

OPTIMALISASI PROSES STAMPING PART SUPPORT RADIATOR MELALUI MODIFIKASI TOOLING DARI SISTEM CUSHION KE GAS SPRING

Mulyadi¹, Komarudin²

^{1,2}Universitas Dian Nusantara

Email: 511211075@mahasiswa.undira.ac.id

Abstrak: Proses stamping merupakan salah satu metode pembentukan logam yang banyak digunakan pada industri otomotif karena mampu menghasilkan komponen dengan presisi tinggi secara massal. Namun, proses ini sering menghadapi permasalahan cacat produk yang dapat menurunkan kualitas dan efisiensi produksi. Pada kasus *deep drawing* part *Support Radiator*, cacat yang dominan terjadi adalah *crack* (retak pada permukaan akibat regangan berlebih) dan *neck* (penipisan lokal yang berpotensi menjadi retakan). Selain itu, penggunaan sistem *cushion* konvensional menyebabkan waktu *down time* persiapan *tooling* yang cukup lama. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh modifikasi *tooling* dari sistem *cushion* ke sistem *gas spring* (*gas tanker*) terhadap kualitas produk dan efisiensi proses. Metode yang digunakan adalah pengukuran langsung di area produksi dalam dua tahap: (1) pengambilan data persentase cacat *crack* dan *neck* serta waktu *down time* pada sistem *cushion*, dan (2) pengambilan data serupa setelah modifikasi ke sistem *gas spring*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase cacat produk *crack* dan *neck* menurun signifikan dari 2% per 600 pcs menjadi 0%, sementara waktu *down time* persiapan *tooling* berkurang dari 20 menit menjadi 10 menit. Modifikasi ini terbukti mampu menghilangkan cacat, mempercepat proses persiapan, dan meningkatkan stabilitas proses stamping. Temuan ini dapat dijadikan referensi penerapan teknologi *gas spring* pada proses *deep drawing* komponen otomotif lainnya.

Kata Kunci: *Stamping*, *Deep Drawing*, Perkakas, Pegas Gas, Cacat Retak, Cacat Leher, Waktu Henti.

Abstract: *Stamping is one of the most widely used metal forming methods in the automotive industry, capable of producing high-precision components on a mass scale. However, this process often encounters product defects that can reduce quality and production efficiency. In the deep drawing process of the Support Radiator part, the most common defects are crack (surface fracture caused by excessive strain) and neck (localized thinning that can potentially lead to cracking). Furthermore, the use of a conventional cushion system results in relatively long tooling preparation down time. This study aims to evaluate the effect of modifying the tooling system from a conventional cushion to a gas spring (gas tanker) on product quality and process efficiency. The method involved direct measurement in the production area in two stages: (1) collecting data on the percentage of crack and neck defects and preparation down time in the cushion system, and (2) collecting similar data after modification to the gas spring system. The results show a significant reduction in crack and neck defects from 2% per 600 pcs to 0%, while tooling preparation down time was reduced from 20 minutes to 10 minutes. The modification effectively eliminated defects, shortened preparation time, and improved the stability of the stamping process. These findings can serve as a reference for applying gas spring technology in other automotive deep drawing operations.*

Keywords: *Stamping, Deep Drawing, Tooling, Gas Spring, Crack Defect, Neck Defect, Down Time.*

PENDAHULUAN

Proses stamping merupakan salah satu metode pembentukan logam yang banyak digunakan di industri manufaktur, khususnya otomotif, karena mampu memproduksi komponen dengan bentuk kompleks, presisi tinggi, dan dalam jumlah massal. Salah satu komponen penting yang diproduksi menggunakan metode ini adalah Support Radiator, yang berfungsi sebagai dudukan dan penopang radiator untuk menjaga kestabilan dan posisi komponen pendingin mesin.

Pada proses deep drawing pembuatan Support Radiator, penggunaan sistem cushion konvensional masih menghadapi kendala teknis. Tekanan yang dihasilkan sering kali tidak stabil, sehingga menyebabkan cacat produk seperti crack (retak) dan neck (penipisan material yang berlebihan). Selain itu, mekanisme cushion yang menggunakan sistem konvensional memerlukan waktu persiapan (set-up time) yang cukup lama, serta rentan mengalami kerusakan komponen mekanis yang mengakibatkan down time produksi.

Masalah tersebut berdampak langsung pada penurunan kualitas produk dan efisiensi lini produksi. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan inovasi pada sistem tooling yang digunakan. Salah satu solusi yang diusulkan adalah melakukan modifikasi dari sistem cushion ke sistem gas spring (gas tanker). Sistem ini mampu memberikan tekanan yang lebih konsisten, mengurangi getaran selama proses penekanan, dan mempercepat waktu persiapan sebelum produksi dimulai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh modifikasi tooling tersebut terhadap penurunan jumlah cacat produk (crack dan neck) serta pengurangan down time persiapan proses pada produksi part Support Radiator. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat menjadi acuan untuk meningkatkan kualitas, stabilitas proses, dan produktivitas pada proses stamping di industri otomotif.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Proses Stamping

Stamping merupakan proses pembentukan lembaran logam menggunakan mesin press dan dies atau tooling khusus. Proses ini sangat vital dalam industri otomotif dan manufaktur untuk memproduksi komponen dengan presisi tinggi dan volume besar. Stamping melibatkan

operasi seperti blanking, piercing, bending, dan drawing. Kualitas hasil stamping sangat dipengaruhi oleh parameter mesin, material, dan sistem tooling yang digunakan. Cacat produk yang umum terjadi meliputi crack (retakan) dan necking (pengecilan penampang) yang dapat menyebabkan kegagalan fungsional pada komponen.

2. Sistem Cushion

Dalam proses stamping, sistem cushion digunakan untuk memberikan gaya tekan balik yang merata pada blank holder. Tujuannya adalah untuk menahan lembaran logam agar tidak tertekuk atau bergeser selama proses pembentukan, sehingga mencegah terjadinya cacat. Namun, sistem cushion konvensional yang menggunakan udara bertekanan seringkali memiliki kelemahan, yaitu ketidakstabilan tekanan, khususnya pada siklus produksi berkecepatan tinggi, yang dapat menyebabkan hasil stamping tidak konsisten.

3. Sistem Gas Spring

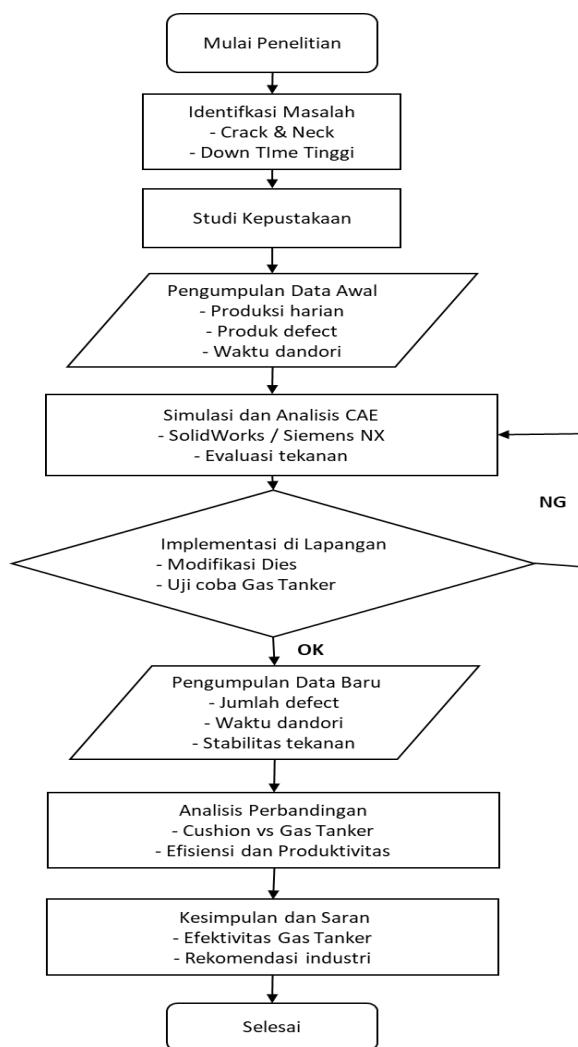
Sebagai alternatif, sistem gas spring (atau gas tanker) adalah perangkat yang menggunakan gas nitrogen bertekanan tinggi untuk menghasilkan gaya tekan balik. Dibandingkan dengan sistem cushion, gas spring memiliki beberapa keunggulan, antara lain tekanan yang lebih stabil dan konsisten, kemampuan untuk memberikan gaya yang lebih besar dalam ukuran yang ringkas, serta kemudahan dalam pengaturan dan maintenance. Penggunaan gas spring terbukti dapat mengurangi variasi gaya tekan balik, yang secara langsung berdampak pada penurunan tingkat cacat produk dan peningkatan kualitas hasil stamping.

4. Optimalisasi Proses Manufaktur

Optimalisasi proses adalah upaya sistematis untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas dalam suatu alur kerja manufaktur. Dalam konteks ini, optimalisasi proses stamping melibatkan upaya untuk mengurangi cacat produk dan meminimalkan downtime. Pengurangan downtime sangat penting untuk efisiensi waktu, khususnya saat melakukan set up dan penggantian dies (dandori), karena waktu yang singkat dapat meningkatkan produktivitas secara signifikan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode observasi langsung dan analisis komparatif. Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi masalah, perancangan ulang tooling, simulasi desain, hingga tahap uji coba di lapangan.



Gambar 1. Diagram Alir

Prosedur Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi langsung pada proses kerja mesin stamping dan dokumentasi historis dari laporan produksi dan inspeksi kualitas. Pengumpulan data dilakukan sebelum dan sesudah modifikasi sistem tooling.

Objek Penelitian: Objek penelitian adalah proses produksi stamping pada part Support Radiator dengan nomor 53211/12 .

Parameter yang Diukur

Efisiensi Waktu:

Dihitung berdasarkan waktu dandori (waktu setup) menggunakan rumus:

$$\text{Efisiensi Waktu Dandori (\%)} = \frac{20 - 10}{20} \times 100\% = 50\%$$

Tingkat Cacat Produk (Defect Rate):

Dihitung dengan rumus:

$$\text{Defect Rate (\%)} = \frac{\text{Jumlah Produk Cacat}}{\text{Jumlah Total Produk}} \times 100\% = \text{.}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1) Analisis Situasi Awal (Sebelum Modifikasi)

Berdasarkan data historis produksi selama satu bulan (periode April 2023), ditemukan bahwa cacat produk (defect) tertinggi terjadi pada line C2 untuk komponen Support Radiator dengan part number 53211/12. Jenis cacat yang paling dominan adalah crack, yang terjadi pada 385 dari total 14.800 produk (sekitar 2,6% defect rate). Cacat ini disebabkan oleh ketidakstabilan tekanan balik dari sistem cushion pneumatik. Tekanan yang tidak konsisten menyebabkan material lembaran logam tidak tertahan dengan sempurna, sehingga terjadi necking dan crack pada saat proses pembentukan. Selain itu, sistem cushion yang kompleks juga memakan waktu dandori (set-up dies) yang cukup lama, rata-rata 15-20 menit per set-up, yang berkontribusi pada downtime mesin.

2) Implementasi dan Uji Coba Modifikasi

Untuk mengatasi masalah tersebut, dilakukan modifikasi pada tooling di dies OP 10 dengan mengganti sistem cushion menjadi gas spring. Desain gas spring disesuaikan untuk memberikan gaya tekan balik yang optimal pada blank holder selama proses stamping. Setelah modifikasi, dilakukan uji coba (trial) produksi selama satu minggu dengan parameter yang sama.

3) Hasil dan Analisis Perbandingan

Hasil uji coba menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan setelah modifikasi. Perbandingan parameter produksi dapat dirangkum sebagai berikut:

- Tingkat Cacat (Defect Rate): Setelah modifikasi, jumlah cacat produk turun drastis. Dari total 14.800 produk yang diproduksi, hanya ditemukan 12 produk cacat (sekitar 0,08% defect rate). Ini menunjukkan penurunan tingkat cacat hingga 96% dibandingkan kondisi awal. Penurunan ini secara langsung membuktikan bahwa kestabilan tekanan dari gas spring berhasil mengatasi masalah utama penyebab crack.
- Waktu Set-up (Dandori): Waktu yang dibutuhkan untuk proses dandori (penggantian dies) berkurang secara signifikan. Waktu rata-rata yang sebelumnya mencapai 15-20 menit kini hanya memerlukan sekitar 5-7 menit. Penurunan waktu ini, yang mencapai lebih dari 50%, disebabkan oleh desain gas spring yang lebih sederhana dan drop-in, sehingga proses bongkar pasang lebih cepat.
- Kestabilan Proses: Sistem gas spring menunjukkan kestabilan tekanan yang konsisten sepanjang siklus produksi. Hal ini berbeda dengan sistem cushion yang tekanannya cenderung fluktuatif, terutama saat beroperasi terus-menerus. Kestabilan ini memastikan bahwa gaya tekan balik pada blank holder selalu optimal, sehingga material tidak terdeformasi secara tidak merata.

Pembahasan

Hasil penelitian ini secara tegas menunjukkan bahwa gas spring lebih unggul dari sistem cushion konvensional dalam proses stamping di PT. Adyawinsa Stamping Industries. Keunggulan ini dapat dianalisis dari dua aspek utama:

- Kualitas Produk: Stabilitas tekanan balik yang diberikan oleh gas spring merupakan faktor kunci dalam mengurangi cacat crack dan necking. Tekanan yang konsisten memastikan bahwa material tertahan dengan kuat selama proses drawing, sehingga menghindari deformasi yang tidak diinginkan. Hal ini sejalan dengan teori bahwa gaya penahan (blank holding force) yang tidak tepat merupakan penyebab utama cacat stamping.
- Efisiensi Waktu Produksi: Desain gas spring yang lebih ringkas dan modular memungkinkan proses penggantian dies (dandori) menjadi jauh lebih cepat.

Penurunan waktu set-up ini berdampak langsung pada peningkatan efisiensi produksi, mengurangi downtime mesin, dan pada akhirnya meningkatkan total produktivitas. Efisiensi waktu yang lebih tinggi ini sangat krusial dalam lingkungan manufaktur yang kompetitif.

Dengan demikian, modifikasi tooling ini tidak hanya menyelesaikan masalah teknis pada kualitas produk tetapi juga memberikan dampak positif pada efisiensi operasional secara keseluruhan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data pada proses stamping part Support Radiator melalui modifikasi tooling dari sistem cushion ke gas spring, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Peningkatan Efisiensi Produksi

- Setelah modifikasi, efisiensi produksi meningkat dibanding kondisi awal.
- Peningkatan ini didukung oleh berkurangnya down time akibat kerusakan cushion dan pengaturan tekanan yang lebih stabil pada gas spring.

Tabel 5. 1 Produktivitas Produksi

| Produktivitas Produksi/jam | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Sistem Cushion | Sistem Gas Spring |
| 300 pcs/jam | 350 pcs/jam |

2. Penurunan Down Time

Down time rata-rata menurun, faktor penurunan terbesar dari berkurangnya waktu persiapan tooling.

Tabel 5. 2 Waktu Persiapan Setting Dies ke mesin

| Waktu Persiapan Setting Dies ke mesin | |
|--|--------------------------|
| Sistem Cushion | Sistem Gas Spring |
| 20 Menit | 10 Menit |

3. Penurunan Cacat Produk (Defect Rate)

- Tingkat cacat produk turun atau berkurang.

- Jenis cacat yang paling berkurang adalah crack dan neck yang disebabkan oleh tekanan cushion yang tidak konsisten.

Dapat dilihat dari tabel 5.3 hasil dari proses produksi sebanyak 600 pcs yang sebelumnya terdapat cacat produk sebanyak 12 pcs setelah dimodifikasi ke gas spring tidak terdapat lagi cacat produk seperti *crack* dan *neck*.

Tabel 5. 3 Tingkat Cacat pada Produk

| Tingkat Cacat Pada Produk | |
|---------------------------|-------------------|
| Sistem Cushion | Sistem Gas Spring |
| 2% | 0% |

4. Stabilitas Tekanan Proses

Sistem gas spring menghasilkan tekanan yang lebih konsisten dibandingkan cushion, sehingga kualitas pembentukan lebih terjaga.

Tabel 5. 4 Hasil Trial 30 pcs

| Hasil trial 30 pcs | | | |
|--------------------|------------|-------------------|------------|
| Sistem Cushion | | Sistem Gas Spring | |
| Part OK | Part Cacat | Part OK | Part Cacat |
| 26 | 4 | 30 | 0 |

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan, maka disarankan:

1. Implementasi Lebih Luas

Sistem gas spring direkomendasikan untuk diterapkan pada dies lain dengan kebutuhan tekanan stabil, khususnya pada part yang memiliki toleransi bentuk ketat.

2. Program Preventive Maintenance Khusus Gas Spring

Menetapkan jadwal perawatan rutin seperti pengecekan tekanan nitrogen dan pelumasan seal untuk menjaga performa gas spring.

3. Pelatihan Operator dan Teknisi

Memberikan pelatihan teknis mengenai pengoperasian dan perawatan gas spring agar dapat mengantisipasi masalah lebih cepat.

4. Monitoring Berbasis Data

Menggunakan sensor tekanan dan sistem data logging untuk memantau performa gas spring secara real-time, sehingga potensi kerusakan dapat dideteksi sebelum mempengaruhi produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Siegert, K., & Haller, D. (2001). Controllable Nitrogen Cylinders for Deep Drawing Dies. SAE Technical Paper 2001-01-1137.
- Tendencies in presses and dies for sheet metal forming processes. International Journal of Machine Tools & Manufacture, [ScienceDirect].
- MetalForming Magazine. (2016). Die Springs — Coil vs. Gas; Best Practices.
- The Fabricator. (sekitar 2001). Deep Drawing Irregular Sheet Components: How cushion systems affect operation.
- Bäume, T., et al. (2016). Iterative process control... Manufacturing Review.
- Zhang, Y., et al. (2024). Research and application of wireless network monitoring technology for nitrogen gas springs. Atlantis Highlights in Materials Science and Technology.
- Jodogne, P. (tahun). Computerized control of the blankholder pressure... SAE Paper 920433. Iterative process control..., Manufacturing Review (2016).
- Simonetto, E., et al. (2023). Adaptive metal flow control in stamping through ferrofluidic actuators. CIRP Annals – Manufacturing Technology.
- Ali Sophian. (2023). Improvement Activities in Stamping Die Manufacturing: A Systematic Literature Review. Systematic Literature Review.
- Atlantis Press (pengembangan gas spring historis). Detailed developments in nitrogen gas spring technology (refer to Atlantis Press 2024).