

# Desain dan Implementasi *Jig Pusher Loader* pada Mesin *Forming Hook* dengan Penambahan Sistem Pegas (*Compression Spring*)

Khairul Ramadana<sup>\*1</sup>, Kms M Avrieldi<sup>\*</sup> dan Novebriantika<sup>\*</sup>

\* Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

<sup>1</sup>E-mail: ramadanakhairul@email.com

## Abstrak

Proses *forming* merupakan salah satu metode pembentukan material yang umum digunakan dalam industri manufaktur untuk membuat produk dengan bentuk tertentu secara presisi. Pada mesin *forming hook* di PT VMC, sering kali terjadi kerusakan pada komponen mesin bagian *jig pusher loader*. *Jig pusher loader* memiliki peran ganda, yaitu sebagai komponen aktif yang mentransmisikan gaya dorong dan sekaligus sebagai komponen penerima gaya reaksi balik. Pada saat kondisi tertentu, gaya tekan yang diterima *jig* dapat sangat besar, hal ini menimbulkan potensi terjadinya retakan, pecah, serta deformasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan konsep modifikasi dari *jig pusher loader* dengan menambahkan elemen pegas (*compression spring*) sebagai peredam gaya tekan yang diterima *jig*. Metode penelitian yang digunakan adalah rekayasa eksperimental dan desain mekanik karena masalah yang dihadapi bersifat teknis, sehingga memerlukan solusi berbasis desain dan pengujian langsung di lapangan. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa frekuensi kerusakan pada sistem baru menurun dari 1 kali per bulan menjadi 0 kasus selama 1 bulan pengamatan. Umur pakai *jig* meningkat dari  $\pm 1$  bulan menjadi lebih dari 2 bulan tanpa kerusakan. Dimensi *jig* sistem baru hanya mengalami keausan sebesar 0,91 mm, dibandingkan dengan 3 mm pada sistem lama. Selain itu, *jig* baru menunjukkan kestabilan lebih baik karena tidak mengalami pergeseran, suara benturan, maupun getaran saat mesin beroperasi. Dengan implementasi *jig* baru, diharapkan dapat mengurangi resiko kerusakan, umur pakai yang lebih panjang, dan meningkatkan efisiensi kerja mesin.

**Kata kunci:** *Jig Pusher Loader*, kerusakan, sistem modifikasi baru

## Abstract

*The forming process is one of the common material forming methods used in the manufacturing industry to make products with certain shapes precisely. In the hook forming machine at PT VMC, damage often occurs to the jig pusher loader machine components. The jig pusher loader has a dual role, namely as an active component that transmits the thrust force and at the same time as a component that receives the backlash force. Under certain conditions, the compressive force received by the jig can be very large, this causes the potential for cracks, breaks, and deformation. This study aims to design and implement a modification concept of the jig pusher loader by adding a spring element (compression spring) as a damper for the compressive force received by the jig. The research method used is experimental engineering and mechanical design because the problems faced are technical in nature, so they require design-based solutions and direct testing in the field. The test results showed that the frequency of damage in the new system decreased from 1 time per month to 0 cases during 1 month of observation. The service life of the jig increased from  $\pm 1$  month to more than 2 months without damage. The jig dimension of the new system only experienced wear of 0.91 mm, compared to 3 mm in the old system. In addition, the new jig showed better stability because it did not experience shifting, impact sounds, or vibrations during machine operation. With the implementation of the new jig, it is expected to reduce the risk of damage, extend the service life, and increase the work efficiency of the machine.*

**Keywords:** *Jig Pusher Loader*, damage, new modification system

## 1 Pendahuluan

Dalam dunia industri manufaktur, proses *forming* merupakan salah satu metode pembentukan material yang banyak digunakan untuk membuat produk-produk dengan bentuk tertentu secara presisi. *Forming* adalah proses pembentukan, proses *forming* ini biasanya menggunakan metode kompresi atau tekanan sehingga material tidak mengalami penambahan ataupun pengurangan. Dengan proses *forming*, *massa* benda juga tidak berubah. Proses ini biasanya dilakukan pada benda yang berbahan logam, dan tak jarang juga dilakukan pada benda yang berbahan plastik [1]. Mesin *forming* memiliki peran penting dalam pembuatan produk yang dihasilkan di PT VMC.

Sebuah mesin tentunya memiliki banyak komponen agar mesin tersebut bisa beroperasi, salah satu komponen yang terdapat pada mesin *forming* adalah *pusher loader*, yaitu bagian yang berfungsi sebagai penggerak material ke posisi *forming* atau *moulding*. Pada saat proses produksi, sering kali bagian *jig* atau dudukan pada *pusher loader* sering mengalami kerusakan, seperti retak atau pecah, terutama saat menerima beban tekan besar secara langsung. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya mekanisme penyesuaian atau redaman gaya pada saat *jig* menerima beban. Akibatnya, gaya tekan yang diterima langsung oleh *jig* menjadi terlalu besar dan tidak terdistribusi dengan baik, sehingga menyebabkan kerusakan pada komponen tersebut [2].

Untuk mengatasi masalah ini, perusahaan perlu kreatif dan membuat sistem yang dapat memodifikasi atau mengurangi gaya tekanan yang diterima *jig*. Menambahkan elemen pegas ke bagian *jig pusher loader* adalah salah satu teknik yang disarankan. Dengan menambahkan pegas, gaya tekanan dapat diserap sebagian dan dikurangi sebelum ditransfer ke *jig*, meningkatkan fleksibilitas *jig* saat menerima beban [3]. Selain itu, bagian *jig* diubah untuk meningkatkan efisiensi produksi, presisi, kekuatan, dan stabilitas. Perubahan yang disarankan menggabungkan ide-ide segar untuk desain *jig* sambil memperhitungkan elemen-elemen seperti kekokohan, kegunaan, dan fleksibilitas untuk mengakomodasi perubahan dalam proses produksi. Diharapkan bahwa metode ini akan menurunkan kemungkinan kerusakan, meningkatkan umur *jig*, mengurangi biaya tambahan, dan meningkatkan produktivitas mesin secara keseluruhan.

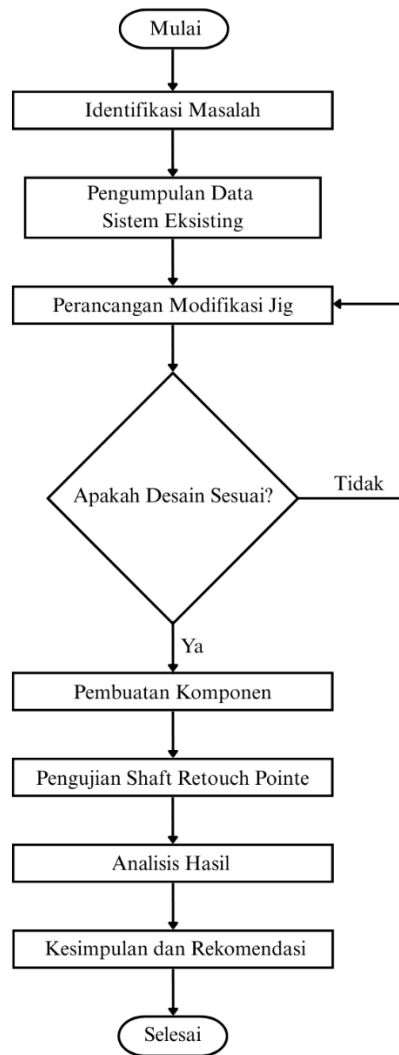
Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini dilakukan perancangan dan implementasi pengembangan *jig pusher loader* pada mesin *forming*, dengan penambahan sistem pegas sebagai peredam gaya tekan dan modifikasi *jig* guna meningkatkan keandalan sistem dan mengurangi risiko tingkat kerusakan komponen *jig*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode rekayasa eksperimental yang terdiri dari beberapa tahapan. Modifikasi yang dilakukan terbatas pada bagian *jig* tanpa merombak bagian mesin *forming* lainnya.

## 2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT VMC Fishing Tackle Indonesia yang berlokasi di Batamindo Industril Park, Jalan Angsana Lot 282, Muka Kuning, Sei/Sungai Beduk, Kota Batam. Waktu Pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Januari hingga Maret 2025 yang mencakup identifikasi masalah *jig pusher loader* pada mesin *forming*, pengumpulan data sistem eksisting, perancangan *jig*, pembuatan komponen, dan pengujian secara langsung.

### 2.1 Prosedur Penelitian

Desain mekanik dan teknik rekayasa eksperimental digunakan dalam penelitian ini. Tujuan metode eksperimental ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas dan fundamental suatu pendekatan sehingga hasilnya dapat digunakan untuk menentukan apakah pendekatan tersebut unggul atau tidak [4]. Desain dan modifikasi komponen *jig pusher loader*, diikuti dengan implementasinya, merupakan fokus utama penelitian ini. Strategi ini dipilih karena sifat teknisi permasalahan yang memerlukan pengujian lapangan langsung dan solusi berbasis desain. Metode penelitian yang digunakan terdiri dari beberapa tahap dan dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini.



**Gambar 1. Diagram Alir**

**A. Identifikasi Masalah *Jig Pusher Loader***

Pada tahap ini melibatkan observasi lapangan untuk menganalisis penyebab utama kerusakan pada bagian *pusher loader* seperti *jig* yang mudah retak atau pecah karena gaya tekan berlebih pada titik kontak *jig* dengan pemberi beban.

**B. Pengumpulan Data Sistem Eksisting**

Data dikumpulkan dengan mengukur dimensi *jig* yang ada, menganalisis beban maksimum yang dapat ditahannya selama pengoperasian, dan melakukan pengamatan langsung pada bagian-bagian yang rentan terhadap kerusakan (retak, patah, deformasi). Tujuan pengukuran ini adalah untuk memverifikasi dimensi awal dan detail geometris saat sistem baru ditambahkan, seperti menemukan sistem pegas, sehingga dapat berfungsi sebagai referensi untuk modifikasi dan penyesuaian desain.

**C. Perancangan Modifikasi *Jig* dengan Penambahan Pegas**

Perancangan desain modifikasi dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* ZW3D dan SolidWorks. Mendesain ulang bagian yang akan dimodifikasi dengan menambahkan pegas (*compression spring*) sebagai peredam gaya tekan.

#### D. Pembuatan Komponen

Proses pembuatan *jig shaft retouch pointe* dilakukan dengan proses pengorderan ke vendor atau pemasok barang yang dibutuhkan dengan memberikan desain yang sudah dibuat.

#### E. Pengujian Sistem Baru

Melakukan pengujian *jig* dengan mengaplikasikan secara langsung ke bagian *pusher loader* dalam kondisi mesin *forming* bekerja. Dilakukan pengamatan efek gaya tekan pada *jig* dan mencatat apakah terjadi retakan atau kerusakan. Untuk memastikan *jig pusher loader* hasil modifikasi dapat bekerja tanpa mengalami kerusakan atau deformasi seperti pada sistem lama, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- Pemeriksaan visual, suara, dan getaran (*visual and noise inspection*), Mengecek mesin untuk melihat apakah ada keretakan, patah, atau deformasi. Selain itu, cek kondisi pegas untuk memastikan apakah pegas telah bergeser, kendur, atau masih berada di posisi semula. Cek stabilitas dan pergerakan *jig*, memastikan *jig* tetap presisi dalam beroperasi, *jig* harus stabil, tidak boleh bergeser atau longgar. Pemeriksaan suara dan getaran, mendengarkan apakah ada suara benturan tidak normal dan mengamati getaran tidak normal yang mungkin muncul pada saat *jig* menerima gaya tekan.
- Cek dimensi pasca penggunaan, dengan menggunakan alat ukur seperti jangka sorong untuk melihat apakah terjadi perubahan dimensi pada bagian yang sering menerima beban.

#### F. Analisis Hasil

Jig dioperasikan saat mesin *forming* sedang beroperasi untuk mengumpulkan data yang dihasilkan. Ketika sistem lama dan baru dibandingkan, ditemukan bahwa sistem baru memiliki masa pakai yang lebih lama.

### 2.2 Spesifikasi Alat dan Bahan

Penelitian ini memerlukan sejumlah alat dan bahan yang digunakan untuk proses pengukuran, perancangan, pembuatan, hingga pengujian *jig pusher loader*. Spesifikasi alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada table dibawah ini.

**Tabel 1. Alat yang digunakan**

No	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi
1	Jangka Sorong ( <i>Caliper</i> )	Kapasitas 0-150mm, ketelitian 0.02mm	Mengukur dimensi <i>jig</i> dan komponen lainnya
2	Komputer dan <i>Software</i>	<i>Software</i> : Solidworks & ZW3D	Membuat desain dan simulasi <i>jig</i>
3	Mesin <i>Forming</i>	-	Tempat implementasi dan pengujian <i>jig</i>
4	Mesin <i>Profile Projector</i>	-	Mengukur bagian profil <i>jig</i> yang kompleks

**Tabel 2. Bahan yang digunakan**

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Fungsi
1	SS400C, SKD11 Hardened Steel	Tegangan kerja material SKD11 hardened steel 600 Mpa [5]	Material utama dari <i>jig Shaft Retouch Pointe</i>
2	Pegas ( <i>Compression Spring</i> )	Konstanta 40N/mm, panjang bebas $\pm 28$ mm, diameter luar $\pm 10$ mm [6]	Menyerap gaya tekan untuk meredam beban yang diterima <i>jig</i>
3	Baut dan Mur	Ukuran M4 X 0.7, M8 X 1.25	Untuk pemasangan dan perakitan <i>jig</i>

## 3 Analisis Data dan Pembahasan

### 3.1 Desain Modifikasi *Jig Pusher Loader*

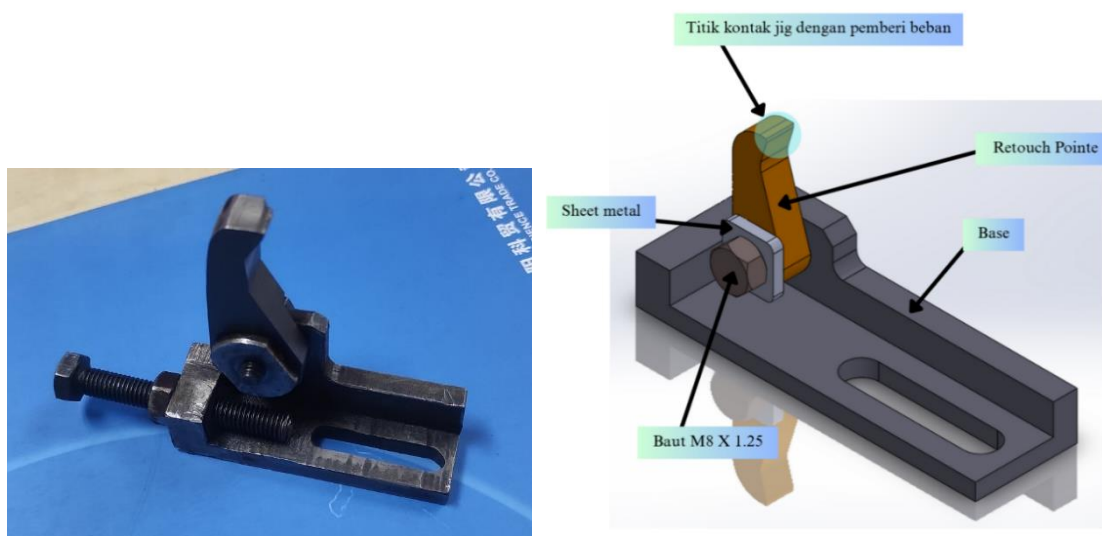
Desain sistem lama *jig* dilakukan modifikasi dengan penambahan sistem pegas (*compression spring*) pada bagian holder *shaft retouch pointe*. Tujuan dari modifikasi ini adalah supaya ketika *jig* menerima gaya besar, gaya tersebut

dapat diredam sebagian oleh pegas, sehingga struktur *jig* tidak sepenuhnya menerima gaya saat mesin beroperasi.

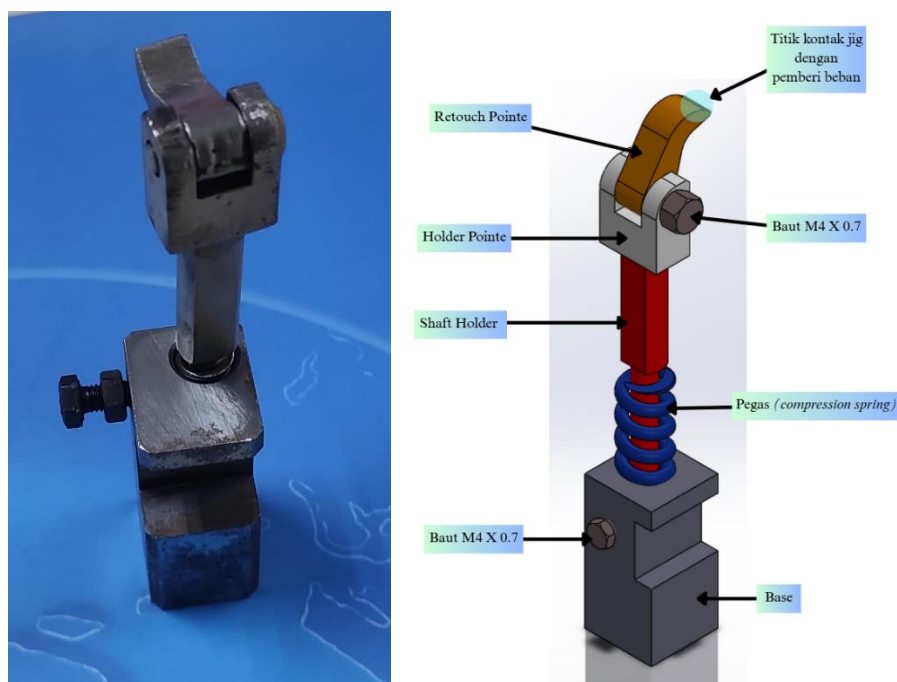
Beberapa perubahan utama pada desain modifikasi *jig* baru yaitu:

1. Penambahan sistem pegas (*compression spring*) sebagai peredam gaya, pada *jig* sistem lama tidak ada Peredam gaya berupa pegas.
2. Perubahan komponen dan penyesuaian dimensi total *jig shaft retouch pointe* agar kompatibel dengan kondisi bagian mesin. Komponen-komponen pada desain sistem baru lebih banyak dibandingkan dengan sistem lama. Ukuran dimensi *jig* sistem lama, panjang 100mm x lebar 30mm x tinggi 47mm dan ukuran dimensi *jig* sistem baru panjang 20mm x lebar 20mm x tinggi 113mm.

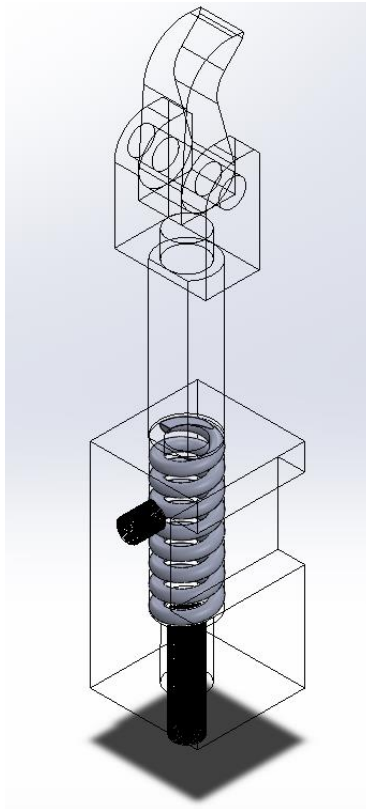
Berikut adalah desain untuk sistem lama dan sistem baru dari *jig shaft retouch pointe*, bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. *Shaft Retouch Pointe* Sistem Lama



Gambar 3. Sistem Baru *Shaft Retouch Pointe*



Gambar 4. Posisi Pegas

### 3.2 Waktu dan Biaya Pembuatan *Jig*

Berikut adalah perbandingan waktu dan biaya pembuatan *jig* dengan menggunakan jasa vendor. Untuk melihat perbandingannya dapat dilihat pada tabel dibawah.

**Tabel 3. Waktu dan Biaya Pembuatan *Jig* Sistem Lama**

No	Nama Part	Waktu Pembuatan	Biaya Pembuatan (Rp)
1	Base	5 hari	250,000
2	Retouch Pointe	7 hari	500,000
3	Sheet Metal	2 hari	40,000
4	Baut M8 X 1.25	-	10,000
Total		14 hari (2 minggu)	Rp800,000.00

**Tabel 4. Waktu dan Biaya Pembuatan *Jig* Sistem Baru**

No	Nama Part	Waktu Pembuatan	Biaya Pembuatan (Rp)
1	Base	5 hari	200,000
2	Retouch Pointe	5 hari	350,000
3	Holder Pointe	5 hari	150,000
4	Shaft Holder	5 hari	280,000
5	Pegas ( <i>compression spring</i> )	-	200,000
6	Baut M4 X 0.7 (2 buah)	-	20,000
Total		28 hari (4 minggu)	Rp1,200,000.00

Proses pembuatan *jig* sistem baru memakan waktu yang lebih lama dan biaya yang lebih mahal, berikut adalah

penjelasannya:

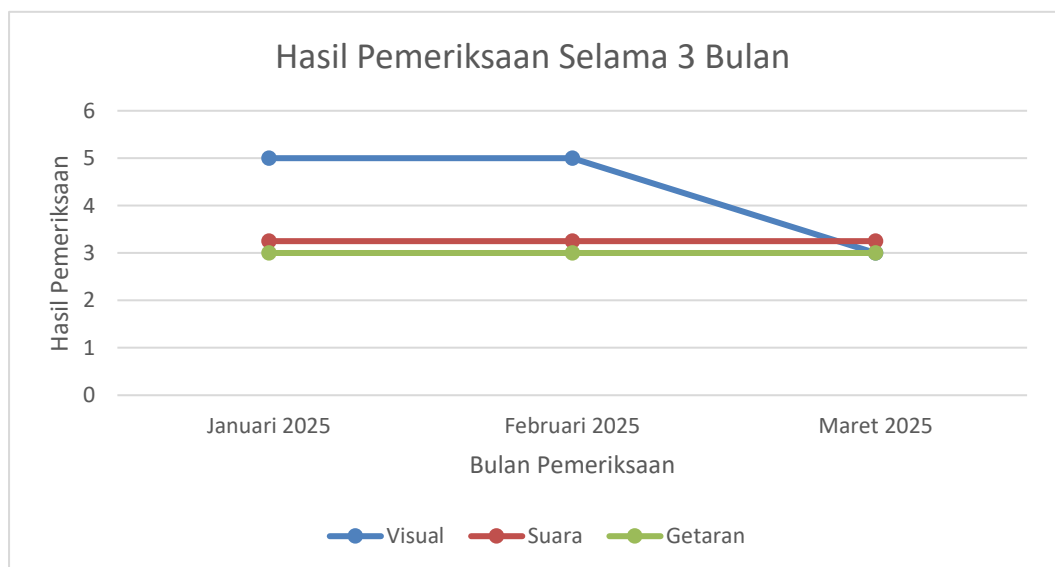
1. Waktu pembuatan. Pada sistem lama memiliki desain yang lebih sederhana, dengan jumlah komponen yang relatif sedikit dan dimensi yang tidak kompleks. Komponen utama hanya terdiri dari empat blok *jig* tanpa ada sistem tambahan, seperti: pegas, *holder*, dan *shaft holder*. Sehingga proses pembuatan *jig* cepat karena hanya memerlukan pemesinan dasar, seperti: pemotongan, pengeboran, dan *finishing* ringan. Sedangkan pada sistem baru, memiliki desain yang lebih kompleks dengan beberapa tambahan komponen mekanis, berupa: *Compression Spring*, *Holder*, *Shaft Holder*, dan perubahan pada dimensi total. Sehingga proses pembuatan *jig* menjadi lebih lama atau dua kali lipat dari sistem lama, dikarenakan memerlukan pemesinan presisi, terutama agar pegas dapat dipasang dengan pas dan *quality control* serta uji kecocokan antar komponen lebih ketat.
2. Biaya Pembuatan. Pada sistem lama biaya relative lebih murah karena jumlah komponen yang lebih sedikit, tidak ada komponen tambahan, dan biaya kerja pemesinan ringan, seperti: *milling* dan *drilling* dasar. Sedangkan pada sistem baru biaya meningkat karena jumlah komponen yang lebih banyak, terdapat penampahan komponen sehingga membutuhkan lebih banyak material (SS440C, SKD11 *Hardened Steel*), tingkat presisi pemesinan yang lebih tinggi (membutuhkan mesin *profile projector* dan mesin serta peralatan presisi lainnya), waktu pengerjaan lebih lama yang menyebabkan biaya jasa vendor naik. Kenaikan biaya pada sistem baru 50% lebih mahal disbanding sistem lama.

### 3.3 Hasil Pengujian di Lapangan

Periode pengujian observasi lapangan selama 3 bulan Ketika mesin sedang beroperasi. Metode pengujian yang telah dilakukan yaitu;

- a. Pemeriksaan visual, suara, dan getaran

Setelah dilakukan pengujian secara langsung dalam beberapa siklus kerja mesin, didapati tidak ditemukan kerusakan seperti retak, pecah, atau deformasi pada bagian *jig*. Pada saat implementasi *jig* secara langsung, *jig* tidak mengalami pergeseran, posisi tetap dan stabil. Melakukan pengamatan apakah ada suara dan getaran tidak normal pada bagian *jig* saat beroperasi, setelah dilakukan pengamatan beberapa siklus kerja mesin, tidak ditemukan adanya suara dan getaran tidak normal. Pengamatan ini melibatkan beberapa orang dan dilakukan selama 3 bulan, untuk melihatnya bisa pada gambar dibawah.



Gambar 5. Hasil Pemeriksaan Selama 3 Bulan

Gambar 5 menunjukkan hasil pemeriksaan selama 3 bulan, yaitu dari Januari 2025 hingga Maret 2025. Grafik tersebut menampilkan tiga parameter pemeriksaan, yaitu Visual, Suara, dan Getaran. Nilai hasil pemeriksaan menggunakan skala dari 1 hingga 5, dengan keterangan sebagai berikut:

5 = Sangat Bagus/Sangat Halus

4 =Bagus/Halus

3 =Cukup/Normal

2 =Kurang/Kasar

1 =Sangat Kurang/Sangat Kasar

Pada bulan Januari dan Februari 2025, hasil pemeriksaan visual berada pada nilai 5 (sangat bagus/sangat halus), namun pada bulan Maret terjadi penurunan menjadi nilai 3 (cukup/normal). Sementara itu, hasil pemeriksaan suara dan getaran menunjukkan nilai yang stabil sepanjang tiga bulan, yaitu masing-masing sebesar 3.25 dan 3 (cukup/normal). Hal ini mengindikasikan bahwa parameter Visual mengalami penurunan kualitas pada bulan terakhir, sedangkan parameter suara dan getaran tetap berada dalam kondisi yang cukup atau normal selama periode pengamatan.

a. Cek dimensi pasca penggunaan

Pemeriksaan dimensi atau pengukuran menggunakan *vernier caliper*. Setelah dilakukan pemeriksaan, tidak ditemukan adanya perubahan dimensi *jig*. Ringkasan dari dimensi pasca penggunaan dapat dilihat pada tabel dibawah.

**Tabel 5. Ringkasan Dimensi Pasca Penggunaan Satu Bulan**

No	Nama	Panjang (Sebelum- Sesudah)	Lebar (Sebelum- Sesudah)	Tinggi (Sebelum- Sesudah)	Apakah Bisa Digunakan?	
					Tidak	Ya
1	<i>Jig shaft retouch pointe</i> sistem lama	100mm- 100mm	30mm- 30mm	47mm- 44mm	✓	-
2	<i>Jig shaft retouch pointe</i> sistem baru	20mm- 20mm	20mm- 20mm	113mm- 112.9mm	-	✓

### 3.4 Analisis Perbandingan Kinerja Sistem Lama dan Sistem Baru

Berikut adalah perbandingan antara sistem lama dan sistem baru:

**Tabel 6. Perbandingan Kinerja Sistem Lama dan Sistem Baru**

No	Parameter	Sistem Lama	Sistem Baru dengan Pegas
1	Peredam gaya	Tidak ada peredam gaya yang diterima <i>jig</i>	Ada peredam gaya
2	Frekuensi kerusakan <i>jig</i>	1x per bulan	0 kasus selama 1 bulan
3	Umur pakai <i>jig</i>	±1 bulan	>2 bulan (masih aktif)
4	Stabilitas saat operasi	Kadang bergeser	Tidak bergeser
5	Perawatan	Lebih sering diganti	Tidak sering diganti

Berdasarkan kelima parameter tersebut, sistem baru menunjukkan peningkatan signifikan. Berikut adalah uraian penjelasannya:

1. Peredam gaya. Pada sistem lama tidak ada peredam gaya, sehingga menyebabkan gaya yang diterima *jig* pada saat mesin beroperasi tidak terkontrol dan memicu kerusakan pada *jig*. Sedangkan pada sistem baru sudah ada peredam gaya yang dapat membantu mengontrol gaya yang timbul saat proses kerja.
2. Frekuensi kerusakan *jig*. Pada sistem lama terjadi kerusakan *jig* sekitar satu kali per bulan, hal ini

menunjukkan adanya masalah dalam kestabilan dan kekuatan sistem. Sedangkan pada sistem baru tidak ditemukan kasus kerusakan dalam satu bulan pengamatan.

3. Umur pakai *jig*. Setelah melakukan pengamatan selama 3 bulan, pada sistem lama terjadi kerusakan sekitar 1 kali perbulan, sedangkan pada sistem baru tidak ditemukan kerusakan dan masih bisa beroperasi hingga 2 bulan lebih.
4. Stabilitas saat operasi. Pada sistem lama *jig* kadang bergeser saat beroperasi, hal ini dapat menyebabkan resiko kerusakan dan keamanan kerja. Sedangkan pada sistem baru *jig* tidak bergeser saat beroperasi.
5. Perawatan. Pada sistem lama memerlukan perawatan yang lebih sering, terutama penggantian *jig* akibat kerusakan atau aus. Sedangkan pada sistem baru tidak memerlukan perawatan sesering sistem lama, artinya sistem bekerja lebih efisien, minim gangguan, dan lebih hemat biaya dalam jangka panjang.

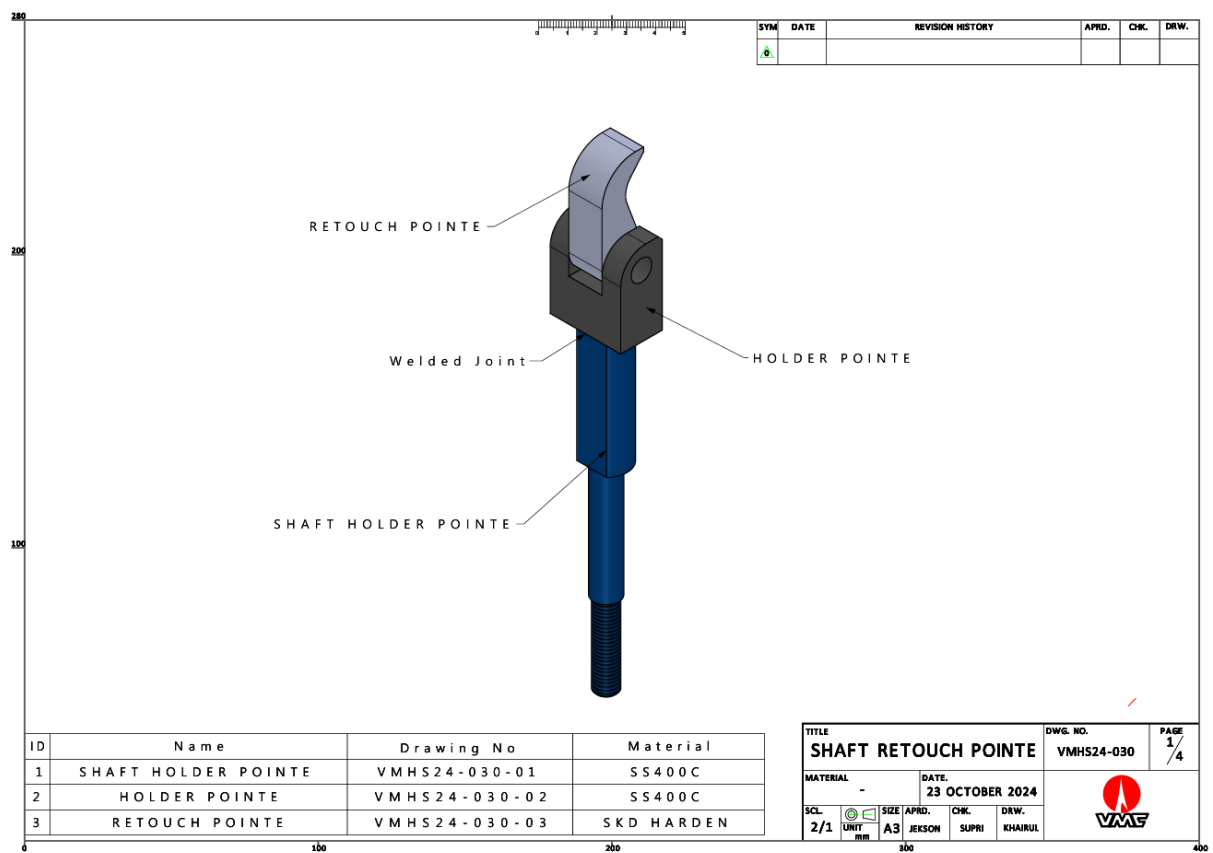
#### 4 Kesimpulan.

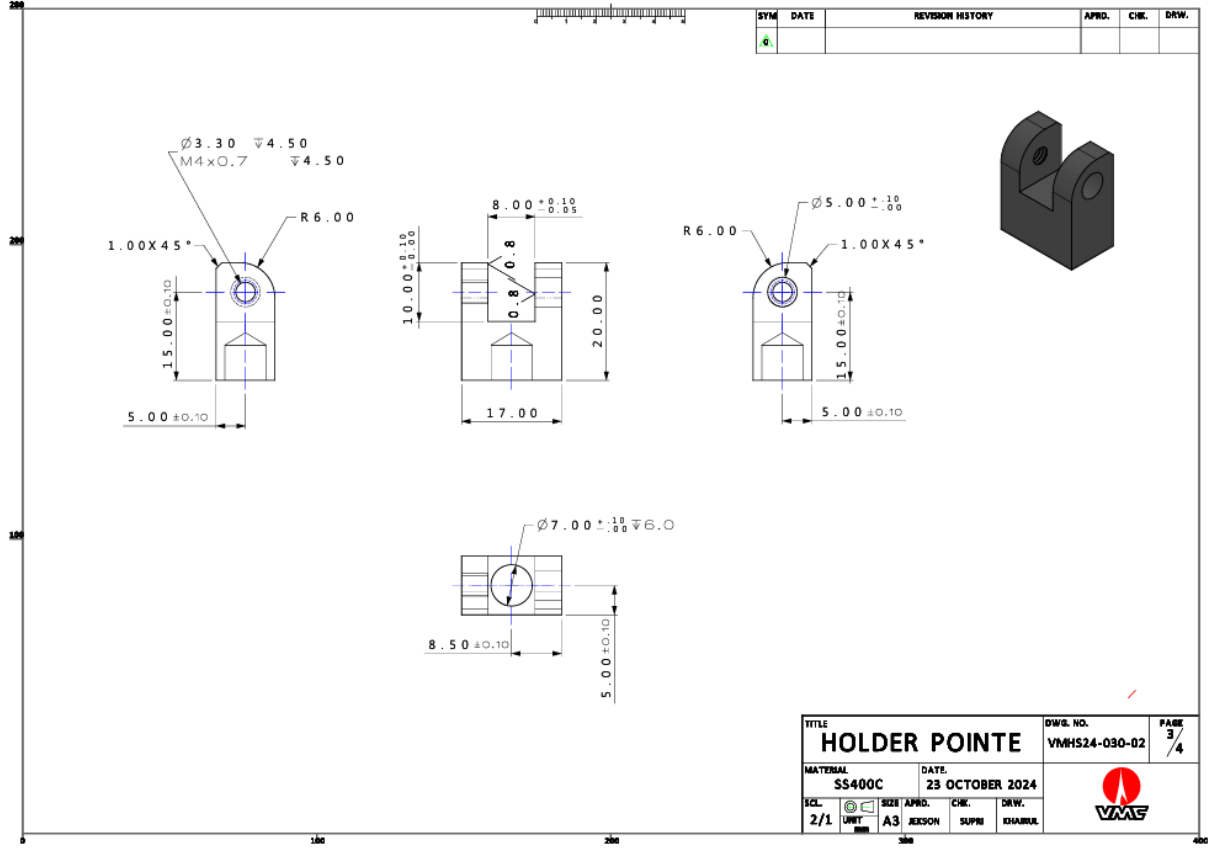
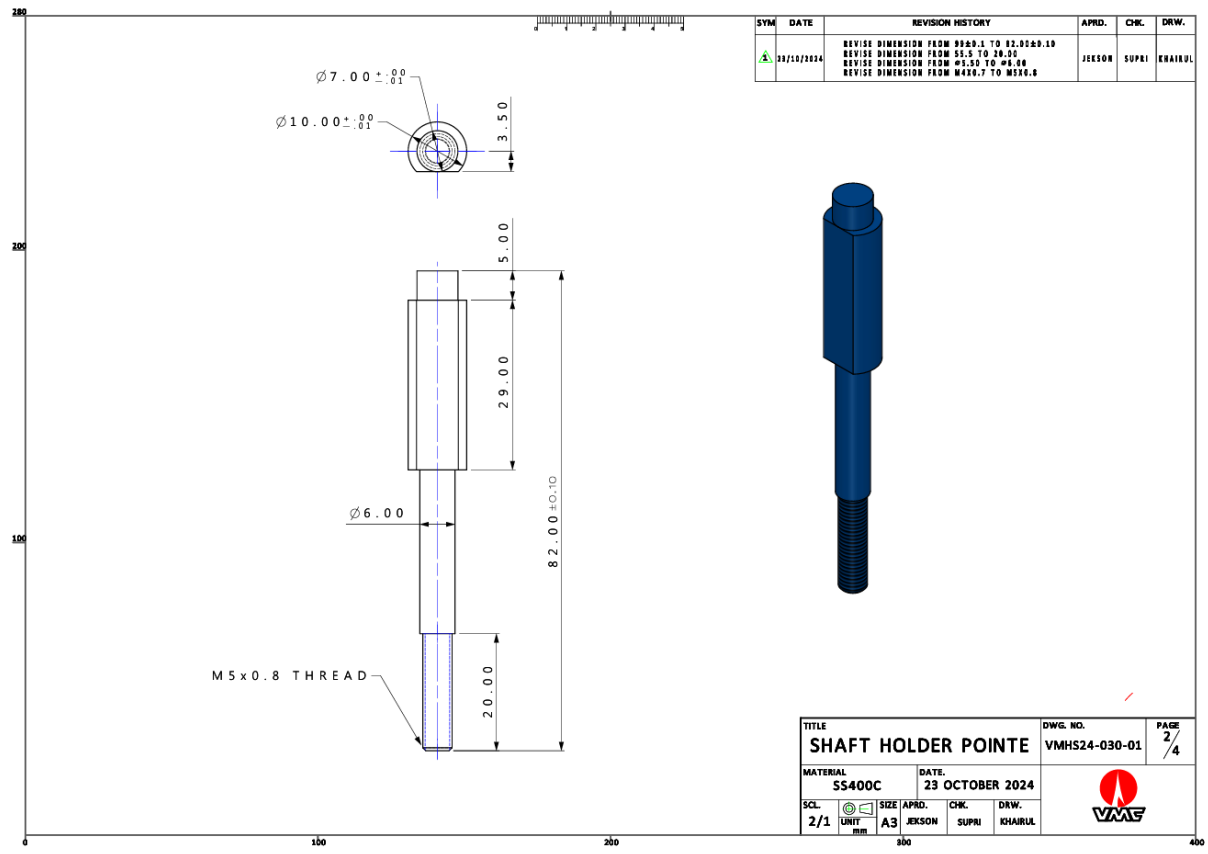
Pembuatan dan implementasi modifikasi desain *jig* pusher loader pada mesin forming hook di PT VMC dengan penambahan sistem pegas (*compression spring*) berhasil mengurangi kerusakan komponen, meningkatkan umur pakai, dan menambah stabilitas operasi. Sistem baru yang dilengkapi pegas (konstanta 40N/mm) terbukti efektif menurunkan frekuensi kerusakan dari  $\pm 1$  kali per bulan menjadi nol selama pengujian satu bulan, serta meningkatkan umur pakai *jig* hingga 100% dengan penurunan keausan hanya 0,1 mm dibandingkan 3 mm pada sistem lama. Stabilitas operasional meningkat karena *jig* tidak lagi bergeser, dengan skor pemeriksaan visual, suara, dan getaran menunjukkan kondisi operasi baik. Meskipun waktu pembuatan dan biaya sistem baru meningkat sekitar 50% dibanding sistem lama, penghematan jangka panjang diperoleh dari berkurangnya perawatan, penggantian *jig*, dan downtime mesin, sehingga modifikasi ini efektif dan efisien untuk diterapkan [7].

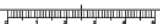
#### 5 Daftar Pustaka

- [1] A. Digital, T. S. (2024). Proses Manufaktur: Pengertian, Jenis, hingga Contohnya. Diakses dari <https://sasanadigital.com/proses-manufaktur/>
- [2] B. Studiobelajar. (2018). Hukum Hooke, Elastisitas Fisika - Pengertian, Rumus, dan Contoh Soal. Diakses dari <https://www.studiobelajar.com/hukum-hooke/>
- [3] B. (N.d.). (2023). Diakses dari <https://www.machinemfg.com/id/spring-basics-101/>
- [4] D. Admin. (2024). Pengertian dan Penerapan Metode Eksperimental dalam Penelitian Skripsi Tesis. Diakses dari <https://idtesis.com/metode-eksperimental/>
- [5] E. SKD11 Tool Steel: Properties, Heat Treatment & Machining Guide. (n.d.). (2025) Diakses dari <https://www.tuofa-cncmachining.com/tuofa-blog/skd11-tool-steel.html>
- [6] F. Budi, E., Budi, A. S., Fitri, U. R., Aprilia, R., & Andriani, D. (2021). Kajian Sifat Tetapan Pegas Dan Modulus Elastisitas. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains Dan Aplikasinya (JPMSA)*, 1(1), 6-11.
- [7] G. Claudia, J., & Felecia, F. (2017). Pengurangan Downtime Mesin Offset di PT X. *Jurnal Titra*, 5(2), 131-136.

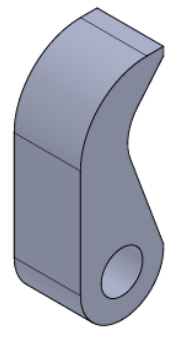
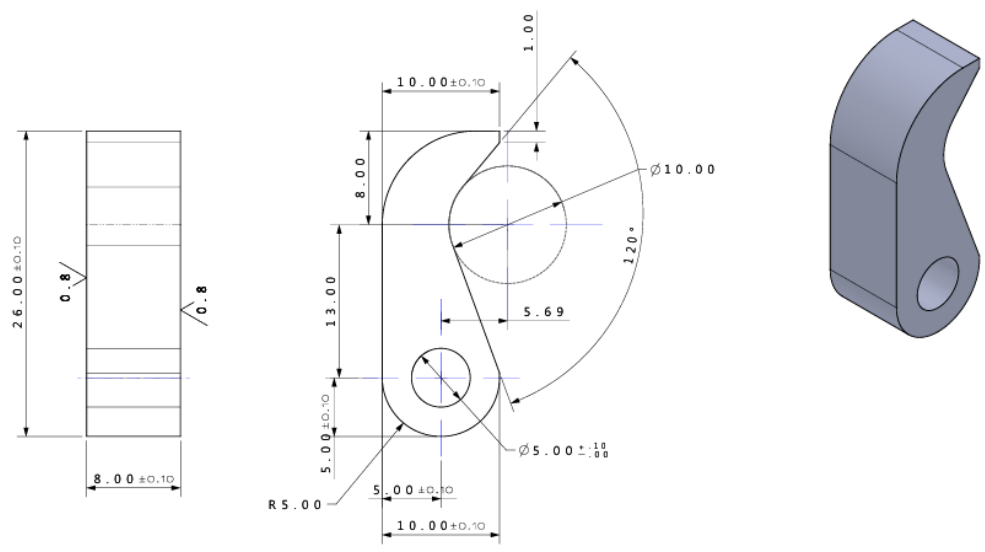
Lampiran:







SYM	DATE	REVISION HISTORY	APRD.	CHK.	DRW.
6.					



TITLE		DWG. NO.		PAGE
<b>RETOUCH POINTE</b>		VMHS24-030-03		4/4
MATERIAL	DATE			
SKD HARDEN	23 OCTOBER 2024			
ECL	REV	APRD.	CHK.	DRW.
4/1	A3	JEKSON	SUPRI	KHARLUK

