

# Optimalisasi Perancangan *Fixture* Permesinan

## Komponen Utama Bantalan Sling menggunakan *Pneumatic System*

### *Optimization of Machinery Fixture Design*

### *The Main Components of Sling Bearings use a Pneumatic System*

Fuzi Rachmat Ramdhani<sup>1</sup>, Faiz Azri<sup>2</sup>, Ghany Heryana<sup>3</sup>,  
Dianta Mustofa Kamal<sup>4</sup>, Fuad Zainuri<sup>5</sup>, Hady Sofyan<sup>6</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur, Politeknik Negeri Jakarta  
Kampus baru UI, Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji,  
Kota Depok, Jawa Barat 16425

[faiz.ajri.tm22@mhswnpj.ac.id](mailto:faiz.ajri.tm22@mhswnpj.ac.id), [fuzi.rachmat.ramdhani.tm22@mhswnpj.ac.id](mailto:fuzi.rachmat.ramdhani.tm22@mhswnpj.ac.id)  
[ghany@wastukancana.ac.id](mailto:ghany@wastukancana.ac.id) [fuad.zainuri@mesin.pnj.ac.id](mailto:fuad.zainuri@mesin.pnj.ac.id) [hadysofyan@wastukancana.ac.id](mailto:hadysofyan@wastukancana.ac.id)

---

### Abstrak

Bantalan sling kereta gantung adalah salah satu komponen penting dalam sistem transportasi kereta gantung. Bantalan ini berfungsi untuk menopang beban kereta gantung dan mengurangi gesekan antara kereta dan rel/sling sehingga kereta dapat bergerak dengan lancar dan aman. Untuk memproduksi bantalan sling yang berkualitas, diperlukan proses machining yang tepat dan akurat. Proses pembuatan bantalan sling kereta gantung melalui proses machining, dimana bahan mentah yang biasanya berupa logam atau paduan logam akan dipotong, dibentuk, dan dipoles untuk membentuk bentuk bantalan yang diinginkan.

Fixture machining adalah salah satu teknik yang umum digunakan dalam proses machining, dimana benda kerja dijepit atau dikencangkan pada suatu fixture yang telah dirancang secara khusus, sehingga benda kerja tetap stabil selama proses machining berlangsung. Tujuan rekayasa engineering ini adalah untuk menghasilkan rancangan *fixture* komponen bantalan sling dengan penambahan sistem *pneumatic* dalam peningkatan kuantitas dan kualitas produk pada mesin CNC dengan melakukan validasi desain melalui simulasi.

Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian dengan menggunakan fixture machining konvensional dan fixture machining yang dilengkapi dengan sistem pneumatic. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fixture machining yang dilengkapi dengan sistem pneumatic mampu meningkatkan kecepatan dan efisiensi produksi bantalan sling kereta gantung hingga 20% dibandingkan dengan fixture konvensional. Penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi industri pembuatan bantalan sling kereta gantung dalam meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk akhir. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi acuan untuk penelitian lebih lanjut mengenai optimalisasi proses produksi bantalan sling kereta gantung.

**Kata kunci:** Bantalan Sling, Fixture, Kereta gantung, Optimalisasi

### Abstract

*Sling bearings are one of the important components in the cable car transportation system. These bearings function to support the weight of the cable car and reduce friction between the train and the rail/sling so that the train can move smoothly and safely. To produce quality sling bearings, a precise and accurate machining process is required. The manufacturing process of ropeway sling bearings goes through a machining process, where raw materials that are usually metals or metal alloys will be cut, shaped, and polished to form the desired bearing shape.*

*Fixture machining is one of the most commonly used techniques in the machining process, where the workpiece is clamped or fastened to a specially designed fixture so that the workpiece remains stable during the machining process. The purpose of this engineering is to produce a fixture design for sling bearing components with increased quantity and quality of products on CNC machines by validating the design through simulation.*

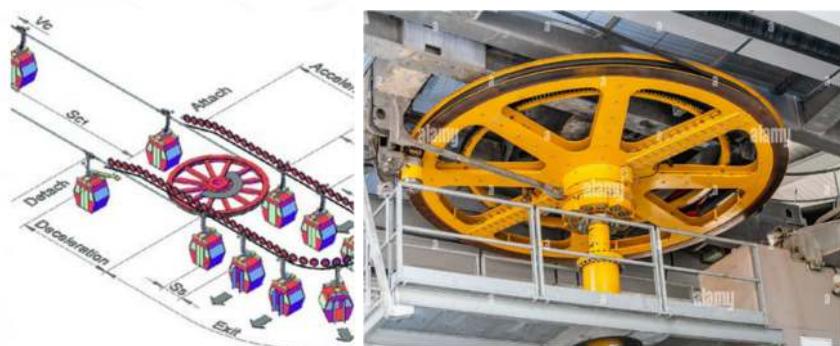
*In this study, tests were conducted using a conventional machining fixture and a machining fixture equipped with a pneumatic system. The test results show that the machining fixture equipped with a pneumatic system is able to increase the production speed and efficiency of cable car sling bearings by up to 20% compared to the conventional fixture. This research makes an important contribution to the cable car sling bearing manufacturing industry in improving production efficiency and final product quality. In addition, this research can also be a reference for further research on the optimization of the cable car sling bearing production process.*

**Keywords:** Sling bearings, Fixture, Cable car, Optimization.

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri yang pesat memunculkan inovasi teknologi yang lebih baik untuk mengembangkan kapasitas dan kualitas suatu produksi. Untuk mengurangi biaya produksi, peningkatan efisiensi proses manufaktur suatu produk sangat berpengaruh, terutama dengan menurunkan waktu proses manufakturnya. Hampir seluruh proses produksi menggunakan mesin perkakas yang sesuai dengan spesifikasi produk yang dibuat. Semakin kompleks bentuk produk, maka semakin rumit perkakas yang digunakan. Peningkatan kualitas produk dapat dicapai salah satunya dengan penggunaan alat bantu proses produksi, seperti *jig* dan *fixture*, *mold*, dan *dies* [1].

Bantalan sling kereta gantung adalah salah satu komponen penting dalam sistem transportasi kereta gantung. Bantalan ini berfungsi untuk menopang beban kereta gantung dan mengurangi gesekan antara kereta dan rel/sling sehingga kereta dapat bergerak dengan lancar dan aman. Untuk memproduksi bantalan sling yang berkualitas, diperlukan proses machining yang tepat dan akurat. Proses machining adalah proses pembentukan bahan dengan cara menghapus material dari benda kerja menggunakan alat pemotong seperti pahat atau mesin bubut. Proses ini sangat penting dalam pembuatan bantalan sling kereta gantung karena dapat mempengaruhi akurasi dan kualitas bantalan. Dalam proses machining bantalan sling kereta gantung, fixture atau perangkat penjepit menjadi sangat penting karena dapat mempertahankan posisi benda kerja dengan presisi yang tinggi selama proses machining. Fixture yang baik akan menghasilkan hasil machining yang lebih akurat dan konsisten, sehingga mengurangi jumlah kerusakan dan cacat produk. Dalam artikel ini, akan dibahas lebih lanjut tentang proses machining bantalan.



**Gambar 1.1** Mekanisme Wheel Roller Kereta Gantung (Sumber: Vladwitty / Alamy)

sling kereta gantung dengan menggunakan fixture yang tepat untuk menghasilkan produk yang berkualitas dan memenuhi standar keselamatan dan keamanan yang tinggi dalam sistem transportasi kereta gantung. Komponen bantalan sling kereta gantung merupakan proses penting dalam pembuatan komponen-komponen yang digunakan dalam transportasi umum seperti kereta gantung. Bantalan sling adalah salah satu komponen utama dalam sistem suspensi kereta gantung yang berfungsi untuk mengurangi getaran dan memberikan stabilitas pada kereta gantung saat bergerak. Untuk memproduksi bantalan sling kereta gantung, diperlukan proses machining atau pemesinan. Machining adalah proses pembentukan material dengan cara memotong atau menghapus sebagian material menggunakan mesin-mesin khusus seperti mesin bubut, mesin frais, dan mesin bor.



**Gambar 1.2** *Fixture* Bantalan Sling (Sumber : Pribadi)

Proses pembuatan bantalan sling kereta gantung melalui proses machining, dimana bahan mentah yang biasanya berupa logam atau paduan logam akan dipotong, dibentuk, dan dipoles untuk membentuk bentuk bantalan yang diinginkan. Fixture machining adalah salah satu teknik yang umum digunakan dalam proses machining, dimana benda kerja dijepit atau dikencangkan pada suatu fixture yang telah dirancang secara khusus, sehingga benda kerja tetap stabil selama proses machining berlangsung.

Tujuan rekayasa engineering ini adalah untuk menghasilkan rancangan *fixture* komponen bantalan dengan peningkatan kuantitas dan kualitas produk pada mesin CNC dengan melakukan validasi desain melalui simulasi. Kajian rekayasa engineering dilakukan mulai dari kajian terhadap proses eksisting, spesifikasi produk, *layout*, usulan tahapan proses pemesinan, dan rancangan *fixture*. Fixture atau peralatan penjepit adalah salah satu komponen yang sangat penting dalam proses machining bantalan sling kereta gantung. Fixture digunakan untuk menahan dan memposisikan benda kerja (workpiece) dengan tepat pada posisi yang diinginkan selama proses machining, sehingga memastikan akurasi dan konsistensi dimensi pada bantalan sling yang dihasilkan.

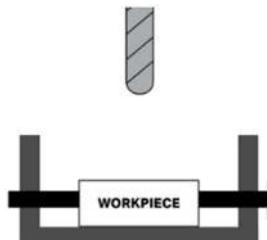
## 2. LANDASAN TEORI

Penggunaan *fixture* telah banyak dikaji oleh parapeneliti dan perekayasa manufaktur. Perancangan *fixture* dengan metode *flexible workholding* dapat digunakan untuk memegang berbagai macam benda kerja dengan berbagai bentuk [5]. Penggunaan *Computer Aided Design* (CAD) pada verifikasi *fixture* untuk menganalisis kondisi batas geometri, analisis toleransi, analisis stabilitas, dan analisis aksesibilitas dilakukan pada komponen *fixture* [3]. Pemanfaatan perangkat lunak rekayasa *solidworks* telah banyak digunakan juga untuk mengkonstruksi *fixture* [4]. Untuk menghasilkan produk yang memiliki sifat mampu tukar dengan kepresisian tinggi dapat dilakukan dengan memberikan fokus dan perhatian pada tahap perancangan seperti yang dikaji oleh [5].

Keinginan penggunaan mesin CNC untuk memproduksi produk rahang gerak (RG) dan rahang tetap (RT) ini membutuhkan *fixture* baru. Pengaruh jenis dan kondisi mesin yang digunakan dalam produksi memiliki dampak yang signifikan pada desain *fixture* [6]. Desain mesin yang dapat beroperasi pada empat atau lima sisi pada benda kerja dalam satu kali *setup* memiliki pertimbangan khusus pada *fixture*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, untuk melakukan pemotongan sudut hollow pipe menggunakan gerinda dapat digunakan *jig* dan *fixture* sebagai alat pembantu. Metode VDI 2222 diaplikasikan dengan menggunakan software Autodesk Inventor pada proses perancangan *jig* dan *fixture* pemotongan sudut hollow pipe menggunakan gerinda menghasilkan desain *jig* dan *fixture* yang dapat membantu pemotongan sudut menggunakan gerinda [4].

Berbeda dengan penelitian di atas, penulis memfokuskan pada optimalisasi rancangan bangun *fixture* produk bantalan sling menggunakan Pneumatic. Dalam proses pembuatan bantalan sling kereta gantung, fixture machining sangat penting untuk memastikan bahwa benda kerja tetap stabil dan presisi selama proses pemesinan berlangsung. Hal ini terutama penting karena bantalan harus dibuat dengan toleransi yang sangat ketat untuk memastikan keamanan dan kinerja yang optimal pada kereta gantung. Secara umum, fixture machining memainkan peran penting dalam proses pembuatan bantalan sling kereta gantung, dan merupakan salah satu faktor kunci yang mempengaruhi kualitas dan keamanan produk akhir.

### A. *Fixture*



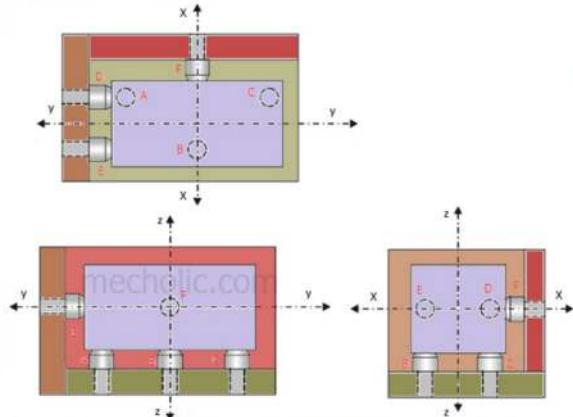
**Gambar 2.1** Konsep *Fixture* (Sumber: Reidsupply)

Menurut Edgard G. Hoffman (1996), *fixture* merupakan alat bantu produksi yang digunakan pada proses manufaktur, sehingga dihasilkan duplikasi part yang akurat. *Fixture* biasanya dibuat secara khusus sebagai alat bantu proses produksi untuk mempermudah dalam penyetelan material yang menjamin keseragaman bentuk dan ukuran produk dalam jumlah banyak (mass product) serta untuk mempersingkat waktu produksi.

*Fixture* adalah peralatan produksi yang menempatkan, memegang dan menyangga benda kerja secara kuat

sehingga pekerjaan pemesinan yang diperlukan bisa dilakukan. Blok ukur atau feeler gauge digunakan pada *fixture* untuk referensi atau setelan alat potong kebenda kerja. *Fixture* harus dipasang tetap kemeja mesin dimana benda kerja diletakkan.

### 1. Prinsip 3-2-1



**Gambar 2.2** Pembagian Titik lokator untuk prinsip 3-2-1

(Sumber: Edgard G. Hoffman)

Ini juga dikenal sebagai prinsip lokasi enam pin atau enam titik. Dalam hal ini, tiga permukaan penempatan benda kerja yang berdekatan masing-masing bersandar pada 3, 2, dan 1 pin, yang mencegah 9 derajat kebebasan. Metode 3-2-1 adalah prinsip penahan kerja di mana tiga pin terletak pada bidang prinsip pertama, bisa XY, YZ atau ZX. Dan dua pin terletak pada bidang ke-2 yang tegak lurus dengan bidang ke-1, dan terakhir, satu pin pada bidang tersebut saling tegak lurus dengan bidang ke-1 dan ke-2.

- 3 poin dalam satu bidang: "3" dalam 3-2-1 mengacu pada 3 locator (elemen perlengkapan pasif) pada permukaan locating / datum utama.
- 2 poin di bidang lain: "2" di 3-2-1 mengacu pada 2 locator pada permukaan locating/datum sekunder.
- 1 titik pada bidang ketiga: "1" pada 3-2-1 mengacu pada 1 locator pada permukaan locating/datum tersier

### 2. 6 Degree of Freedom

Enam derajat kebebasan adalah hitungan parameter khusus untuk jumlah derajat kebebasan yang dimiliki suatu objek dalam ruang tiga dimensi, seperti dunia nyata. Artinya ada enam parameter atau cara tubuh dapat bergerak.

Enam derajat kebebasan terdiri dari parameter gerakan berikut:

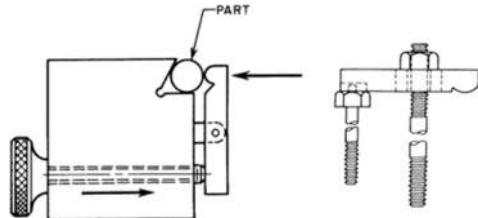
- a) Bergerak di sepanjang sumbu X, Y dan Z yang berbeda
- b) Bergerak ke atas dan ke bawah sepanjang sumbu Y disebut naik-turun.
- c) Bergerak maju dan mundur sepanjang sumbu X disebut bergelombang.
- d) Bergerak ke kiri dan ke kanan sepanjang sumbu Z disebut bergoyang.
- e) Rotasi – Berputar untuk menghadapi sumbu yang berbeda
  - Bergerak antara X dan Y.
  - Bergerak antara X dan Z.
  - Bergerak antara Z dan Y.

### 3. Clamping Device (Perangkat cekam)

Menurut Edgard G. Hoffman dalam buku *Jig And Fixture Design* (1996: 41) Clamping Device adalah "are designed to lock the part in the *fixture* and prevent movement". Secara umum pencekaman (clamping) merupakan bagian dari *fixture* yang berfungsi mencekam benda kerja sehingga posisi benda kerja tidak berubah selama proses pemesinan. Tujuan utama dari proses pencekaman (clamping) adalah untuk menahan secara aman posisi benda kerja terhadap lokator selama siklus pemesinan. Ada beberapa

prinsip jenis dan penempatan clamping, yaitu :

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



**Gambar 2.4** Clamping Device (Sumber: Edgard G. Hoffman)

#### 4. Locating Pin

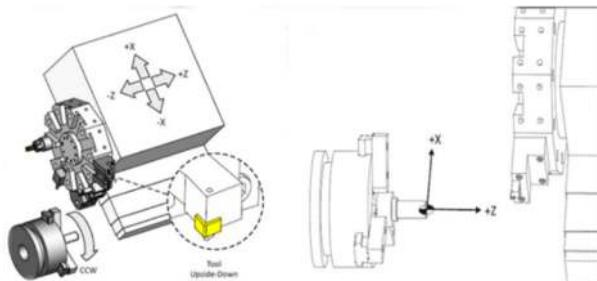
Salah satu tuntutan dalam *Fixture* adalah untuk mengerjakan benda kerja secara tepat, semudah mungkin dan menjamin posisi kedudukan. Secara umum pelokasian atau locating adalah aspek dimendi dan peletakan benda kerja yang berkaitan dengan alat potong pada mesin dan benda kerja. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pelokasian, yaitu : bentuk geometri benda kerja, hubungan antara dimensi benda kerja, dimensi dan toleransi bendakerja, kekasaran permukaan benda kerja, bahan dan sifat benda kerja, jenis pekerjaan dan jumlah benda yang di proses sekali cekam.



**Gambar 2.5** Locating Pin (Sumber: Misumi Indonesia)

#### B. Mesin CNC Milling

Secara umum, prinsip kerja dari mesin CNC milling adalah dengan membaca program CNC yang dibuat oleh programmer dengan cara mengetik langsung pada mesin atau membuat program pada software pemrograman CNC. Selanjutnya, program CNC yang lebih dikenal dengan *G-code* tersebut akan dikirim dan dieksekusi oleh processor untuk menggerakkan perkakas-perkakas di dalam mesin hingga menghasilkan produk yang sesuai dengan program. Program CNC tersebut, lebih dikenal sebagai *G-code*, seterusnya dikirim dan dieksekusi oleh prosesor pada mesin CNC menghasilkan pengaturan motor servo pada mesin untuk menggerakkan perkakas yang bergerak melakukan proses permesinan hingga menghasilkan produk sesuai program.



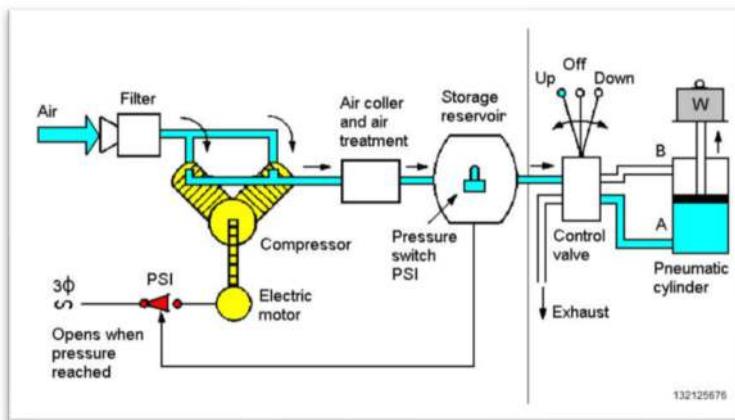
**Gambar 2.7** Sistem Koordinat x,y,z pada mesin Bubut CNC (Sumber: Indotech energy)

Pada dasarnya mesin produksi yang telah menggunakan kontrol CNC sudah banyak dipergunakan dalam industri manufaktur, namun kita akan membahas secara garis besar mengenai proses pemrograman Bubut CNC dan mesin Milling CNC atau frais

### C. Pneumatic System

Secara sederhana, pneumatic merupakan tekanan udara yang dinaikkan oleh kompresor sehingga mampu menggerakkan berbagai alat industri. Tekanan udara ini akan menggerakkan suatu cylinder kerja di mana cylinder inilah yang nantinya akan mengubah tenaga atau tekanan udara menjadi tenaga mekanik (gerakan maju mundur). Pada dasarnya, prinsip kerja dari pneumatic ini yakni dengan memanfaatkan udara yang terkompresi menjadi suatu gerakan translasi pada piston. Dengan pengaplikasian yang lebih besar, tentu saja prinsip kerja tersebut bisa dilakukan secara lebih praktis dan efisien.

Umumnya, sistem meliputi kompresor udara yang terkompresi dalam suatu silinder dan melepaskannya di bawah kontrol listrik. Sistem ini juga menggunakan hukum aeromekanika yang menentukan kondisi keseimbangan antara gas dan uap (udara atmosfer) dengan gaya luar (aerostatika) dan teori aliran (aerodinamika).

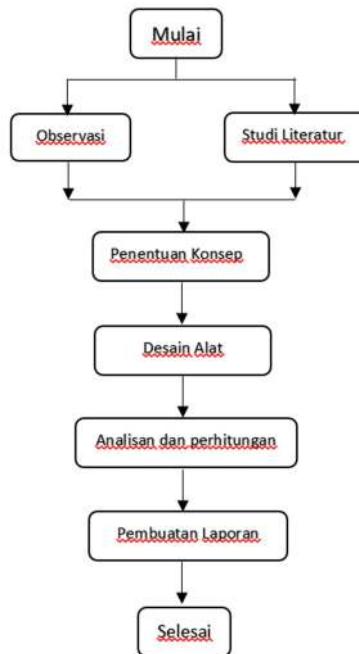


**Gambar 2.8** Pneumatic System (Sumber: Vacuumpump.com)

Melalui cara kerja ini, sudah pasti ada berbagai kelebihan dan keunggulan yang dimiliki oleh sistem pneumatic. Sebagai contoh dari segi keunggulan yakni adanya udara sebagai tenaga kerja sehingga mudah didapatkan dengan jumlah yang tidak terbatas. Bahkan penyimpanannya tidak perlu rumit karena dapat disimpan dengan baik. kelebihan lain yang dimiliki oleh sistem pneumatic ini yakni bersih dan kering, tidak peka terhadap suhu, hingga aman terhadap kebakaran dan ledakan. Sistem ini juga tidak memerlukan pendinginan fluida kerja dengan cara kerja yang murah dan sederhana.

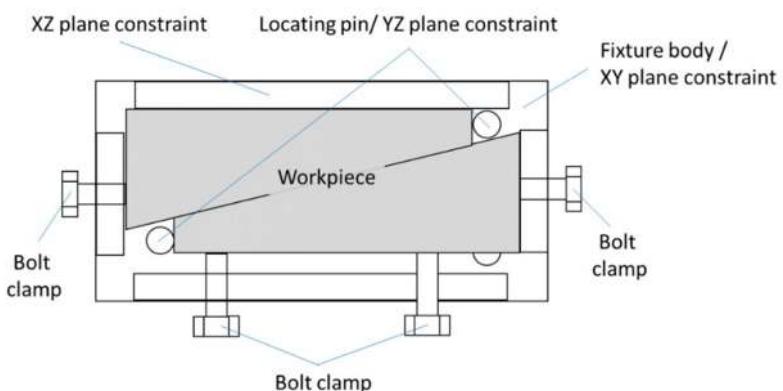
## 3. METODE PENELITIAN

Metode penyelesaian desain dilakukan secara sistematis dengan mengacu pada beberapa metode perancangan dan tahapan. Proses Perancangan alat dilakukan dengan memperhitungkan rancangan rangka yang akan ditahan oleh *Fixture* menggunakan pemilihan proses penahan dan alat pencekam dengan menggunakan *pneumatic*. Langkah-langkah lebih khusus diadaptasi dari metode perancangan *fixture* dalam simulasi. Metode rekayasa engineering dapat dilihat pada tahapan dibawah ini.



**Gambar 3.1** Diagram alir

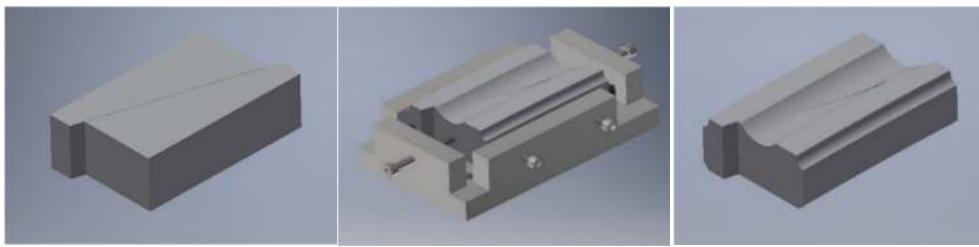
Langkah awal proses pemecahan masalah adalah studi literatur dan observasi, yaitu dengan mempelajari produk yang akan dipasangkan ke *fixture* melalui refensi yang tepat dan relevan seperti mempelajari terkait *Design of Fixture for Welding Assembly* [5], dengan tahapan yang dimulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi produk. Identifikasi masalah merupakan tahapan dimana semua hal yang berkaitan dengan perancangan *fixture* dikumpulkan lalu dikaji, meliputi alasan mengapa produk tersebut dibuat dan bagaimana target pasarnya, serta apa saja spesifikasi teknis yang harus dipenuhi produk. Perancangan alat merupakan tahapan dimana *fixture* mulai dirancang berdasarkan spesifikasi teknis yang telah dikaji pada tahapan sebelumnya.



**Gambar 3.2** Penempatan Komponen pada Fixture Bantalan Sling (Sumber: Pribadi)

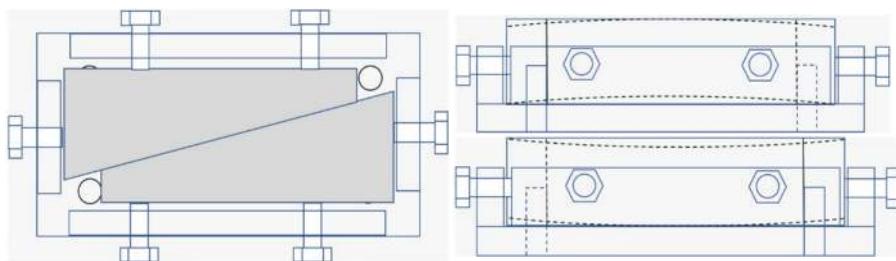
Analisis data:

Menganalisis data yang telah dikumpulkan untuk mengidentifikasi hubungan antara material dan desain fixture machining dengan presisi dan kualitas bantalan sling kereta gantung. Analisis dapat dilakukan dengan menggunakan teknik statistik seperti analisis regresi, uji, dan analisis varian.



**Gambar 3.3** Desain tetap *Fixture* Bantalan Sling (Sumber: Pribadi)

- Perhitungan geometri bantalan: Sebelum merancang sistem fixture, perlu dilakukan perhitungan geometri bantalan roller spherical yang akan diproduksi. Hal ini meliputi perhitungan dimensi diameter dalam, diameter luar, dan jumlah bola pada bantalan.



**Gambar 3.4** Desain Awal *Fixture* Bantalan Sling (Sumber: Pribadi)

- Perhitungan desain fixture: Setelah melakukan perhitungan geometri bantalan, perlu dilakukan perhitungan untuk merancang sistem fixture yang sesuai dengan geometri bantalan. Perhitungan ini meliputi penentuan ukuran dan bentuk elemen fixture, serta perhitungan kekuatan dan kestabilan sistem fixture.

Rencana optimalisasi perancangan fixture bantalan sling akan dilakukan dengan menggunakan sistem pneumatik pada komponen clamping untuk memastikan tekanan yang dihasilkan pada alat fixture bantalan sling sesuai dengan kebutuhan dan dapat menjepit benda dengan kuat dan stabil. Hal ini akan dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kebutuhan tekanan, ukuran silinder, diameter pipa, dan kualitas udara pada sistem pneumatik. Diharapkan dengan menggunakan sistem pneumatik pada komponen clamping, alat fixture bantalan sling dapat bekerja secara optimal dan efisien dalam menjepit benda dengan berbagai ukuran dan beban.

- Perhitungan pemotongan CNC: Proses pemotongan CNC dilakukan dengan menggunakan mesin CNC dan program komputer. Sebelum melakukan pemotongan, perlu dilakukan perhitungan untuk menentukan parameter pemotongan yang tepat, termasuk kecepatan pemotongan, tekanan pemotongan, dan jarak antar pemotongan.
- Perhitungan pengujian dan evaluasi: Setelah sistem fixture dirancang dan dibuat, perlu dilakukan perhitungan untuk menguji dan mengevaluasi efisiensi dan efektivitas sistem fixture. Hal ini meliputi perhitungan perbedaan waktu setup dan waktu produksi, serta perhitungan perbedaan kualitas produk yang dihasilkan.

#### Evaluasi hasil:

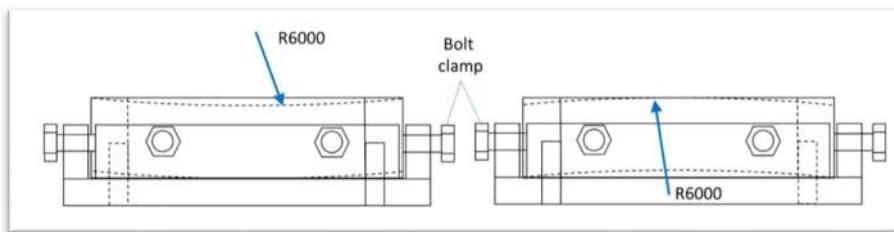
Mengevaluasi hasil penelitian untuk menentukan apakah material dan desain fixture machining yang digunakan memberikan dampak positif pada presisi dan kualitas bantalan sling kereta gantung. Hasil penelitian dapat digunakan untuk mengembangkan rekomendasi tentang material dan desain fixture machining yang optimal untuk pembuatan bantalan sling kereta gantung.

#### Penulisan laporan:

Menuliskan laporan penelitian yang mencakup tujuan penelitian, metodologi, hasil penelitian, dan kesimpulan yang diperoleh. Laporan penelitian dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan produk dan perbaikan proses produksi bantalan sling kereta gantung.

#### 4. PEMBAHASAN DAN PERHITUNGAN

Sistem pneumatik adalah sistem yang menggunakan udara bertekanan untuk menghasilkan energi mekanik. Salah satu penggunaan umum dari sistem pneumatik adalah pada komponen clamping atau pemegang benda kerja pada fixture. Pada penelitian ini, akan membahas dan perhitungan yang diperlukan untuk mendapatkan tekanan yang baik pada alat fixture bantalan sling pada clamping menggunakan pneumatic. Sistem pneumatik pada komponen clamping adalah suatu sistem yang menggunakan udara bertekanan untuk mengontrol pergerakan dan tekanan. Hal ini dapat dilakukan dengan mengacu pada spesifikasi produsen alat tersebut atau dengan melakukan pengukuran langsung pada alat tersebut.

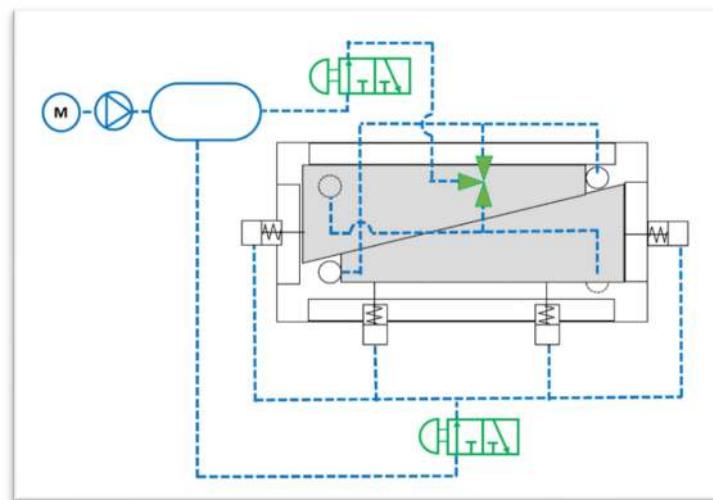


**Gambar 4.1** Rancangan Sistem clamping dengan Sistem pneumatik (Sumber: Pribadi)

Untuk mendapatkan tekanan yang baik pada alat fixture bantalan sling, ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam perancangan dan perhitungan sistem pneumatik pada komponen clamping tersebut, yaitu:

1. Kebutuhan Tekanan
2. Ukuran Silinder
3. Diameter valve

Jika fixture tersebut merekomendasikan tekanan kerja minimal 5 bar, maka kita harus memastikan bahwa tekanan udara yang diberikan pada sistem pneumatik mencapai atau melebihi 5 bar. Setelah menentukan kebutuhan tekanan udara, kita dapat melakukan perhitungan untuk menentukan ukuran komponen pneumatik yang dibutuhkan, seperti valve regulator, dan aktuator.



**Gambar 4.2** Schematic Pneumatic System pada Clamping (Sumber: Pribadi)

$$P \times V = n \times R \times T$$

di mana:

$P$  = tekanan udara (dalam Pa)

$V$  = volume udara (dalam  $m^3$ )

$n$  = jumlah mol udara

$R$  = konstanta gas umum (8.31 J/mol.K)

$T$  = suhu udara (dalam Kelvin)

Dari persamaan ini, kita dapat mengetahui hubungan antara tekanan, volume, dan suhu udara. Dalam hal ini, kita akan fokus pada tekanan udara yang dibutuhkan untuk alat fixture bantalan sling.

tekanan udara sebesar 5 bar pada alat fixture bantalan sling dengan volume udara sebesar 0,1  $m^3$ , maka kita dapat melakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Konversi tekanan } 5 \text{ bar menjadi Pa: } 5 \times 10^5 \text{ Pa} \\
 \text{Jumlah mol udara yang dibutuhkan: } n = (P \times V) / (R \times T) \\
 \text{Kita asumsikan suhu udara sekitar } 20 \text{ derajat Celsius atau } 293 \text{ K} \\
 n = (5 \times 10^5 \times 0,1) / (8,31 \times 293) = 20,4 \text{ mo}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan ini, kita dapat mengetahui jumlah mol udara yang dibutuhkan untuk menghasilkan tekanan 5 bar pada volume udara  $0,1 \text{ m}^3$ . Selanjutnya, kita dapat memilih regulator tekanan yang sesuai dengan kebutuhan tersebut, misalnya regulator tekanan dengan kapasitas 20-30 mol/min. Setelah regulator tekanan dipilih, kita juga perlu memastikan bahwa selang dan fitting yang digunakan dapat menampung tekanan tersebut tanpa terjadi kebocoran atau kerusakan. Oleh karena itu, kita perlu memilih valve regulator dan aktuator yang sesuai dengan tekanan yang dibutuhkan.

## 5. KESIMPULAN

Setelah melakukan penanganan tentang optimalisasi *Fixture* untuk pembuatan produk bantalan sling pada kereta gantung, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Bawa pergantian sistem pneumatic pada fixture machining dapat meningkatkan efisiensi dan kecepatan produksi serta meningkatkan presisi dan kualitas produk bantalan sling kereta gantung.
2. Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian dengan menggunakan fixture machining konvensional dan fixture machining yang dilengkapi dengan sistem pneumatic. Hasil menunjukkan bahwa fixture machining bantalan sling yang dilengkapi dengan sistem pneumatic mampu meningkatkan kecepatan dan efisiensi produksi bantalan sling kereta gantung hingga 20% dibandingkan dengan fixture konvensional.
3. Sistem pneumatic pada fixture machining juga mampu meningkatkan presisi dan kualitas produk bantalan sling kereta gantung. Hal ini disebabkan karena sistem pneumatic dapat memberikan tekanan yang sama dengan proses yang awal.
4. Penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi industri pembuatan bantalan sling kereta gantung dalam meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk akhir. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi acuan untuk penelitian lebih lanjut mengenai optimalisasi proses produksi bantalan sling kereta gantung.

## 6. REFERENSI

- [1] Prassetiyo, Hendro., Taroepratjeka, Harsono., Pratama, Jonathan F., Rancangan Jig & Fixture Untuk Produksi Pembuatan Gear Belakang Sepeda Motor Yamaha, *Proceeding Seminar Nasional IV Manajemen dan Rekayasa Kualitas, Itenas*, Bandung, 2010.
- [2] Hendro Prassetiyo, Rispianda, Haris Adanda. Rancangan Jig Dan Fixture Pembuatan Produk Cover On-Off. Teknoin Vol. 22 No 5 Desember 2016 : 350-360.
- [3] Fatahul Arifin, Ella Sundari. Disain Manufatur Jig And Fixture Ragum Bor Dengan Sudutkemiringan 45 Derajat. Prosiding Seminar Nasional NCIET Vol.1 (2020) A1-A71st National Conference of Industry, Engineering and Technology 2020, Semarang, Indonesia.
- [4] Albert Ishac Einstein Simanjuntak, Nazaruddin Sinaga. Perancangan Jig And Fixture Pengelasan Untuk Mencegah Distorsi Pada Saat Pengelasan Rangka Depan Maung 4x4. Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol. 9, No. 4, Tahun 2021.
- [5] E. G. Hoffman, *Jig and Fixture Design*, Ed.5, New York: Delmar Cengage Learning, 2004.
- [6] Febriza Imansuri. Perancangan Jig Dan Fixture Pada Proses Freis Dan Gurdi Untuk Memproduksi Komponen Base Plate. JURNAL TEKNOLOGI dan MANAJEMEN Agustus Vol. 17 No. 2 Tahun 2019.
- [7] Wafiq Hasan Al Banna\*1), Tiara Diva Berliana2), Nindya Anugrah Sabrina 3), Sinta Ravena4) , dan Pringgo Widyo Laksono5) Perancangan Jig dan *Fixture* Sebagai Alat Pembantu Pemotongan Sudut Hollow pipe Menggunakan Gerinda. Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2022.
- [8] U. Farhan and M. T. Rada, "Design of modular fixtures using a 3D-modelling approach," in *19th International Congress on Modelling and Simulation*, Perth, Australia, 2011.
- [9] C. C. Okpala and E. Okechukwu, "The Design and Need for Jigs and Fixtures in Manufacturing," *Science Research*, vol. 3, no. 4, pp. 213-219, 2015.
- [10] Suraj S, dkk. (2016). Design of *Fixture* for Welding Assembly of Switch Board. Volume-2, Issue-2.