

Rekayasa *Metal Slipper* pada *Brake Shoe* Sepeda Motor untuk Meningkatkan Produktifitas: Studi kasus di PT Mitrametal Perkasa

Abdul Syukur Alfauzi¹, Anwar Sukito Ardjo¹, Bambang Tjahjono²,
Adhi Purnomo², Alfian Bagas¹, Eko Saputra^{2*}, Sri Harmanto¹

¹Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

²D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H., Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

*E-mail: eko.saputra@polines.ac.id

Diterima: 08-07-2022; Direvisi: 08-08-2022; Dipublikasi: 22-08-2022

Abstrak

Brake Shoe merupakan komponen penting pada sistem pengendalian kendaraan bermotor. Proses pemasangan *Brake Shoe* terhadap *metal slipper* pada mesin press di PT. Mitrametal Perkasa, masih dilakukan dengan menggunakan tuas manual. Hal ini menyebabkan kualitas pekerjaan tidak maksimal, operator cepat kelelahan, proses tekan masih menggunakan gaya yang bervariasi sehingga mengakibatkan hasil kualitas produk yang berbeda-beda. Permasalahan tersebut menyebabkan hasil produk tidak seragam dan waktu produksi tidak efisien. Oleh karena itu penelitian ini penting dilakukan untuk meningkatkan produktifitas perakitan *brake Shoe*. Tujuan penelitian ini adalah menurunkan waktu perakitan *brake shoe* sepeda motor terhadap *metal slipper* dengan membuat perancangan dies dengan mesin press hidrolik semi otomatis agar dapat mengurangi cycle time dan mampu meningkatkan produktivitas. Metode penelitian menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) yang meliputi *fishbone diagram*, dan pengujian alat. Hasil yang diperoleh dari hasil pengujian yaitu cycle time sebesar 10,171 detik, gaya tekan sebesar 67,824 N, dan gaya tekan minimum yang diijinkan sebesar 1010,65 N. Kesimpulan yang diperoleh adalah penelitian ini dapat menurunkan cycle time sebesar 16,528% dan meningkatkan kapasitas produksi sebesar 400 produk per hari.

Kata kunci: *Mesin Press; Brake Shoe; cycle time; RCA*

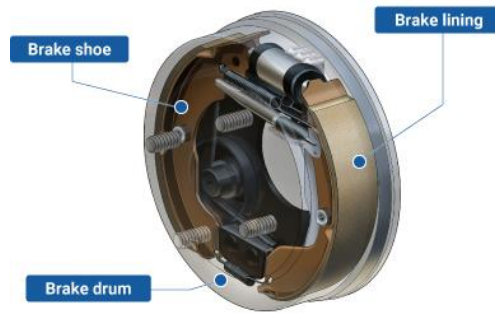
Abstract

Brake Shoe is an important component in the motor vehicle control system. The process of installing the *Brake Shoe* on the *metal slipper* on the press machine at PT. Mitrametal Perkasa, is still done using manual levers. This causes the quality of work is not optimal, operators get tired quickly, and the press process still uses varying forces, resulting in different product quality results. These problems cause non-uniform product results and inefficient production time. Therefore, it is important to do this research to increase the productivity of the *brake shoe* assembly. The purpose of this study was to reduce the assembly time of motorcycle *brake shoes* against *metal slippers* by designing dies with semi-automatic hydraulic press machines in order to reduce cycle time and increase productivity. The research method uses *Root Cause Analysis* (RCA) which includes *fishbone diagrams*, and tool testing. The results obtained from the test results are cycle time of 10.171 seconds, compressive force of 67.824 N, and the minimum allowable compressive force of 1010.65 N. The conclusion obtained is that this study can reduce cycle time by 16.528% and increase production capacity by 400 product per day.

Keywords: *Mesin Press; Brake Shoe; cycle time; RCA*

1. Pendahuluan

Brake Shoe merupakan komponen penting pada sistem pengendalian kendaraan bermotor, sebagai ilustrasi dapat dilihat *brake shoe* dan lining pada Gambar 1. Selain itu, *brake shoe* juga digunakan sebagai sarana utama untuk mengamankan kereta api dan untuk mengurangi kecepatan gerbong kereta api [1]. Permasalahan yang ditemukan yaitu *cycle time* mesin *press* manual masih tinggi. Penyebab dari permasalahan tersebut disebabkan dari beberapa faktor diantaranya dari proses pemasangan *Brake Shoe* terhadap *metal slipper* pada mesin *press* masih menggunakan tuas manual yang menyebabkan operator cepat kelelahan, operator melakukan pemasangan pada cetakan masih ditahan menggunakan tangan, proses tekan masih menggunakan gaya yang bervariasi mengakibatkan hasil kualitas produk yang berbeda-beda, gaya operator yang berbeda-beda menyebabkan *punch* pada mesin *press* manual cepat terdeformasi.



Gambar 1. Posisi Brake shoe dan lining di dalam brake drum [2]

Proses perakitan produk *brake shoe* sepeda motor dengan *metal slipper* menggunakan mesin press manual memerlukan waktu sebesar 12.185 detik untuk menghasilkan 1 produk pada sekali penekanan. Waktu perakitan produk kamvas rem sepeda motor tersebut memakan waktu cukup lama yang berdampak pada target produksi yang kurang efisien. Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan membuat alat mesin *press* sistem hidrolik untuk merekatkan brake shoe dan lining agar menyatu dengan tepat dan tekanan yang seragam. Oleh karena itu penelitian ini penting dilakukan untuk meningkatkan produktifitas perakitan *brake Shoe* di PT. Mitrametal Perkasa.

Fokus penelitian ini adalah tentang mesin press dan presstool, oleh karena itu untuk mendukung penelitian ini diperlukan kajian pustaka terkait penggunaan mesin press dan presstool pada brake shoe dan lining. Komine dkk., [3] dalam paten yang diajukan memaparkan metode untuk menempelkan *brake shoe* dan *lining* dengan metode *thermal bending*. Secara umum, metode ini dilakukan dengan press kedua komponen dan memberikan panas agar merekat satu sama lain. Akan tetapi dalam penelitian ini tidak dijelaskan metode press yang digunakan. Barnhartdt [4] mengajukan metode bending brake lining dan untuk membentuk brake shoe dalam paten. Metode press sistem hidrolik untuk press brake shoe dan lining merupakan cara yang sudah umum dilakukan [5, 6, 7, 8, 9, 10]. Selain mesin press hidrolik, alat press menggunakan system pneumatic juga banyak diterapkan oleh banyak peneliti [11, 12, 13, 14]. Penelitian ini juga pada dasarnya bukan hal yang baru, akan tetapi solusi yang penting dan baru diterapkan di industri untuk mengganti metode manual dengan metode press hidrolik semi otomatis dalam rangka meningkatkan produktivitas assembly brake shoe dan lining.

Tujuan penelitian ini adalah menurunkan konsumsi waktu perakitan *brake shoe* sepeda motor terhadap *metal slipper* dengan membuat perancangan dies dengan mesin press hidrolik semi otomatis agar dapat mengurangi cycle time dan mampu meningkatkan produktivitas.

2. Material dan Metodologi

2.1. Material

Material konstruksi dari komponen *press tool* adalah S45C. Khusus untuk komponen *punch* dan *die* dilakukan proses *hardening*. Tabel 1 merupakan sifat mekanik pada material S45C dan Tabel 2 menunjukkan komposisi kimia material S45C. Material penyusun dari komponen *metal slipper* adalah *Brass* dengan spesifikasi material pada Tabel 3.

Tabel 1. Spesifikasi Material S45C [15]

Quantity	Value	Unit
Density	7700-8030	Kg/m ³
Young's Modulus	190-210	Pa
Tensile Strength	569 (Standard) 686 (Quenching, Tempering)	MPa
Yield Strength	343 (Standard) 490 (Quenching, Tempering)	MPa
Poisson's ratio	0.27-0.30	
Hardness	160-220 (Annealed)	HB

Tabel 2. Komposisi Kimia Material S45C [15]

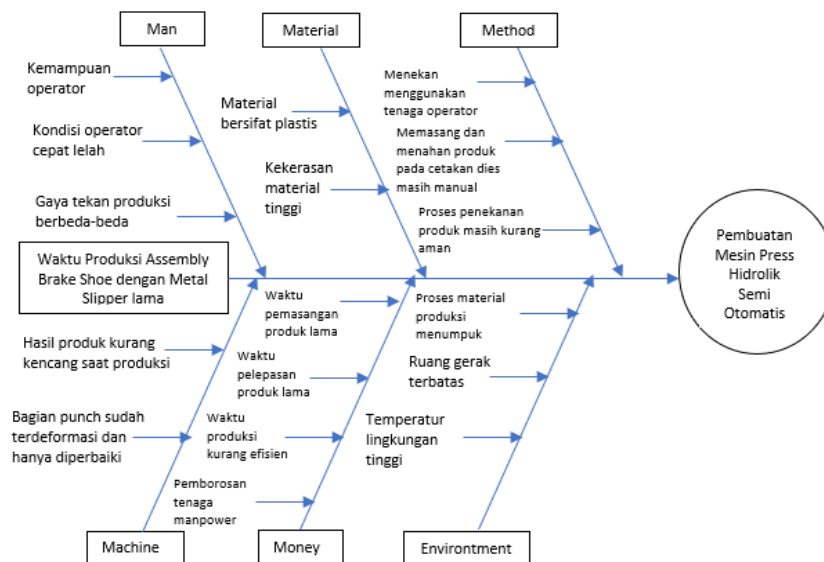
Chemical Composition						
Standard	Grade	C	Mn	P	S	Si
JIS G4051	S45C	0.42-0.48	0.60-0.90	0.03	0.035	0.15-0.35

Tabel 3. Spesifikasi Material Brass [16]

Metal Alloy	Yield Strength MPa (ksi)	Tensile Strength MPa (ksi)	Ductility %EL in 50mm (2in)
Aluminium	35 (5)	90 (13)	40
Copper	69 (10)	200 (29)	45
Brass (70Cu – 30Zn)	75 (11)	300 (44)	68
Iron	130 (19)	262 (38)	45
Nickel	138 (20)	480 (70)	40
Steel (1020)	180 (26)	380 (55)	25
Titanium	450 (65)	520 (75)	25
Molydenum	565 (82)	655 (95)	35

2.2. Fishbone diagram

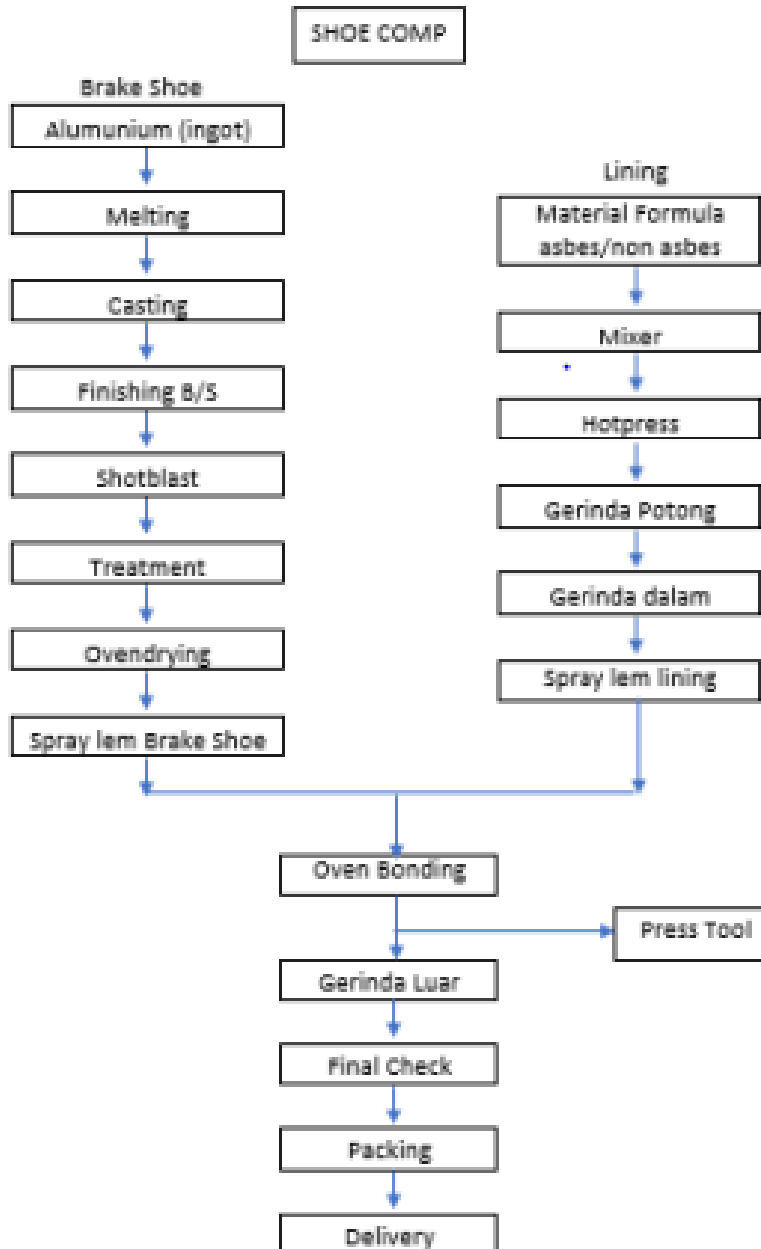
Metode penelitian menggunakan *Root Cause Analysis (RCA)*, dimana didalam RCA terdapat *Fishbone diagram*. RCA merupakan suatu metode untuk penyelesaian permasalahan, mencoba mengidentifikasi faktor penyebab dari suatu permasalahan atau kejadian yang tidak diharapkan. Tujuan utama metode ini adalah untuk mengidentifikasi faktor yang dinyatakan dalam bentuk alami, besaran, lokasi dan waktu akibat dari kebiasaan, tindakan dan kondisi tertentu yang harus diubah untuk menghindari kesalahan yang tidak perlu [17]. *Fishbone diagram* pada Gambar 8 digunakan untuk menggambarkan proses pencarian permasalahan yang detail agar bisa dirumuskan solusi yang mungkin dilakukan. Selain itu, fishbone diagram juga digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang berpengaruh terhadap masalah pada proses perakitan *Brake Shoe* dengan *metal slipper* di *Lining Bonding Departement* PT. Mitrametal Perkasa. Metode *Fishbone diagram* dapat dilihat pada Gambar 8. Diagram ini dimulai dengan permasalahan waktu produksi *assembly brake shoe* dengan *metal slipper* yang lama. Kemudian dilakukan pencarian permasalahan yang lebih detail pada bagian duri-duri *fishbone* yang terdiri dari *man, material, method, machine, money* dan *environment*. Dari penjabaran permasalahan-permasalahan di tersebut, kemudian diusulkan solusi pembuatan mesin press hidrolik semi otomatis.



Gambar 8. Fishbone Diagram

2.3. Aliran Proses Produksi

Proses perakitan *Brake Shoe* dengan *metal slipper* terjadi pada tahap *Press Tool*, pada tahap tersebut proses yang dilakukan masih kurang efisien dikarenakan masih menggunakan mesin *press* manual. Proses yang tidak efisien ini dipengaruhi oleh *cycle time* pada produksi yang masih tinggi.



Gambar 9. Diagram Proses Produksi pada Produk *Shoe Comp*

Tabel tersebut menunjukkan bahwa untuk melakukan satu kali proses perakitan *brake shoe* dengan *metal slipper* di PT Mitrametal Perkasa membutuhkan waktu rata 12,185 [detik]. Masalah yang terjadi yaitu waktu proses masih kurang efisien, penyebabnya adalah penggunaan mesin *press* masih menggunakan tuas manual dan setiap penekanan output hanya 1 pcs saja.

Tabel 3. Data *cycle time* mesin press manual

No	Langkah manual	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata	Produk
1	Pindah brake shoe dari rak ke mesin	8,21	9,31	7,52	8,42	8,27	7,82	78,65	7,72	8,13	7,81	8,186	8pcs
2	Pindah metal slipper dari bungkus ke mesin	6,56	7,21	6,82	8,34	6,98	8,05	6,73	6,94	7,39	6,88	7,19	1pcs
3	Pasang assembly	2,69	2,79	2,36	2,8	2,55	2,8	2,81	2,82	3,15	3,11	2,788	1pcs
4	Pasang brake shoe ke jig	1,77	1,86	3,42	1,77	1,48	1,16	1,39	1,35	3,08	1,52	1,88	1pcs
5	Menekan press	3,86	3,89	3,29	4,03	3,39	4,24	3,81	3,39	4,3	3,44	3,764	1pcs
6	mengecek	1,07	1,61	1,1	1,32	1,14	2,1	1,25	1,17	1,95	2,56	1,527	1pcs
7	Meletakkan output	1,02	1,86	1,05	0,58	1,05	1,06	1,11	0,58	1,19	1,81	1,131	1pcs
	Jumlah cycle time 1 produk	11,5	13,25	12,2	11,64	10,71	12,42	11,52	10,34	14,76	13,49	12,18	

2.4. Perhitungan yang digunakan

Berdasarkan hasil pembuatan mesin *press*, hasilnya dapat ditelisik dan dibandingkan dengan efisiensi waktu sebelum adanya mesin dan setelah adanya mesin. Persamaan (1) digunakan untuk menghitung efisiensi waktu proses. Variable yang diperlukan adalah *cycle time before* dalam detik dan *cycle time after* dalam detik. Sedangkan kapasitas produksi per hari dapat dicari dengan persamaan (2), dimana T adalah Jam kerja efektif penyelesaian produk dan CT adalah waktu siklus produksi.

$$EWP = \frac{(Cycle\ Time\ Before)_{detik} - (Cycle\ time\ After)_{detik}}{(Cycle\ Time\ Before)_{detik}} \times 100\% \quad (1)$$

$$Q = \frac{T}{CT} \quad (2)$$

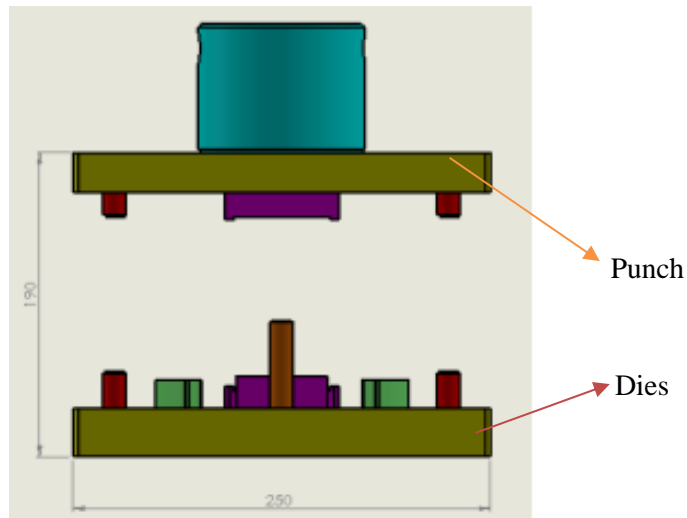
3. Hasil Penelitian

3.1. Perancangan Desain

Perancangan *press tool* pada sebuah mesin *press* dilakukan dengan bantuan software *SOLIDWORKS* untuk gambar 3D dan *detail drawing*. Perancangan dibuat setelah dasar perhitungan sudah sesuai dengan kebutuhan agar tidak terjadi pemborosan material dengan bantuan sketsa gambar secara kasar. Menurut perencanaan desain yang dilakukan, ada beberapa komponen yang memerlukan penggantian dan penambahan pada bagian mesin. Pembuatan *press tool* memerlukan material dengan spesifikasi beserta biaya yang dibutuhkan. Ketika melakukan pembuatan *Brake Shoe* Sepeda Motor, material yang digunakan adalah ADC12 yang memiliki spesifikasi menurut JIS (*Japan International Standard*) sesuai Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi Material ADC12 JIS (Sumber: ASTM Steel Webstore)

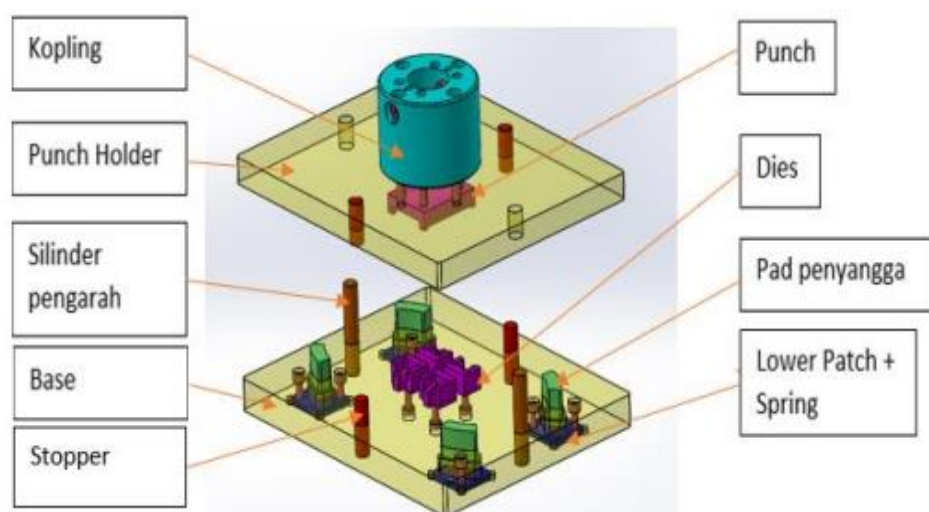
Tensile R _m (MPa)	Impact (J)	Elongation A (%)	Brinell hardness (HBW)
687 (≥)	41	31	424



Gambar 10. Konstruksi press tool pandangan depan

3.2. Modifikasi Komponen *Press Tool* Mesin Press Hidrolik

Sebagian besar modifikasi mesin *press* hidrolik adalah perancangan dan pembuatan *dies*. Salah satu faktor dari pemilihan material adalah kekuatan bahan yang akan dipilih. Logam *Ferro* ialah logam yang komposisinya terdiri dari logam besi (Fe) sebagai unsur utamanya dan merupakan salah satu jenis bahan teknik yang paling banyak digunakan karena mudah dibentuk serta mudah diperbaiki sifat mekaniknya sesuai dengan kebutuhan. Komponen dari mesin *press* masih memiliki kondisi yang baik hanya saja mesin tersebut tidak dipakai dikarenakan hanya dapat dipakai pada produk-produk pada tipe khusus dan pada saat melakukan magang mesin tersebut tidak terpakai. Penyesuaian komponen yang perlu dilakukan adalah menambah komponen *press tool* saja. Berikut ini merupakan modifikasi komponen *Press Tool* pada Mesin Press Hidrolik Semi Otomatis, yaitu



Gambar 11. Konstruksi modifikasi Press Tool pada Mesin Hidrolik

3.3. Data Hasil Pengujian

Berikut merupakan waktu *cycle time* dari didapatkan hasil pengujian dan ditulis data pada Tabel 8. Tabel tersebut menunjukkan bahwa dengan perhitungan, untuk melakukan satu kali proses perakitan *brake shoe* dengan *metal slipper* di PT Mitrametal Perkasa hanya membutuhkan waktu rata-rata 10,171 detik.

Tabel 8. Data *cycle time* mesin *press* hidrolik semi otomatis

No	Langkah semi otomatis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata	Produk
1	pindah brake shoe dari rak ke mesin	8.21	9.31	7.52	8.42	8.27	7.82	8.65	7.72	8.13	7.81	8.186	8PCS
2	pindah metal slipper dari bungkus ke mesin	6.56	7.21	6.82	8.34	6.98	8.05	6.73	6.94	7.39	6.88	7.19	100PCS
3	pasang assembly	2.69	2.79	2.36	2.8	2.55	2.8	2.81	2.82	3.15	3.11	2.788	1PCS
4	pasang brake shoe ke jig	1.77	1.86	3.42	1.77	1.48	1.16	1.39	1.35	3.08	1.52	1.88	1PCS
5	menekan press	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4PCS
6	mengecek meletakkan output	1.07	1.61	1.1	1.32	1.14	2.1	1.25	1.17	1.95	2.56	1.527	1PCS
7		1.02	1.86	1.05	0.58	1.05	1.06	1.11	0.58	1.19	1.81	1.131	1PCS
	JUMLAH CYCLE TIME 1 PRODUK	9.39	11.11	10.69	9.36	9.07	9.93	9.46	8.70	12.21	11.80	10.17115	

3.4. Analisis dan pembahasan

Analisis mesin *press* yang dilakukan dalam perhitungan kapasitas mesin seperti gaya tekan berfungsi menghitung seberapa besar gaya mesin yang digunakan dalam suatu pengoperasian, gaya *bending* berfungsi sebagai gaya minimal yang dibutuhkan untuk melakukan proses *bending*, dan kapasitas mesin dihitung berdasarkan seberapa besar tebal produk yang akan ditekuk. Berdasarkan hasil pembuatan mesin *press*, hasilnya dapat ditelisik dan dibandingkan dengan efisiensi waktu sebelum adanya mesin dan setelah adanya mesin. Hasil perhitungan menggunakan persamaan (1), perbedaan hasil dari *cycle time* sebelum dan setelah bisa menaikkan efisiensi sebesar 16,528%. Perhitungan yang dicari pada persamaan (2) adalah produksi per hari, dimana alat bantu ini mampu meningkatkan output sebesar 400 pcs.

4. Kesimpulan

Perancangan *Press Tool* pada mesin *press* hidrolik semi otomatis sebagai solusi mengatasi masalah produktifitas perakitan *brake shoe* dan lining telah dilakukan. Spesifikasi *Press Tool* meliputi dimension (LxWxH): 250 mm x 300 mm x 190 mm dan *weight of material* sebesar 36.33 kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *cycle time* proses perakitan *brake shoe* dengan *metal slipper* sebelum adanya *improvement* sebesar 12.185 detik dan sesudah adanya *improvement* memiliki *cycle time* sebesar 10.171 detik sehingga terjadi penurunan 2 detik atau penurunan sebesar 16,528%. Berdasarkan perhitungan ketebalan *dies* dan analisis menggunakan perhitungan gaya tekan lebih besar dari gaya *bending* minimum dengan rumus maka dapat disimpulkan bahwa dengan perancangan desain ukuran *dies* aman untuk digunakan.

Daftar Pustaka

- [1] Kornienko, K., Olgeizer, I., Sukhanov, A., Pokrovskaya, O., Sokolov, V., 2022, Study of the efficiency of brake shoes, Transportation Research Procedia 63, hal. 386-393
- [2] Drum Brakes, https://www.akebono-brake.com/english/product_technology/product/automotive/drum/ diakses 11-08-2022.
- [3] Komine, H., Nishimura, A., 2002, Method and Apparatus for Bonding Brake Shoe and Lining, United States Patent No. US 6,399,918 B1.

- [4] Barnhartdt, K.F., 2001, Methods for Bending Brake Lining Material and for Forming a Lined Brake Shoe, United States Patent No. US 6,245,180 B1
- [5] Adhianto, R., Fauzan, M. I. & Patriatna, E., 2018. Studi Perancangan Mesin Press Hidrolik 50 ton dengan Metode. *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA)*
- [6] Kamsar, M. H. & A. R., 2016. Analisis Sistem Hidrolik Perangkat Pada Alat Berat Jenis Wheel Loader Studi Kasus Dinas Pekerjaan Umum Kab. Bombana. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, Volume Vol. 1, No.1.
- [7] Kumar, K. S. & Prashanth, B., 2017. DESIGN & FABRICATION OF HYDRAULIC PRESS. *International Journal of Scientific Development and Research (IJS DR)*, Volume 2, Issue 7.
- [8] Rizaldi, F., 2016. PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK PUNCH STROKE PADA MESIN PRESS UNTUK PEMBUATAN CUP SELONGSONG PELURU KALIBER 20 MM. *JURUSAN TEKNIK MESIN, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*.
- [9] Zariatn, D. L., 2006. Perancangan Sistem Hidrolik untuk Pengepres Bata Semi Otomatis. *Jurnal Mekanikal Teknik Mesin FTUP*, Volume 2, No. 2.
- [10] Yulianto, S., Soeleman & Mulyana, A., 2014. Pengaruh Beban Terhadap Tekanan Pompa Hidrolik Pada Reach Stacker Saat Proses Lifting Petikemas. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Volume 8 No 1.
- [11] Alfian, A., dkk., 2007, Rancang Bangun Alat Press Bricket Arang Tempurung Kelapa Sistem Pneumatik. Makassar. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [12] Patient, P., dkk., 1983. Pengantar Ilmu Teknik Pneumatik. Dialihbahasakan oleh Alex Tri Kantjono Widodo. Jakarta: PT. Gramedia.
- [13] Suyuti, M.A., Sultan, A.Z., Ardiansyah, M, Mihdar, R.A., Swastika, G.Y., 2019, Rancang Bangun Automatic Press Tool untuk Blanking Cetakan Kue. *Sinergi*, Vol. 17, No. 2, hal 156-167.
- [14] Nur, R., Suyuti, M.A., Iswar, M., 2019, Designing and Manufacturing the Press Tool of Air Bending V Brake, *Journal of Engineering design and Technology*, Vol. 19, No. 3, hal. 139-144.
- [15] JIS S45C Steel, Tempered <https://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=6b29957fc95e426d87dff64d67c59f6c&ckck=1> diakses 11-08-2022.
- [16] Callister, W. D., 2007. *Materials Science and Engineering*. Seventh Edition ed. s.l.:John Wiley & Sons, Inc.
- [17] Wibowo, K., Sugiyarto & Setiono, 2018. Analisa dan Evaluasi: Akar Penyebab dan Biaya Sisa Material Konstruksi Proyek Pembangunan Kantor Kelurahan di Kota Solo, Sekolah, dan Pasar Menggunakan Root Cause Analysis (RCA) dan Fault Tree Analysis (FTA). *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, pp. 303-310.