

PERANCANGAN DAN ANALISIS EKONOMI FIXTURE PROSES DRILLING UNTUK PENINGKATAN EFISIENSI PRODUKSI KOMPONEN BRACKET VIXION 3C12 CHASSIS FUEL TANK

*DESIGN AND ECONOMIC ANALYSIS OF DRILLING PROCESS FIXTURES TO IMPROVE
PRODUCTION EFFICIENCY OF BRACKET VIXION 3C12 CHASSIS FUEL TANK COMPONENTS*

Feby Gusti Dendra¹, Febriza Imansuri², Amrin³, Fredy Sumasto⁴, dan Agnes Vicky⁵

, E-mail: febygusti@stmi.ac.id

^{1,2,3,4}Politeknik STMI Jakarta, Cempaka Putih, Jakarta Pusat, 10510, Indonesia

⁵Politeknik ATI Makassar, Tallo, Makassar, 90211, Indonesia

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada perancangan fixture (alat bantu) untuk proses gurdi (drilling) pada komponen Bracket Vixion 3C12 Chassis Fuel Tank. Komponen ini terbuat dari baja karbon rendah dan berfungsi sebagai penyambung tangki dengan landasannya. Permasalahan utama adalah tingginya waktu setup dan potensi kesalahan operator. Penyelesaian masalah dilakukan dengan merancang fixture menggunakan prinsip 3-2-1 locator dan strap clamp. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan alat bantu ini berhasil memperkecil waktu setup dan operasi, mengurangi waktu produksi per unit dari 0.037 jam menjadi 0.0176 jam. Dari sisi ekonomi, biaya produksi per unit dapat dikurangi secara signifikan, dari Rp 427,11 tanpa alat bantu menjadi Rp 265,59 dengan alat bantu. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa BEP (Titik Impas) tercapai pada 32 unit, dengan total penghematan mencapai Rp 109.520,00 untuk lot size 1000 unit. Selain efisiensi waktu dan biaya, alat bantu ini juga meringankan tugas operator dan dapat meminimasi kecelakaan kerja.

Kata kunci: alat bantu produksi, komponen, drilling, locator, clamping

ABSTRACT

This research focuses on the design of fixtures (auxiliary tools) for the drilling process on the Bracket Vixion 3C12 Chassis Fuel Tank component. This component is made of low carbon steel and functions as a connector between the tank and its base. The main problems are the high setup time and potential for operator error. The problem was solved by designing a fixture using the 3-2-1 locator and strap clamp principle. The results show that the use of this tool successfully reduced setup and operation time, reducing production time per unit from 0.037 hours to 0.0176 hours. From an economic perspective, the production cost per unit can be significantly reduced, from IDR 427.11 without the tool to IDR 265.59 with the tool. Economic analysis shows that the BEP (break-even point) is achieved at 32 units, with total savings reaching IDR 109,520.00 for a lot size of 1000 units. In addition to time and cost efficiency, this tool also lightens the operator's workload and can minimize workplace accidents.

Keywords: production tool, components, drilling, locator, clamping

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur komponen otomotif, khususnya dalam industri kendaraan bermotor roda dua, menghadapi tekanan yang semakin besar di seluruh dunia untuk meningkatkan efisiensi produksi sambil tetap mematuhi standar kualitas yang tinggi (Raihan & Khalid, 2025). Salah satu komponen penting pada sepeda motor Yamaha Vixion adalah tangki bahan bakar chassis *Bracket Vixion 3C12*, yang berfungsi sebagai penyambung antara landasan atas tangki bahan bakar dan tangki bahan bakar. Baja karbon rendah (Low Carbon Steel), yang memiliki kadar karbon $0,02\% \leq C < 0,2\%$, memiliki sifat ductility, weldability, dan machinability yang baik untuk proses pembuatan (Setiawan & Pamungkas, 2022).

Proses pembuatan komponen ini terdiri dari tiga tahapan utama: forming, drilling, dan bending, dengan waktu siklus total 174 detik. Proses drilling sangat penting karena membutuhkan ketepatan tinggi untuk membuat dua lubang dengan diameter tertentu (Wahyudi, 2025). Waktu setup dan loading-unloading adalah 100 detik, sedangkan waktu pemesinan hanya 54 detik. Rasio waktu yang tidak produktif yang tinggi menunjukkan bahwa sistem produksi mengalami inefisiensi yang signifikan, yang dapat memengaruhi kapasitas produksi keseluruhan dan biaya operasional (Radhiana et al., 2025).

Dalam proses manufaktur, *fixture* adalah alat penting yang membantu menahan, mendukung, dan menempatkan benda kerja dengan tepat selama proses pemesinan (Alamsyah, 2021). Menurut penelitian, penggunaan *fixture* yang dirancang dengan baik dapat mengurangi waktu setup hingga 30-50%, meningkatkan akurasi dimensional, dan mengurangi kesalahan operator (Amin, 2022). Penggunaan *fixture* menjadi semakin penting untuk mencapai target produktivitas dalam industri otomotif, di mana konsistensi kualitas dan produksi batch besar menjadi prioritas utama (Ilmi et al., 2025).

Metode penting dalam desain *fixture* adalah prinsip 3-2-1 locating, yang memastikan bahwa workpiece dipasang dengan tiga titik pada satu bidang, dua titik pada bidang kedua, dan satu titik pada bidang ketiga, sehingga posisi workpiece dapat ditentukan secara akurat dan repeatability proses terjamin (Azri et al., 2023). Prinsip ini sangat relevan untuk proses drilling komponen *Bracket Vixion 3C12* karena fungsi assembly komponen pada sistem tangki bahan bakar sangat dipengaruhi oleh posisi lubang yang tepat.

Untuk memastikan bahwa implementasi itu layak secara finansial, perlu dilakukan analisis ekonomi yang

menyeluruh sebelum melakukan investasi pada tooling *fixture* (Chaniago et al., 2025). Studi menunjukkan bahwa dalam proses manufaktur, biaya *fixture* dapat mencapai 70–80% dari biaya tooling dalam proses manufaktur (Ferdian et al., 2024). Biaya desain dan pembuatan juga dapat mencapai 90% dari total investasi peralatan produksi (Ananda & Sa'diyah, 2024). Namun, untuk operasi dengan volume moderat, pengurangan waktu setup, peningkatan kualitas produk, dan minimasi scrap dapat menghasilkan Return on Investment (ROI) yang signifikan dalam waktu 6-12 bulan (Marlina et al., 2025).

Parameter utama dalam evaluasi kelayakan ekonomi *fixture* adalah break-even point (BEP), yaitu titik di mana biaya investasi total sama dengan penghematan total yang dihasilkan (Ilham Almakky, 2022). Analisis BEP mempertimbangkan biaya langsung (material, tenaga kerja, sewa mesin) dan biaya tidak langsung, serta membandingkan biaya produksi per unit dengan dan tanpa penggunaan *fixture*. (Lestari et al., 2025). Analisis ekonomi yang tepat dapat menentukan berapa banyak unit produksi yang diperlukan untuk mencapai titik impas pada komponen *Bracket Vixion 3C12* dan juga dapat menghitung penghematan biaya produksi secara keseluruhan.

Penelitian tentang desain *fixture* untuk berbagai aplikasi manufaktur telah banyak dilakukan, tetapi masih sedikit penelitian yang menggabungkan aspek desain teknis, validasi struktural, dan analisis ekonomi untuk komponen spesifik. Penelitian terdahulu (Ferdian et al., 2024; Pramudia et al., 2022; Tjiptady et al., 2021) cenderung berfokus pada aspek teknis desain *fixture* atau analisis ekonomi secara terpisah, namun jarang yang mengintegrasikan kedua aspek tersebut dalam konteks studi kasus industri riil.

Studi ini relevan karena menyediakan pendekatan holistik yang mengisi celah tersebut, yang mencakup: (1) perancangan *fixture* yang didasarkan pada prinsip locating 3-2-1 yang disesuaikan dengan geometri kompleks komponen *Bracket Vixion 3C12*; (2) validasi teknis melalui analisis gaya dan pemilihan elemen *fixture* yang tepat; dan (3) analisis ekonomi teknik yang komprehensif untuk mengevaluasi kelayakan investasi *fixture* dalam meningkatkan efisiensi produksi. Metode integratif ini sangat penting untuk memberikan alasan yang kuat untuk keputusan investasi manufaktur, terutama dalam industri komponen otomotif, yang menghadapi tekanan kompetitif di seluruh dunia dan peningkatan efisiensi operasional (Ghozali et al., 2024).

Akibatnya, penelitian ini tidak hanya memberikan pengetahuan teknis tentang desain fitting untuk proses

drilling komponen *Bracket Vixion 3C12* dengan geometri yang kompleks, tetapi juga memberikan struktur evaluasi ekonomi yang dapat digunakan untuk membuat keputusan investasi alat dalam konteks produksi batch. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi praktisi industri dan akademisi yang ingin mengoptimalkan proses produksi komponen *Bracket Vixion 3C12*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Gambaran Umum Produk

Pada tank motor Yamaha Vixion terdapat sebuah komponen yang berfungsi sebagai penyambung antara tank dengan landasan atas tank bernama *Bracket Vixion 3C12 Chassis Fuel Tank*. Bahan dasar komponen ini terbuat dari material baja jenis baja karbon rendah yang hanya memiliki sedikit kandungan karbon. Produk *Bracket Vixion 3C12 Chassis Fuel Tank* ini hanya terdapat pada motor jenis Yamaha Vixion saja sehingga cukup sulit ditemukan di pasaran.



Gambar 1. Komponen *Bracket Vixion 3C12 Chassis Fuel Tank*

2.2 Bahan Dan Proses Produksi

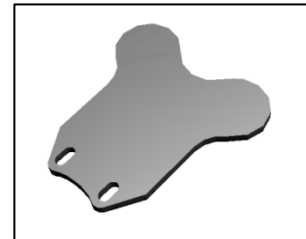
1. Bahan Teknik Produk

Salah satu komponen yang terdapat pada motor Yamaha Vixion yang berfungsi sebagai penyambung antara tank dengan landasan atas tank dan terbuat dari material baja karbon rendah (Low Carbon Steel) dengan kadar karbon $0,02\% \leq C < 0,2\%$. yang merupakan perpaduan antara logam dengan unsur penyusun utamanya adalah Fe dan C dengan atau tanpa paduan lainnya yang memiliki kadar karbon antara 0,02% sampai 2,1 % adalah Bracket Vixion 3C12 *Chassis Fuel Tank*.

2. Proses produksi

a. Proses Gurdi (drilling)

Merupakan suatu proses permesinan untuk pembuatan lubang atau memperbesar lubang pada sebuah objek dengan diameter tertentu. Pahat gurdi merupakan pahat dengan mata potong ganda dan melakukan gerak potong berupa rotasi dan translasi, sedangkan benda kerja dalam keadaan diam. Putaran tersebut dapat dipilih dari beberapa tingkatan putaran yang tersedia pada mesin gurdi, atau ditetapkan sekehendak bila sistem transmisi putaran mesin gurdi merupakan sistem berkesinambungan (stepless spindle drive).



Gambar 2. Komponen Sebelum di Drill

Jadi, total waktu pemotongan untuk proses gurdi ini dalam pembuatan 2 buah lubang yaitu $= 2 \times 0,27 \text{ min} = 0,54 \text{ min}$.



Gambar 3. Komponen Setelah Dilakukan Penge-drilling

b. Proses forming

Merupakan suatu proses produksi dengan pemberian gaya beban terhadap material hingga terjadi deformasi plastis dengan atau tidak menggunakan cetakan.

c. Proses Bending

Bending ini merupakan proses pembentukan terhadap komponen yang telah dicetak yaitu untuk membengkokkan komponen sehingga menyebabkan logam pada sisi luar sumbu netral mengalami tarikan, sedangkan pada sisi lainnya mengalami tekanan.

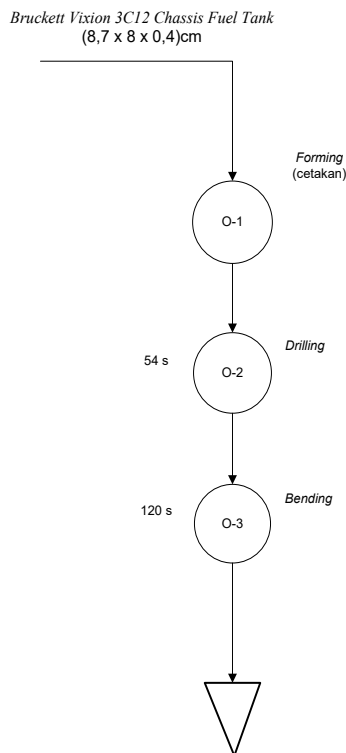
d. Angle Bending

Angle Bending untuk membuat lengkungan dengan sudut sampai $\pm 150^\circ$ pada lembaran logam.



Gambar 4. Mesin Bending

Operation Process Chart (OPC) dari komponen *Bracket Vixion 3C12 Chassis Fuel Tank*:



Spesifikasi mesin pada proses terpilih

Mesin yang digunakan pada proses pembuatan lubang dengan menggunakan mesin gurdi adalah tipe CNC (Computer Numeric Control) Drilling Machine.

2.3 Perancangan Fixture

Penentuan Prinsip Lokasi dan Pemilihan Locator

Perancangan fixture menggunakan prinsip 3-2-1 locating yang merupakan metode fundamental dalam desain fixture untuk membatasi enam derajat kebebasan (Degrees of Freedom - DOF) workpiece dalam ruang tiga dimensi (Newaz & Jahan, 2025). Prinsip ini menggunakan enam locator yang ditempatkan pada tiga bidang: tiga locator pada bidang primer (membatasi tiga DOF), dua locator

pada bidang sekunder (membatasi dua DOF), dan satu locator pada bidang tersier (membatasi satu DOF).

Namun, karena geometri kompleks komponen Bracket Vixion 3C12, dilakukan modifikasi penempatan locator dengan mempertimbangkan karakteristik bentuk komponen. Koordinat penempatan locator ditentukan melalui analisis geometri workpiece pada sumbu x, y, dan z untuk memastikan kontak optimal antara locator dengan permukaan workpiece. Pemilihan jenis locator mempertimbangkan beberapa kriteria: (1) locator harus selalu bersentuhan dengan permukaan workpiece selama proses pemesinan untuk menghasilkan penempatan akurat dan menjamin repeatability; (2) jarak antar locator didesain untuk memberikan jumlah minimum locator sambil menjamin kontak dengan seluruh permukaan benda kerja; dan (3) peletakan locator harus menjamin kebebasan dari gangguan geram dan debris (Sato & Sugiarto, 1991, sebagaimana dikutip dalam Hafiza et al.).

Validasi Konfigurasi Locator

Validasi kelayakan konfigurasi locator dilakukan melalui analisis matematis menggunakan matriks workpiece (WP matrix) dan analisis gaya (Papastathis et al., 2011). Tahapan validasi meliputi:

- Penentuan Matriks WP: Matriks dibentuk berdasarkan gaya pada sumbu x, y, dan z serta jarak titik-titik locator terhadap sumbu koordinat.
- Perhitungan Invers Matriks: Untuk menganalisis kemampuan konfigurasi locator dalam menahan gaya eksternal.
- Analisis Gaya Locator: Menentukan distribusi gaya pada setiap locator dengan formula

Hasil analisis menunjukkan distribusi gaya pada keenam locator dengan nilai positif untuk semua komponen, mengindikasikan konfigurasi locator yang valid dan mampu menahan workpiece secara stabil selama proses drilling. Konfigurasi dinyatakan layak apabila semua nilai gaya reaksi locator bernilai positif, yang berarti tidak ada locator yang mengalami gaya tarik (Li & Melkote, 1999).

Pemilihan dan Penempatan Sistem Clamping

Sistem clamping dirancang berdasarkan prinsip-prinsip dasar pengecaman yang meliputi: (1) posisi clamp harus selalu bersentuhan dengan workpiece pada posisi yang rigid; (2) clamp diletakkan sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu pergerakan pahat; (3) gaya pemotongan dimanfaatkan untuk membantu pengecaman; dan (4) resultan gaya pemotongan diarahkan ke locator untuk mengurangi gaya pengecaman yang dibutuhkan.

Berdasarkan analisis geometri dan proses, dipilih strap clamp sebagai sistem pengekaman utama yang dipasang pada sisi komponen. Strap clamp dipilih karena kemampuannya memberikan distribusi gaya yang merata dan fleksibilitas dalam aplikasi pada berbagai geometri workpiece (Carr Lane Manufacturing, n.d.). Sistem clamping dilengkapi dengan liner bushing kelas drill bushing yang berfungsi sebagai guide untuk drill bit, memastikan akurasi posisi lubang dan mengurangi keausan pada jig plate. Liner bushing dibuat dalam bentuk headless dan di-hardened untuk meningkatkan ketahanan aus.

Konstruksi Tool Body dan Elemen Fixture

Tool body dirancang sebagai landasan rigid untuk meletakkan locator, support, clamp, dan komponen lainnya (Carr Lane Manufacturing, n.d.). Berdasarkan pertimbangan kekuatan, biaya, dan kemudahan manufaktur, dipilih tool body tipe welded construction yang terbuat dari baja struktural. Metode welding dipilih karena memberikan kekakuan tinggi, biaya produksi lebih rendah dibanding casting, dan kemudahan dalam modifikasi desain (Erdem, 2020).

Konstruksi fixture secara keseluruhan mengintegrasikan beberapa elemen:

1. Landasan (base plate): Berfungsi sebagai platform utama dengan dimensi yang disesuaikan dengan envelope workpiece
2. Dinding penopang: Empat buah dinding untuk memposisikan locator dan memberikan rigiditas struktural
3. Liner bushing: Komponen perantara antara jig plate dan bushing untuk guiding drill bit
4. Fastening device: Baut, mur, dan pasak untuk menyatukan berbagai bagian fixture

2.4 Estimasi Waktu Manufaktur dengan Metode MOST

Estimasi waktu manufaktur proses drilling dengan menggunakan fixture dilakukan menggunakan metode MOST (Maynard Operation Sequence Technique). MOST merupakan sistem predetermined motion time yang menganalisis pekerjaan berdasarkan urutan gerakan (sequence of motions) dan memberikan nilai waktu dalam satuan Time Measurement Units (TMU), di mana 100.000 TMU setara dengan satu jam (Zandin, 2003).

Metode MOST dipilih karena kemampuannya menganalisis operasi dengan akurasi tinggi dan 5-10 kali lebih cepat dibandingkan time study konvensional (Engineering with Management, n.d.). Basic MOST digunakan untuk mengukur operasi dengan durasi

beberapa detik hingga 10 menit dengan range TMU 200-2000, yang sesuai untuk operasi drilling komponen Bracket.

Analisis MOST dilakukan dengan memecah operasi menjadi sequence model dasar yang meliputi: A (Action distance - pergerakan horizontal), B (Body motion - pergerakan vertikal), G (Gain control - kontrol manual), dan P (Placement - penempatan). Setiap elemen diberi index value berdasarkan kompleksitas dan jarak gerakan, kemudian dijumlahkan dan dikalikan 10 untuk mendapatkan total TMU. Hasil analisis MOST menunjukkan waktu produksi per unit dengan fixture adalah 0,0176 jam (63,36 detik), menghasilkan laju produksi 56,82 unit per jam atau dibulatkan 57 unit per jam.

2.5 Analisis Ekonomi Teknik

Estimasi Biaya Langsung

Biaya langsung (direct cost) mencakup seluruh biaya yang dapat diatribusikan secara langsung pada pembuatan fixture, meliputi biaya material dan biaya tenaga kerja (Vencru, 2025).

Estimasi Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung (indirect cost) mencakup biaya overhead yang mendukung proses produksi namun tidak dapat diatribusikan langsung pada unit produk tertentu (Clockify, 2025). Dalam penelitian ini, biaya tidak langsung meliputi biaya sewa mesin CNC drilling sebesar Rp 20.000 per batch produksi. Biaya ini diperhitungkan dalam analisis untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai total biaya produksi (Vencru, 2025).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

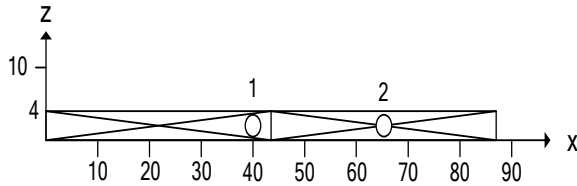
3.1 Pemilihan Jenis Lokator dan Penempatannya

Penempatan lokator dalam proses pembuatan sebuah benda kerja, perlu memperhatikan beberapa hal, antara lain adalah sebagai berikut:

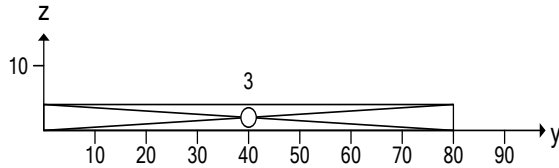
1. Lokator sebisa mungkin harus selalu bersentuhan dengan permukaan benda kerja selama proses pemesinan untuk menghasilkan penempatan yang akurat dan menjamin pengulangan (repeability).
2. Repeability adalah kemampuan tool untuk menghasilkan hasil proses pemesinan yang seragam pada n buah part (dalam batas toleransi yang diijinkan).
3. Jarak antar lokator didesain sedemikian sehingga memberikan jumlah lokator yang minimum dan menjamin kontak dengan seluruh permukaan benda kerja.

4. Peletakkan lokator harus menjamin bebasnya benda kerja dari gangguan geram dan benda lain. Jika peletakkan lokator tidak bisa menjamin hal ini maka lokator dipasang menonjol atau berelief atau berlekuk (relieved).

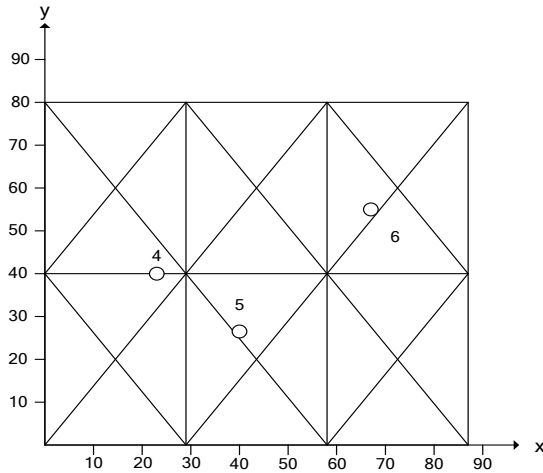
Namun, karena bentuk komponen yang dipilih memiliki bentuk yang berbeda seperti yang terlihat pada bab sebelumnya, maka terkadai perubahan. Perubahan konstruksi lokator tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 5. Perubahan Koordinat Lokator Sumbu x dan z



Gambar 6. Perubahan Koordinat Lokator Sumbu y dan z



Gambar 7. Koordinat Lokator Sumbu x dan y

Proses perhitungan uji kelayakan lokator ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan matriks WP yang diambil dari gaya pada sumbu x, y, dan z pada komponen, serta jarak titik-titik lokator pada komponen terhadap sumbu x, y, dan z.

	W1	W2	W3	W4	W5	W6
nx	0	0	1	0	0	0
ny	1	1	0	0	0	0
Mz	40	65	-40	0	0	0
nz	0	0	0	1	1	1
Mx	-2	-2	0	40	22	58
My	0	0	2	-23	-44	-73

2. Menentukan invers dari matriks WP.

	W1	W2	W3	W4	W5	W6
nx	-1.60	2.60	-0.04	0.00	0.00	0.00
ny	1.60	-1.60	0.04	0.00	0.00	0.00
Mz	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
nz	-0.06	0.05	0.00	0.74	0.02	0.03
Mx	0.03	-0.08	0.00	1.24	-0.04	-0.01
My	0.03	0.05	0.00	-0.98	0.02	-0.01

3. Menentukan negatif dari nilai elemen-elemen matrik WP-1.

	W1	W2	W3	W4	W5	W6
nx	1.60	-2.60	0.04	0.00	0.00	0.00
ny	-1.60	1.60	-0.04	0.00	0.00	0.00
Mz	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
nz	0.06	-0.05	0.00	-0.74	-0.02	-0.03
Mx	-0.03	0.08	0.00	-1.24	0.04	0.01
My	-0.03	-0.03	0.00	0.98	-0.02	0.01

4. Menentukan nilai matriks WL berdasarkan bidang penempatan lokator pada komponen. Nilai ini diperoleh dari gaya dari tiap bidang terhadap sumbu x, y, dan z, serta jarak titik berat sisi komponen terhadap sumbu x, y, dan z.

	W1	W2	W3
nx	-1	0	0
ny	0	-1	0
Mz	40	-43.5	0
nz	0	0	-1
Mx	0	2	-40
My	-2	0	43.5

5. Menentukan nilai $-WP^{-1} \times WL$ yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

$$-WP^1 \times WL = \begin{matrix} & W1 & W2 & W3 & W4 & W5 & W6 & W1 & W2 & W3 \\ \begin{matrix} 1.60 & -2.60 & 0.04 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ -1.60 & 1.60 & -0.04 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ -1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.06 & -0.05 & 0.00 & -0.74 & -0.02 & -0.03 \\ -0.03 & 0.08 & 0.00 & -1.24 & 0.04 & 0.01 \\ -0.03 & -0.03 & 0.00 & 0.98 & -0.02 & 0.01 \end{matrix} & \begin{matrix} -1.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & -1.00 & 0.00 \\ 2.25 & -2.75 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & -1.00 \\ 0.00 & 2.00 & -40.00 \\ -2.00 & 0.00 & 43.50 \end{matrix} \end{matrix}$$

$$= \begin{matrix} -1.51 & 2.49 & 0.00 \\ 1.51 & -1.49 & 0.00 \\ 1.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.42 \\ 0.00 & 0.00 & 0.29 \\ 0.00 & 0.00 & 0.29 \end{matrix}$$

6. Menentukan nilai Fp untuk menarik kesimpulan berdasarkan penempatan lokator yang telah dilakukan.

$$Fp = -WP^1 \times WL \times FL = \begin{matrix} -1.51 & 2.49 & 0.00 \\ 1.51 & -1.49 & 0.00 \\ 1.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.42 \\ 0.00 & 0.00 & 0.29 \\ 0.00 & 0.00 & 0.29 \end{matrix} \begin{matrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{matrix}$$

$$Fp = \begin{matrix} 0.9800 & W1 \\ 0.0200 & W2 \\ 1.0000 & W3 \\ 0.4225 & W4 \\ 0.2887 & W5 \\ 0.2887 & W6 \end{matrix}$$

3.2 Pemilihan Jenis Clamping dan Penempatannya

Aturan dasar clamping adalah sebagai berikut:

- Posisi klem
 - Selalu bersentuhan dengan benda kerja pada posisi yang rigid
 - Untuk menghindari defleksi benda kerja harus ditahan menggunakan alat bantu
 - Klem harus diletakkan sedemikian sehingga tidak mengganggu pergerakan pahat
 - Klem harus diletakkan sedemikian sehingga operator dapat bekerja dengan mudah dan aman.

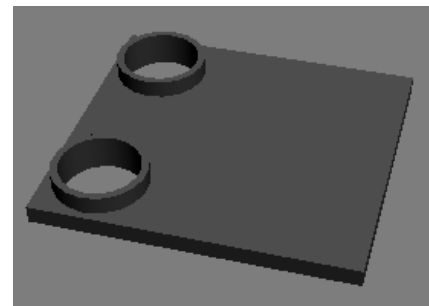
2. Gaya pemotongan

- Manfaatkan gaya pemotongan untuk membantu pengecaman
- Resultan gaya pemotongan diarahkan ke lokator sehingga mengurangi gaya pengecaman yang dibutuhkan.

3. Gaya pengecaman

- Gaya pengecaman adalah gaya yang dibutuhkan untuk menjaga posisi benda kerja selama proses pemesinan.
- Besarnya gaya pengecaman tergantung dari besarnya gaya pemotongan dan cara peletakan benda kerja relatif terhadap pahat.
- Gaya pengecaman hanya cukup untuk menahan benda kerja ke lokator. Gaya total harus ditahan oleh lokator.

Berdasarkan alat bantu yang telah dirancang clamping yang digunakan adalah jenis clamping strap clamp ditambah dengan liner bushing yang masuk dalam kelas bushing drill karena pengecam yang digunakan berupa plat baja dengan ketebalan 2 mm yang langsung bersentuhan dengan permukaan benda. Untuk menguatkan posisinya pada saat proses drilling berlangsung maka diberikan baut untuk menekan ke bagian tengah clamp.



Gambar 8. Clamping pada Alat Bantu

3.3 Konstruksi Jig dan Fixture Keseluruhan

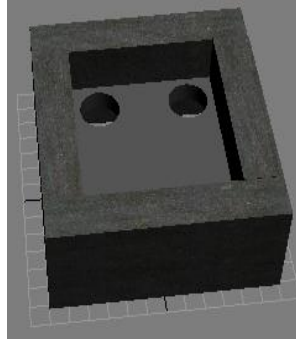
1. Tool body (Landasan)

Tool body berfungsi sebagai landasan yang rigid untuk meletakkan lokator, support, clamp, dan bagian lain yang dibutuhkan. Tool body yang sesuai dengan alat bantu yang telah dirancang untuk komponen brake pads ini adalah tool body yang terbuat dari baja.



Gambar 9. Landasan Tool Body Alat Bantu

Berdasarkan cara pembuatan tool body di atas, maka cara yang paling baik dipakai untuk pada alat bantu yang telah dirancang ini adalah welding (welded tool bodies).



Gambar 10. Tool Body Alat Bantu

2. Liner bushing

Liner bushing dibuat dalam dua bentuk head atau headless dan di hardened untuk mengurangi keausan. Liner bushing dipasang ke jig plate dengan cara ditekan yang berfungsi sebagai komponen perantara antara jig plate dan bushing.



Gambar 11. Linear Bushing

3. Fastening Device (Pengencang)

Pengencang berfungsi untuk menyatukan berbagai bagian fixture atau jig yang terdiri dari baut, mur, pasak, dan pengencang lain dalam berbagai bentuk.

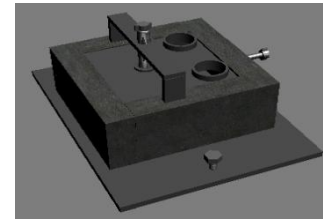
4. Baut

Alat bantu yang dirancang untuk komponen bracket ini, umumnya dihubungkan dengan baut..



Gambar 12. Baut pada Alat Bantu

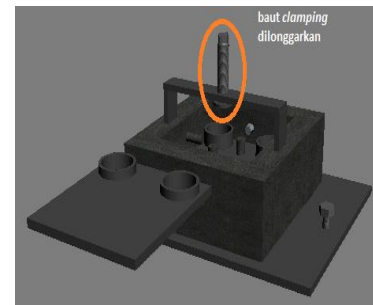
Konstruksi alat bantu ini secara keseluruhan dapat diketahui melalui gambar berikut ini:



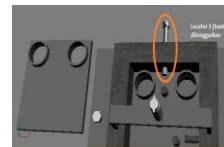
Gambar 13. Konstruksi Alat Bantu Secara Keseluruhan

3.4 Prinsip Kerja Jig dan Fixture

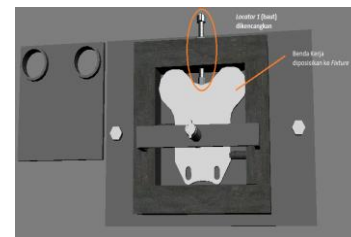
Prinsip kerja jig dan fixture pada alat bantu yang telah dirancang untuk proses drilling komponen bracket ini cukup sederhana.



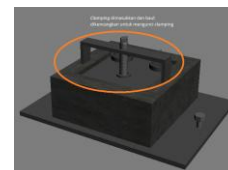
Gambar 14. Clamping dikeluarkan



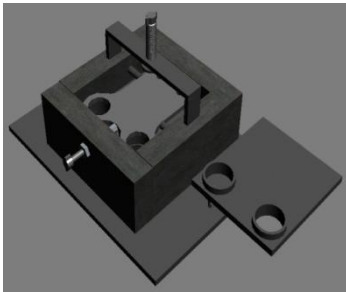
Gambar 15. Locator 1 (baut) dilonggarkan



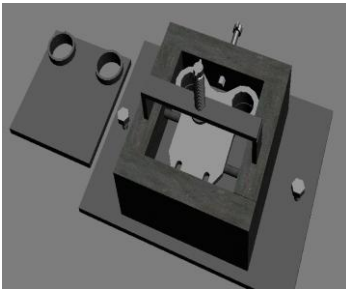
Gambar 16. Memposisikan benda kerja



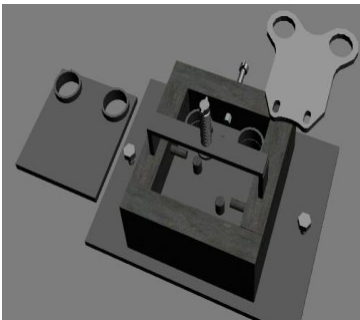
Gambar 17. Clamping dimasukkan ke posisinya.



Gambar 18. Clamping dikeluarkan dari fixture



Gambar 19. Locator 1 (baut) dilonggarkan



Gambar 20. Benda kerja dikeluarkan dari fixture

3.5 Estimasi Waktu Manufaktur Proses Terpilih

Estimasi waktu manufaktur pada proses pengedrillan ini dapat ditentukan dengan menggunakan metode MOST (*Maynard Operation Sequence Time*).

3.6 Perawatan Alat Bantu

Kondisi alat bantu yang dipakai dalam proses permesinan sangat dipengaruhi oleh perawatan (*maintenance*) yang diberikan kepada alat bantu itu. Sebagai contoh misalnya *jig* dan *fixture* yang menangani dalam bidang pengedrillan logam, maka yang perlu diperhatikan adalah kebersihan *jig* dan *fixture* tersebut dari geram (*chip*) sebagai akibat hasil pengedrillan logam.

3.7 Analisis Ergonomika

Perancangan fixture untuk proses produksi komponen *Bracket Vixion 3C12 Chassis Fuel Tank* dalam kaitannya dengan ergonomi sangat memperhatikan prinsip-prinsip perancangan yang baik.

Identifikasi Sumber-Sumber Kecelakaan

Identifikasi sumber-sumber kecelakaan sebagai berikut (Slappendel et al, 1993) :

Sistem kerja

Karakteristik pekerja

Karakteristik pekerjaan itu sendiri

Peralatan yang digunakan

Lingkungan fisik

Lingkungan sosial

3.8 Analisis Ekonomi Teknik

1. Estimasi Biaya-Biaya Langsung

Biaya-biaya tersebut dapat diasumsikan sebagai berikut:

Biaya pembelian material

Pembelian 6 buah locator @ Rp 1500,- = Rp. 9000

Pembelian 1 buah baut clamp @ Rp 3000 = Rp. 3000

Biaya pembelian 4 buah mur @ Rp 1000 = Rp. 4000

Baut landasan 2 buah @ Rp 3000 = Rp. 6000

Landasan = Rp. 10000

Dinding 4 buah @ Rp 5000 = Rp. 20000

Biaya langsung untuk pembuatan alat bantu komponen *Bracket Vixion 3C12 Chassis Fuel Tank* adalah sebesar Rp 52000,00/ komponen alat bantu.

Biaya Operator

Upah kerja yang diberikan pada opertor adalah Rp 11000/jam

Jadi, biaya total pembuatan alat bantu adalah :

Biaya material + biaya operator = Rp 52000,00 + Rp 11000,00 = Rp 63000,00.

2. Estimasi Biaya Tetap dan Tidak Langsung

Biaya tidak langsung biasanya mempengaruhi proses produksi yaitu :

Biaya sewa mesin = Rp 20000

3. Analisis Titik Impas

Perhitungan biaya produksi tanpa menggunakan alat bantu

Waktu loading dan unloading = 100 detik = 0,028 jam

Waktu proses pemesinan = 32 detik = 0,009 jam

Waktu proses per unit (S1) = 0,037jam

a. Laju produksi (production per hours)

$$Ph = \frac{1}{S}$$

Keterangan:

Ph = Produksi per jam

S = Waktu produksi per Unit

$$Ph = \frac{1}{0,037}$$

$$Ph = 27,02 \text{ unit/jam}$$

b. Perhitungan biaya tenaga kerja

$$L = \frac{l_s}{P_h} \times w$$

Keterangan:

Ls = Lot size

w = upah per jam

Jumlah lot size adalah 1000 komponen Bracket dan juga upah per tenaga kerja per jam adalah Rp 11000,00 baik menggunakan alat bantu ataupun tidak, sehingga biaya tenaga kerja yang dikeluarkan adalah:

$$L = \frac{1000}{27,02} \times 11000$$

$$L = 407.105$$

Jadi biaya yang dikeluarkan untuk upah tenaga kerja tanpa menggunakan alat bantu adalah Rp 407.105,.

c. Perhitungan biaya per unit

Biaya unit ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$TC = \text{biaya sewa mesin}$$

$$TC = 20.000$$

$$CP = \frac{TC + L}{LS}$$

$$CP_1 = \frac{20.000 + 407.105}{1000}$$

$$CP_1 = 427,11$$

Jadi biaya per unit tanpa menggunakan alat bantu adalah Rp 427,11

Perhitungan biaya produksi dengan menggunakan alat bantu

Waktu produksi dengan menggunakan alat bantu adalah 0,0176jam.

a. Laju produksi (*production per hours*):

$$Ph = \frac{1}{0,0176}$$

$$Ph = 56,82 \text{ unit/jam}$$

Jadi laju produksi dengan alat bantu adalah 57 unit/jam

b. Perhitungan biaya tenaga kerja

Jumlah lot size adalah 1000 komponen Bracket dan juga upah per tenaga kerja per jam adalah Rp 11.000,00 baik menggunakan alat bantu ataupun tidak, sehingga biaya tenaga kerja yang dikeluarkan adalah :

$$L = \frac{1000}{56,82} \times 11000$$

$$L = 193,593$$

Jadi biaya yang dikeluarkan untuk upah tenaga kerja dengan menggunakan alat bantu adalah Rp 193.593.

c. Perhitungan biaya per unit

Biaya unit adalah biaya yang dikenakan terhadap biaya untuk proses gudi yang dilakukan terhadap komponen. Biaya unit ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$TC = \text{biaya material} + \text{biaya sewa mesin}$$

$$TC = 52.000 + 20.000$$

$$CP = \frac{TC + L}{LS}$$

$$CP_1 = \frac{72.000 + 193.593}{1000}$$

$$CP_1 = 265,59$$

Jadi biaya per unit dengan menggunakan alat bantu adalah Rp 265,59

Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan Titik Impas atau Break Event Point (BEP), yaitu :

$$BEP = \frac{TC}{Cp_1 - Cp_2}$$

$$BEP = \frac{52.000}{427,11 - 265,59}$$

$$BEP = 32,19$$

Maka dibutuhkan 32 unit untuk mencapai Titik Impas.

Berdasarkan hal tersebut , maka biaya penghematannya didapatkan dari rumus berikut

$$TS = LS(Cp_1 - Cp_2) - TC$$

$$TS = 1000(427,11 - 265,59) - 52.000$$

$$TS = 109.520$$

Jadi, dapat disimpulkan penghematan menggunakan alat bantu sebesar Rp 109.520,00 dibandingkan tanpa menggunakan alat bantu.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan alat bantu yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan :

1. Perancangan alat bantu sangat berguna dalam proses pemesinan karena dapat memperkecil waktu operasi sehingga proses produksi berlangsung lebih cepat.
2. Dengan menggunakan alat bantu biaya produksi yang dikeluarkan lebih kecil.
3. Tugas operator semakin ringan dengan adanya alat bantu sehingga kerja operator lebih efisien.
4. Kecelakaan kerja dapat diminimasi dengan adanya fixture ini karena dapat mengurangi kontak operator mesin pada saat proses pemesinan berlangsung.
5. Biaya produksi per unit dengan tidak menggunakan alat bantu adalah Rp 427,11 sedangkan dengan menggunakan alat bantu adalah Rp 265,59.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, R. (2021). *Rancang Bangun Alat Penepat (Fixture) Pemotongpipa Besi Ø18 Inch–Ø20 Inch Dengan Ketebalan Maksimal 3 Mm (Proses Pengujian)*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Amin, M. (2022). *Perancangan Alat Bantu Pemotong Pola Kemasan Standing Pouch Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja*. Universitas Islam Indonesia.
- Ananda, S. A., & Sa'diyah, K. (2024). Analisis Ekonomi Prarancangan Pabrik Kimia Pembuatan Pakan Ikan Lele Dari Maggot Dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 10(1), 188–196.
- Azri, F., Heryana, G., Kamal, D. M., Zainuri, F., & Sofyan, H. (2023). Optimization Of Machinery Fixture Design The Main Components Of Sling Bearings Use A Pneumatic System. *Jurnal Teknologika*, 13(1), 121–130.
- Chaniago, N., Judijanto, L., Fitriyana, F., Nitsae, O. G., Kusumastuti, S. Y., & Wibowo, E. (2025). *Studi Kelayakan Bisnis: Teori Dan Implementasi*. Pt. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Ferdian, R., Basuki, B., Setyana, L. D., & Hendaryanto, A. (2024). Perancangan Fixture Pada Proses Finishing Gerinda Tangan Sebagai Peningkatan Produktivitas Produk Spindle Knuckle D40 L Di Pt Manggala Perkasa Engineering. *Jurnal Mekanik Terapan*, 5(1), 25–33.
- Ghozali, Z., Boari, Y., Aziza, N., Anggraini, H., Kurniasuti, C., Mawarni, I., & Judijanto, L. (2024). *Manajemen Industri: Teori Komprehensif*. Pt. Green Pustaka Indonesia.
- Ilham Almakky, Z. (2022). *Analisis Studi Kelayakan Investasi Pada Perusahaan Paving Sone Ud. Indah Cemerlang*. Itn Malang.
- Ilmi, N., Baharuddin, S. R., Ramdhani, I., Riana, R. I., Anwar, F., & Muflihat, S. (2025). *Manajemen Produksi*. Penerbit Nem.
- Lestari, D. F., Anugerah, E. G., Dasila, R. A., Ruhliandini, P. Z., Yanti, N., Jasuni, A. Y., Oktaviah, N., Aulia, A., Surachman, A. E., & Noerhatini, P. (2025). *Akuntansi Biaya*. Sada Kurnia Pustaka.
- Marlina, M., Sufitrayati, S., Amri, S., Syamsuddin, N., Radhiana, R., & Akbar, R. M. (2025). Inovasi Operasional Untuk Efisiensi Biaya Dan Peningkatan Profit Di Industri Pengolahan Limbah Plastik. *Jurnal Serambi Engineering*, 10(1).
- Pramudia, R. S., Mulyono, S., & Mulyana, F. (2022). *Perancangan Jig And Fixture Alat Bantu Marking Coupling 3- 1 / 2 ”*. 695–704.
- Radhiana, R., Mukhdasir, M., Surya, J., Syamsuddin, N., Maryam, M., & Syafitri, A. (2025). Pengaruh Sistem Produksi Lean Terhadap Pengurangan Biaya Produksi Dan Peningkatan Profitabilitas Di Industri Pengolahan Limbah Plastik. *Jurnal Serambi Engineering*, 10(1).
- Raihan, R., & Khalid, A. (2025). *Pneumatik Dan Hidrolik Dalam Sistem Otomotif Dan Teknik Mesin: Teori, Aplikasi, Dan Praktik*. Penerbit Widina.
- Setiawan, A., & Pamungkas, B. Y. (2022). Pengaruh Temperatur Dan Holding Time Dalam Proses Tempering Terhadap Sifat Mekanik Pipa Low Carbon Steel Low Alloy Grade X65q. *Journal Of Metallurgical Engineering And Processing Technology*, 53–62.
- Tjiptady, B. C., Rahman, R. Z., Meditama, R. F., & Widayana, G. (2021). *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha Jig And Fixture Redesign For Making Reamer On Head Cylinder*. 9(1), 32–41. <https://doi.org/10.23887/jptm.v9i1.32597>
- Wahyudi, D. J. (2025). *Fundamentals Of Advanced Machining: Milling, Threading, And Gear Manufacturing*. Tujuh Pustaka Penerbit.