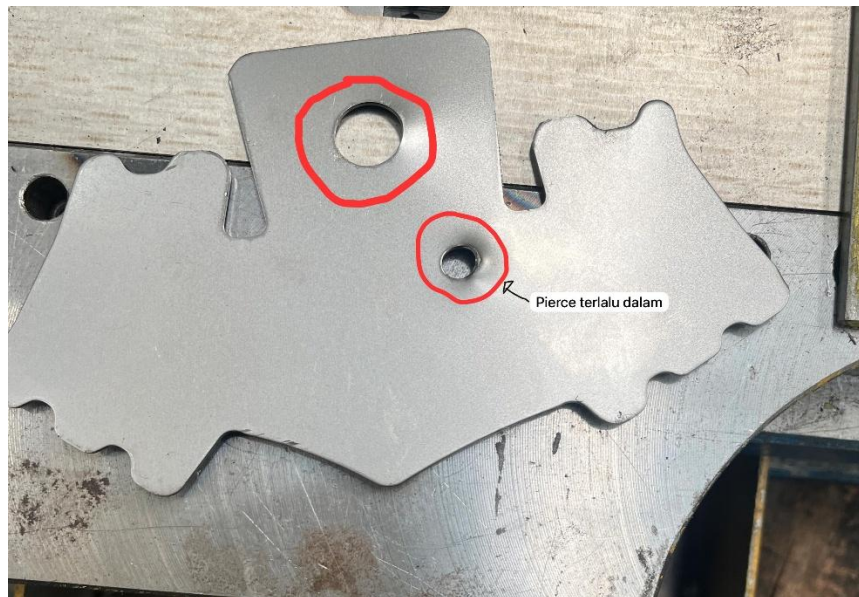
Proses machining repair dies merupakan tahapan yang memerlukan presisi tinggi dan pemahaman mendalam terhadap karakteristik material serta geometri komponen yang akan dikerjakan. Strategi machining yang diterapkan menggunakan pendekatan multi-stage dengan berbagai jenis cutting tools yang disesuaikan dengan kebutuhan operasi spesifik dan karakteristik material yang dikerjakan. Pemilihan *cutting tools* dilakukan berdasarkan pertimbangan *material properties*, *surface finish requirements*, *dimensional accuracy*, dan *efisiensi proses machining*.

Tabel 2. Cutting Tools yang Digunakan dalam Proses Repair

No	Cutting Tools	Fungsi
1	Center drill	Membuat lubang center sebelum pengeboran
2	Drill	Melakukan proses pelubangan untuk baut M10x1.5
3	Endmill carbide flat	Roughing material sesuai ukuran

4	<i>Endmill sphere</i>	Proses finishing untuk surface quality
---	-----------------------	--

Tahapan setup machining dimulai dengan proses positioning dan alignment dies menggunakan dial indikator dengan akurasi tinggi. Proses ini kritis untuk memastikan dies berada dalam posisi yang perfectly aligned dengan toleransi maksimum 0.01mm. Ketidaklurusan sekecil apapun dapat mengakibatkan error dimensional yang signifikan pada produk akhir, terutama mengingat tingkat presisi yang diperlukan dalam industri otomotif. Proses alignment melibatkan pengukuran multi-point pada berbagai sumbu untuk memastikan dies berada dalam kondisi geometri yang optimal. Sistem clamping diterapkan dengan strategi yang dirancang untuk meminimalkan distorsi workpiece akibat clamping force yang berlebihan, namun tetap memberikan stabilitas yang cukup untuk menahan gaya cutting selama proses machining. *Distribusi clamping force* dihitung secara matematis untuk memastikan *defleksi workpiece* berada dalam batas toleransi yang dapat diterima. Penentuan datum dilakukan di titik tengah dies menggunakan *tools center fix* dengan metodologi perhitungan matematis yang melibatkan pengukuran jarak dari sumbu X negatif ke X positif dibagi dua, dan jarak dari sumbu Y negatif ke Y positif dibagi dua untuk mendapatkan koordinat center point yang akurat.



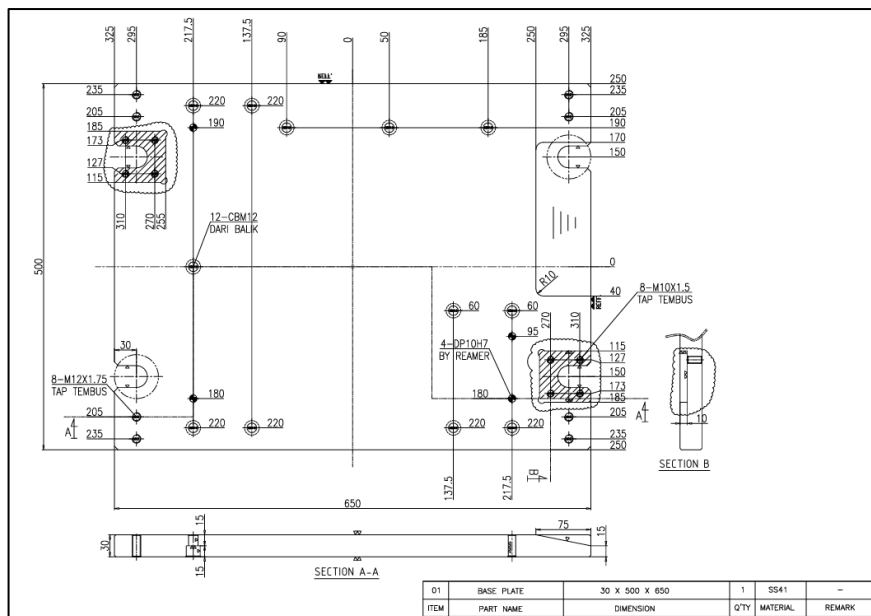
Gambar 4 Produk NG

Proses *center drill* merupakan operasi awal yang kritis untuk memastikan akurasi lubang yang akan dibuat pada tahap drilling selanjutnya. *Center drill* dilakukan menggunakan tools berdiameter 10mm dengan parameter operasi yang dioptimalkan: kecepatan *spindle* 1400 rpm dan *feedrate* 200mm/min. Parameter ini dipilih berdasarkan material properties dan *requirement* untuk *center hole quality* yang optimal. Proses *center drilling* harus dilakukan dengan *feed rate* yang *controlled* untuk mencegah *tool breakage* dan memastikan *center hole geometry* yang presisi. Tahap *drilling* menggunakan mata bor diameter 8.5mm yang dirancang khusus untuk pembentukan lubang baut dengan spesifikasi M10x1.5. Parameter operasi drilling ditetapkan pada *spindle speed* 800 rpm dan *feed rate* 200mm/min untuk mengoptimalkan *tool life* dan *hole quality*. Pemilihan parameter ini mempertimbangkan *material removal rate* yang optimal sambil mempertahankan dimensional accuracy dan surface finish yang diperlukan untuk aplikasi threading selanjutnya.

Proses roughing untuk pembentukan pocket tempat U-slot menggunakan *flat endmill* diameter 26mm dengan strategi machining yang dirancang untuk material removal rate yang tinggi sambil mempertahankan dimensional accuracy. Parameter operasi roughing ditetapkan pada *spindle speed* 2000 rpm, *feedrate* 2500mm/min, dengan depth of cut 10mm dan maksimum stepdown 0.4mm. Strategi stepdown yang conservative ini diterapkan untuk meminimalkan tool deflection dan mempertahankan surface finish quality yang akan memudahkan proses finishing selanjutnya. Proses finishing merupakan tahap akhir yang menentukan surface quality dan dimensional accuracy final dari komponen yang dikerjakan. Operasi finishing menggunakan sphere endmill diameter 16mm dengan parameter yang dioptimalkan untuk surface quality: spindle speed 1100 rpm, cutting feedrate 300mm/min, dan stepdown maksimum 0.02mm. Parameter feedrate yang relatif rendah dan stepdown yang sangat kecil diterapkan untuk mencapai surface roughness yang minimal dan dimensional accuracy yang optimal, meskipun memerlukan machining time yang lebih lama.

Hasil Modifikasi dan Evaluasi Kinerja

Implementasi modifikasi komprehensif pada dies blank pierce bracket FR seat RR inside L menghasilkan peningkatan performa yang signifikan dalam berbagai aspek operasional. Hasil modifikasi menunjukkan keberhasilan dalam mengatasi masalah fundamental ketidaksesuaian dimensional yang menjadi akar penyebab produk NG. Penambahan makura sebagai spacer component berhasil meningkatkan die height dari 297mm menjadi 347mm, menciptakan kompatibilitas dimensional yang optimal dengan sistem mesin press Aida 200T MP009 yang memiliki die height minimum 340mm dan maksimum 450mm. Modifikasi base plate dengan penambahan U-slot pocket memberikan improvement signifikan dalam aspek clamping stability dan alignment precision. U-slot system memungkinkan dies untuk terpasang dengan lebih secure pada mesin press, mengurangi vibration selama operasi forming, dan mempertahankan positional accuracy yang kritikal untuk kualitas produk. Sistem clamping yang lebih stabil ini juga berkontribusi terhadap peningkatan tool life dan pengurangan maintenance frequency.



Gambar 5 Desain Base Plate

Evaluasi kinerja dilakukan melalui serangkaian trial produksi dengan kondisi operasi yang identik dengan *production environment*. Hasil trial menunjukkan eliminasi complete terhadap produk NG yang sebelumnya terjadi akibat proses *piercing* yang tidak sempurna. Evaluasi *surface quality* pada lubang hasil *piercing* menunjukkan *improvement* yang signifikan dalam hal *surface roughness*, *edge quality*, dan *dimensional consistency*. Burr formation yang sebelumnya menjadi masalah *quality control* berhasil diminimalkan melalui optimasi die clearance dan *improvement* dalam *clamping stability*. Consistency dalam hole diameter dan positional accuracy juga menunjukkan peningkatan yang *measurable*, dengan standard deviation yang berkurang secara signifikan dibandingkan dengan kondisi sebelum repair.

dan enhancement dalam operational efficiency. Proses machining yang dilakukan dengan parameter yang telah dioptimalkan menunjukkan pentingnya scientific approach dalam manufacturing process optimization. Parameter selection yang didasarkan pada material science principles, cutting mechanics theory, dan empirical validation menghasilkan optimal balance antara productivity dan quality. Penggunaan sphere endmill untuk proses finishing dengan stepdown 0.02mm, meskipun memerlukan machining time yang lebih lama, menghasilkan surface quality yang superior dan dimensional accuracy yang exceptional.

Hubungan antara traditional manufacturing techniques dengan modern CAD/CAM technology dalam proses repair ini mendemonstrasikan effective approach untuk continuous improvement dalam manufacturing operations (Erwanto et al., 2021). Software-based design optimization memungkinkan exploration terhadap multiple design alternatives dengan simulation capability yang meminimalkan trial-and-error approach dalam physical implementation. Metodologi repair yang comprehensive ini dapat dijadikan sebagai best practice reference untuk similar cases dalam industri, dengan potential for adaptation dan customization sesuai dengan specific requirements dan constraints yang berbeda. Framework yang dikembangkan dalam penelitian ini applicable tidak hanya untuk dies repair, tetapi juga untuk broader applications dalam tooling optimization dan manufacturing process improvement (Faqih & Koswara, 2024).

Success faktor yang teridentifikasi dalam penelitian ini meliputi: systematic problem analysis, collaborative teamwork antara design, machining, dan production teams, commitment terhadap quality standards, dan willingness untuk invest dalam appropriate technology dan equipment (Budiansyah et al., 2024). Lessons learned dari implementation ini dapat berkontribusi terhadap development of organizational capabilities dalam problem-solving dan continuous improvement. Future research opportunities yang teridentifikasi mencakup development of predictive maintenance strategies untuk dies.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis komprehensif terhadap proses repair dies blank pierce bracket FR seat RR inside L di PT XYZ, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Penerapan metodologi repair yang sistematis dan terstruktur mampu mengatasi permasalahan utama berupa ketidaksesuaian dimensi yang menyebabkan tingginya defect rate pada produk.
2. Modifikasi strategis yang dilakukan meliputi penambahan makura sebagai spacer component untuk meningkatkan die height dari 297 mm menjadi 347 mm sehingga dimensi die dapat menyesuaikan dengan kebutuhan proses produksi. Selain itu, dilakukan modifikasi pada base plate dengan menambahkan U-Slot adapter guna meningkatkan kompatibilitas pemasangan serta mempermudah integrasi dengan sistem yang digunakan. Untuk mendukung kebutuhan kapasitas dan performa proses yang lebih optimal, mesin press juga diganti dari mesin Wasino 100T MP038 menjadi mesin Aida 200T MP009
3. Pendekatan root cause analysis (RCA) membuktikan pentingnya pemahaman mendalam terhadap: Interaksi antara geometri dies, karakteristik mesin, dan sifat material untuk menghasilkan solusi yang efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alves, L., Afonso, R., & Martins, P. (2021). Double-sided self-pierce riveting of polymer sheets. *Journal of Advanced Joining Processes*. <https://doi.org/10.1016/J.JAJP.2021.100051>
- Budiansyah, A. C., Ulhakim, M. T., Sukarman, S., Supriyanto, A., Amir, A., Mulyadi, D., & Khoirudin, K. (2024). Progressive Dies for L-hanger Ducting (L-HD) Utilizing Low-Carbon Steel SPCC-SD Material: An Experimental and Numerical Analysis. *Jurnal Teknik Mesin Mechanical Xplore*. <https://doi.org/10.36805/jtmmx.v5i1.7763>
- Chen, H., Yu, P., & Long, J. (2025). Multi-objective optimization of automotive seat frames using machine learning. *Adv. Eng. Softw.*, 199, 103797. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2024.103797>
- Erwanto, E., Hidayat, T., Lestari, N., & Waluyo, J. (2021). Perancangan Blanking Compound Dies pada Mesin Press Sinao Kapasitas 250 kN untuk Proses Pembuatan Ring M20. *Quantum Teknika : Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 3(1), 39–44. <https://doi.org/10.18196/jqt.v3i1.12615>
- Faqih, R. M. Y., & Koswara, E. (2024). PROSES PEMBUATAN BRACKETBRAKE PEDAL STOPPER TYPE SU2ID MENGGUNAKAN MESIN STAMPING PRESS. *SEMINAR TEKNOLOGI MAJALENGKA (STIMA)*. <https://doi.org/10.31949/stima.v8i0.1126>

- Gurning, R. H. (2022). *Dwelling Time Analysis Using Dynamic System Model in the Implementation of National Logistics Ecosystem at Port Jakarta International Container Terminal*. 8–13.
- Romansyah, R., Budiarto, H., Erlangga, Y., & Safrudin, Y. N. (2023). Failure Investigation of Blank Holder Force (BHF) Control in The Outside Bracket For Front Seat. *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*. <https://doi.org/10.37385/jaets.v4i2.1779>
- S. Safril, M. Wirandi, F. Sumasto, F. I. (2024). *Improvement productivity analysis in the application of electro-pneumatic for production of automotive components*. 07001. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0248567>
- Safril, Azmi, W. H., Nadia, N., Zawawi, M., & Ramadhan, A. I. (2023). *Binary Ratios for the Automotive Air-conditioning System*. 6(3), 485–496.
- Safril, Azmi, W. H., Sharif, M. Z., & Zawawi, N. N. M. (2024). *INTERNATIONAL JOURNAL OF AUTOMOTIVE AND MECHANICAL ENGINEERING The Tribology Evaluation on a Four-Ball Tribometer Lubricated by Al 2 O 3 / PAG Nanolubricants*. 21(1), 11055–11063.
- Shalihah, A. R., & Kiswanto, G. (2023). *Preliminary Design of 2D Ultrasonic Vibration Assisted Micro-milling (UVAMM) Using Piezoelectric Stack Actuator BT - Advances in Automation, Mechanical and Design Engineering* (G. Carbone, M. A. Laribi, & Z. Jiang (eds.); pp. 269–276). Springer Nature Switzerland.

-This page intentional to be blank-