



Rancang Bangun Mesin Press Caulking dan Staking Shaft Yoke dan Sleeve Yoke

Katerina Mukti¹, Muslimin^{2*}

¹Program Studi Teknik Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

² Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Rancang bangun mesin press caulking dan staking ini bertujuan untuk membuat alat bantu produksi proses press caulking dan staking pada proses pembuatan shaft yoke dan sleeve yoke. Selain itu, rancang bangun ini juga bertujuan untuk mengurangi cost production pengadaan shaft yoke dan sleeve yoke yang selama ini di import dari luar negeri. Metode yang digunakan dalam rancang bangun ini yaitu Quality Function Deployment (QFD) yang meliputi pendekatan sistematik untuk mengetahui dan menentukan permintaan konsumen kemudian menerjemahkan permintaan tersebut secara teknis dengan cara mengembangkan konsep desain, perencanaan proses manufacturing, dan perencanaan produksi yang tepat. Mesin press caulking dan staking ini menggunakan silinder hidrolis dengan nilai tonase sebesar 45 ton. Produk shaft yoke dan sleeve yoke yang telah mengalami proses press akan melalui tahapan pengujian berupa uji kebocoran (leaking test), pull test, cutting test, dan pengamatan macrostructure untuk mengetahui hasil proses pengepresan.

Kata-kata kunci: Mesin Press, Caulking, Staking, Shaft Yoke, Sleeve Yoke.

Abstract

The design of this caulking and staking press machine aims to make a production tool for the caulking and staking press processes in the yoke shaft and sleeve yoke manufacturing process. In addition, this design also seeks to reduce the production cost of procuring yoke shafts and sleeve yokes that have been imported from abroad. The method used in this design is Quality Function Deployment (QFD), which includes a systematic approach to identify and determine consumer demand and then translate these requests technically by developing design concepts, planning manufacturing processes, and proper production planning. This caulking and staking press uses a hydraulic cylinder with a tonnage value of 45 tons. Shaft yoke and sleeve yoke products that have undergone a press process will go through a test phase in the form of a leak test (leaking test), pull test, cutting test, and macrostructure observation to determine the results of the pressing process.

Keywords: Press Machine, Caulking, Staking, Shaft Yoke, Sleeve Yoke.

1. PENDAHULUAN

Perusahaan-perusahaan otomotif di Indonesia berlomba untuk menghasilkan produk-produk terbaik untuk memenuhi permintaan konsumen dengan standar yang tinggi namun tetap mempertimbangkan *cost production*. *Cost production* merupakan salah satu hal penting yang diperhatikan dalam suatu proses produksi. Hal tersebut dikarenakan *cost production* menentukan jumlah modal serta harga jual dari suatu produk yang diproduksi. Oleh karena itu, setiap perusahaan memiliki kebijakan atau terobosan baru untuk menurunkan *cost production* sehingga keuangan suatu perusahaan selalu terjaga kestabilannya.

PT.X merupakan salah satu perusahaan otomotif yang bergerak di bidang pembuatan *Rear Axle* dan *Propeller Shaft* yang dirancang untuk untuk kebutuhan transmisi pada kendaraan jenis SUV dan MPV. *Propeller Shaft* berfungsi untuk memindahkan atau meneruskan tenaga dari transmisi ke diferensial (*Rear Axle*). Proses pembuatan *Propeller Shaft* terdiri dari banyak komponen pendukung, salah satunya yaitu *shaft yoke* dan *sleeve yoke*. Pada proses perakitannya *shaft yoke* di *assembly* dengan *spline sleeve*, sementara *sleeve yoke* di *assembly* dengan *shaft center bearing*. Walaupun, *shaft yoke* dan *sleeve yoke* di *assembly* dengan komponen yang berbeda, akan tetapi keduanya memiliki kesamaan. Kesamaan tersebut yaitu setelah proses *assembly* selesai, keduanya sama-sama diisi dengan pelumas berupa *grease*. Pada pengisian *grease* atau oli sering terjadi kegagalan berupa kebocoran *grease* pada *assembly* antara *shaft yoke* dengan *plug* maupun *sleeve yoke* dengan *plug* yang dapat mengakibatkan *grease* terbuang percuma. Kebocoran tersebut dapat diatasi dengan cara membuat sistem pengepresan antara *plug* dengan produk *shaft yoke* maupun *sleeve yoke* dengan metode deformasi berupa metode *caulking* dan *staking* yang berfungsi untuk memperangkap *grease* agar tidak bocor. Proses *caulking* sendiri merupakan proses deformasi material yang dilakukan dengan cara menekan benda kerja di sekeliling benda kerja yang akan diproses (Hong et al., 2014), sementara itu, proses *staking* merupakan proses deformasi material yang dilakukan dengan cara menekan benda kerja pada beberapa titik (Park & Nguyen, 2017).

Negara Thailand merupakan negara yang mengimport produk *shaft yoke* dan *sleeve yoke*. Hal tersebut karena produk *shaft yoke* dan *sleeve yoke* tidak diproduksi di Indonesia melainkan di negara Thailand. Oleh karena itu, PT.X berencana melakukan lokalisasi produk tersebut sehingga proses produksi dapat berlangsung di perusahaan sendiri dan tentunya dapat menurunkan *cost production*. Proses lokalisasi tersebut mengakibatkan PT.X harus menyiapkan proses produksinya, salah satunya yaitu proses pengepresan. Saat produk *shaft yoke* dan *sleeve yoke* diproduksi di Thailand, proses pengepresan dilakukan dengan dua mesin yang berbeda, namun PT.X menginginkan kedua produk tersebut diproses pada satu mesin yang sama untuk menurunkan *cost* pengadaan mesin. Oleh karena itu, PT. X berencana mengadakan mesin press yang mampu melakukan pengepresan *shaft yoke* dan *sleeve yoke* sekaligus guna menurunkan *cost production* baik dari segi pengadaan mesin maupun biaya gaji operator.

Tujuan dari rancang bangun ini yaitu:

1. Menghasilkan mesin press *caulking* dan *staking* sehingga dapat digunakan untuk proses produksi.
2. Menghasilkan mesin press yang sesuai dengan design rancangan.
3. Menghasilkan hasil pengepresan *caulking* dan *staking* yang memiliki profil yang sama dengan hasil pengepresan *caulking* dan *staking* yang dihasilkan di Thailand dengan perbedaan kedalaman press sebesar ± 0.1 mm.
4. Pengujian *air leaking test* memenuhi standar permintaan *drawing* dengan nilai pengujian < 25 [mmH₂O].
5. Pengujian *pull test* yang memenuhi standar permintaan *drawing* dengan nilai pengujian > 9800 N.

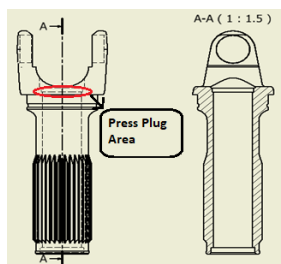
2. TINJAUAN PUSTAKA

Propeller Shaft

Shaft yoke dan *sleeve yoke* merupakan komponen penyusun *propeller shaft*. *Propeller Shaft* itu sendiri merupakan bagian dari komponen penggerak roda belakang pada kendaraan baik mobil maupun *truck* yang berfungsi untuk memindahkan atau meneruskan tenaga dari transmisi ke diferensial (*Rear Axle*).

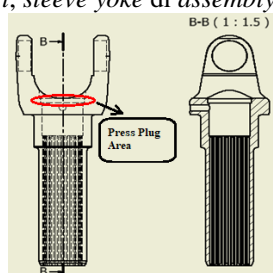
Shaft yoke merupakan *part* yang penyusun *propeller shaft*. Pada proses perakitan *propeller shaft*, *shaft yoke* di *assembly* dengan *spline sleeve*. Pada pembuatan *shaft yoke* membutuhkan banyak proses produksi, misalnya proses *cutting*, *facing*, *grinding*, dan *milling*. Setelah proses pembuatan selesai, *shaft yoke*

kemudian *diassembly* lalu diisikan *grease*. Proses pengisian *grease* dapat dilakukan setelah terjadi proses pemasangan *plug* pada *shaft yoke*.



Gambar 1. Shaft Yoke

Sleeve yoke memiliki fungsi yang sama seperti *shaft yoke* yaitu sama-sama penyusun *propeller shaft*. Perbedaan *shaft yoke* dan *sleeve yoke* yang sangat jelas yaitu terdapat pada letak giginya. *Sleeve yoke* memiliki gigi yang terletak di dalam *tube* sementara *shaft yoke* memiliki gigi yang terletak di luar *tube*. Pada proses *assembly propeller shaft*, *sleeve yoke* di *assembly* dengan *shaft center bearing*.



Gambar 2. Sleeve Yoke

Punch

Punch merupakan suatu alat yang berfungsi untuk membentuk benda kerja sesuai dengan bentuk (profil) dan ukuran yang diinginkan. Pada jenis perkakas tekan, *punch* merupakan *male* komponen dari *dies* (Lucas et al., 1984). *Punch* dapat membentuk profil dengan cepat dan memiliki tingkat kepresisian yang baik. Pada rancang bangun Mesin Press *Caulking* dan *Staking* Produk *Shaft yoke* dan *Sleeve Yoke* ini, *punch* yang digunakan yaitu *punch* untuk proses *caulking* dan proses *staking*.

Proses *caulking* merupakan proses deformasi yang dilakukan dengan cara mengepres material pada sekitar *part* yang mengalami proses *caulking* (Hong et al., 2014). Pada proses *caulking*, biasanya deformasi akan dilakukan mengelilingi *part* yang diproses.

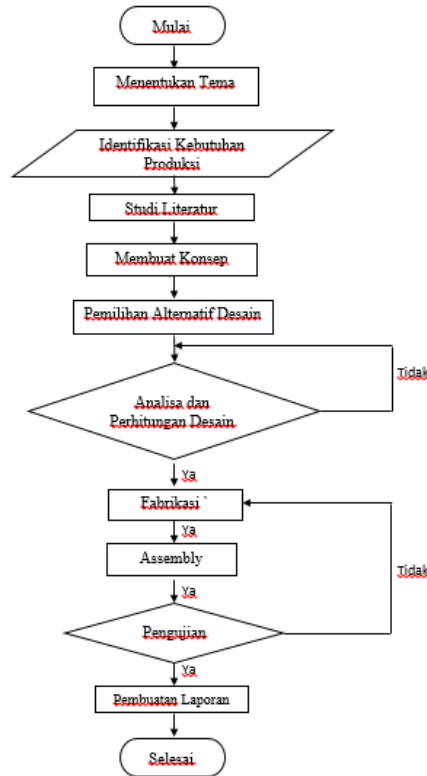
Proses *staking* merupakan salah satu proses pembentukan material pada beberapa titik tertentu. Proses *staking* dikenal sebagai metode pembentukan atau penggabungan material yang sejenis maupun tidak sejenis (Park & Nguyen, 2017). Pada Rancang Bangun Mesin Press *Caulking* dan *Staking* Produk *Shaft Yoke* dan *Sleeve yoke* ini *punch staking* yang digunakan yaitu *punch staking* yang sesuai standar permintaan drawing yang terdapat empat titik profil untuk melakukan penguncian terhadap *plug* yang telah mengalami proses *caulking* sebelumnya.

Mesin Press Hidrolik

Mesin press hidrolik merupakan sebuah alat untuk menghasilkan gaya tekan melalui media fluida (Patel et al., 2015). Pada mesin press hidrolik menggunakan prinsip *pascal* pada sistem kerjanya. Sistem hidrolik secara umum dapat diartikan sebagai kumpulan komponen yang saling terkoneksi dengan menggunakan *liquid* bertekanan untuk menyediakan transmisi dan kontrol energi (Totten & de Negri, 2011). Melalui sistem hidrolik, dapat menghasilkan gaya yang lebih besar dibanding mesin press yang menggunakan sistem mekanik dan listrik (Houghtalen, 2019). Kekuatan yang dihasilkan mesin press dapat diaplikasikan untuk pekerjaan seperti *blanking*, *punching*, *piercing*, *coining*, maupun *trimming*.

3. METODE

Flowchart pengerjaan rancang bangun yaitu seperti ditunjukkan pada Gambar 3 berikut:

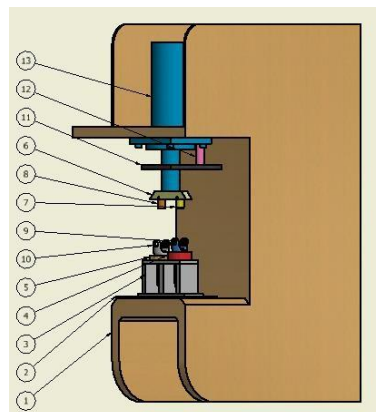


Gambar 3. Diagram Alir

metode yang digunakan pada rancang bangun ini yaitu metode Quality Function Deployment (QFD). Langkah-langkah dalam QFD yaitu identifikasi kebutuhan konsumen, identifikasi spesifikasi teknis, pengembangan konsep, dan pemilihan konsep yang disajikan pada suatu tabel house of quality (HOQ) yang terdapat pada lampiran.

4. ANALISA RANCANGAN

Desain



Gambar 4. Desain Mesin Press Caulking dan Staking

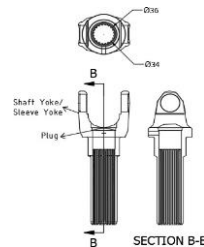
Berdasarkan gambar diatas, komponen-komponen rancangan mesin dijelaskan sebagai berikut :

1. **Box Machine**, *box machine* berfungsi sebagai kerangka mesin press.

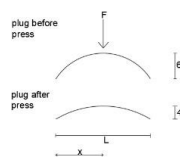
2. **Base Plate**, *Base Plate* berfungsi sebagai tempat dudukan komponen-komponen mesin.
3. **Assembly Lower Jig**, *Assembly Lower Jig* berfungsi sebagai temoat dudukan produk *shaft yoke* dan *sleeve yoke* ketika proses press berlangsung.
4. **Locating Pad**, *Locating Pad* berfungsi sebagai tempat dudukan produk *shaft yoke* dan *sleeve yoke* ketika terjadi pergantian produk antara produk *shaft yoke* dan *sleeve yoke* saat proses press berlangsung.
5. **Hydraulic Cylinder**, *Hydraulic Cylinder* berfungsi sebagai tenaga penggerak *punch caulking* dan *punch stacking* untuk naik dan turun saat proses press berlangsung.
6. **Base Dies**, *base dies* berfungsi sebagai penempat untuk *punch caulking* dan *punch stacking*
7. **Punch Stacking**, *punch stacking* berfungsi sebagai *dies male* yang digunakan sebagai pembentuk (forming) saat proses *stacking* berlangsung.
8. **Punch Caulking**, *punch caulking* berfungsi sebagai *dies male* yang digunakan sebagai pembentuk (forming) saat proses *caulking* berlangsung.
9. **Shaft Yoke/Sleeve Yoke**. *shaft yoke* dan *sleeve yoke* merupakan produk yang akan dilakukan proses pengepresan.
10. **Guidence**, *guidance* berfungsi sebagai komponen pengarah *cylinder hydraulic* agar selalu berada di posisinya dan tidak mengalami pergerakan sehingga mempengaruhi hasil press.
11. **Shaft Guidance**, *shaft guidance* berfungsi sebagai komponen pendukung *guidance* agar *cylinder hydraulic* selalu berada di posisinya dan tidak mengalami pergerakan sehingga mempengaruhi hasil press.

Analisis Perhitungan Design

Produk *plug* yang digunakan dalam proses pengepresan ini yaitu plug dengan material SPC270C. Penggunaan material tersebut berdasarkan permintaan drawing costumer, dengan nilai *tensile strength* sebesar 652 [N/mm²], modulus of elasticity 754 Gpa dan nilai density sebesar 243 [kg/mm³]. Perhitungan tonase ini menggunakan metode double integrasi yang bersumber dari buku Mekanikal Teknik E.P. Popov. Perhitungannya sebagai berikut:



Gambar 5. Dimensi Produk



Gambar 6. FBD Plug Expansion

$$y = \frac{F \cdot b \cdot x \cdot (l^2 - b^2 - x^2)}{6EI}$$

$$F = 40.994,5 \text{ [Kg]}$$

$$F = 40,9 \text{ [Ton]}$$

Tonase yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengepresan yaitu sebesar 40,9 [ton] namun pada kondisi aktual spesifikasi tonase hidrolik di pasaran tidak ada yang sebesar 40,9 [ton] sehingga kapasitas hidrolik yang digunakan yaitu sebesar 45 [ton] yang terdapat di pasaran.

Perhitungan diameter piston silinder hidrolik

Perencanaan yang dilakukan untuk memilih hydraulic pump yang paling sesuai yaitu

dilakukan salah satunya dengan cara menghitung diameter tabung yang digunakan. Tekanan piston yang digunakan di perusahaan rata-rata diasumsikan sebesar 200 bar sehingga perhitungan dilakukan sebagai berikut:

- Perhitungan luas

$$A = \frac{F}{p}$$

$$= 0,200 \text{ m}^2$$

- Perhitungan diameter

$$d^2 = \frac{A}{\frac{1}{4}\pi}$$

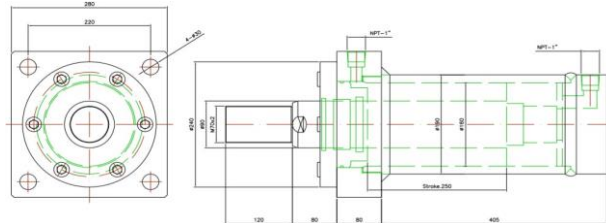
$$= 0.025 \text{ m}^2$$

$$d = \sqrt{0,025 \text{ m}^2}$$

$$= 0,158 \text{ m}^2$$

$$= 158 \text{ mm}$$

Pada perhitungan di atas, maka didapatkan bahwa nilai diameter tabung hidrolik yang akan digunakan sebesar 158 mm. Hasil dari perhitungan kebutuhan tonase dan perhitungan diameter silinder hidrolik dapat menjadi referensi untuk menentukan spesifikasi hidrolik yang akan dipakai. Oleh karena itu, silinder yang tepat digunakan sesuai dengan perhitungan yaitu Piston Pump PVS-2B-45N3 NACHI dengan spesifikasi HC 160X90X250 FA yaitu berarti piston dengan tonase 45 ton dengan ukuran diameter piston 160 [mm], ukuran diameter batang piston 90 [mm] dan dengan stroke 250 [mm]. Penampang *hydraulic piston pump* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hydraulic Piston Pump

Cylinder hydraulic memiliki ketebalan yang dapat dihitung dengan mengetahui batang piston yang telah diketahui sebelumnya. Perhitungannya yaitu sebagai berikut :

$$\frac{p}{t} = \frac{\sigma}{r}$$

$$t = \frac{p \cdot d}{2\sigma}$$

$$= 2,45 \text{ [mm]}$$

Pada perhitungan di atas didapatkan nilai ketebalan dinding *cylinder* yaitu sebesar 2,45 [mm].

Analisis Hasil Uji Alat

Pengujian *leaking test* dilakukan untuk mengetahui terjadi atau tidaknya kebocoran terhadap hasil pengepresan. Pada pengujian yang telah memenuhi standar akan berstatus *go*, sementara pengujian yang tidak memenuhi standar akan berstatus *no go*. Hasil pengujian *leaking test shaft yoke* ditunjukkan pada Tabel 1. dan hasil pengujian *leaking test shaft yoke* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Tabel Hasil pengujian Leaking Test Shaft Yoke

No.	Part Shaft Yoke Ke-	Tekanan [mmH ₂ O]	Status
1.	Part 1	24.5 [mm H2O]	GO
.2.	Part 1	24 [mm H2O]	GO
3.	Part 3	23.8 [mm H2O]	GO






Tabel 2. Tabel Hasil Pengujian Leaking Test Sleeve Yoke

No.	Part Sleeve yoke Ke-	Tekanan [mmH ₂ O]	Status
1.	Part 1	24.7 [mm H2O]	GO
2.	Part 2	16.7 [mm H2O]	GO
2.	Part 3	15.2 [mm H2O]	GO







Pada Tabel di atas dapat dilihat bahwa semua produk yang diuji memiliki nilai tekanan di bawah 25 mm H₂O. hal tersebut berarti seluruh produk pengujian telah lulus uji *air leaking test*.

Pengujian Pull Test

Pull test merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kekuatan plug. Kekuatan *plug* diuji dengan cara di dorong pada kekuatan tertentu hingga *plug* rusak. Gambar 8 menunjukkan hasil *pull test* produk *shaft yoke*. dan Gambar 9 menunjukkan hasil *pull test* produk *sleeve yoke*.

NO.	Number of Part	Before Test	After Test	Standard for Releasing Load (kN)	Actual Releasing Load (kN)	Judgement
1	Part 1			9,8 Min	15,0	OK
2	Part 2				15,5	OK
3	Part 3				14,9	OK

Gambar 8. Hasil Pull Test Shaft Yoke

NO.	Number of Part	Before Test	After Test	Standard for Releasing Load (kN)	Actual Releasing Load (kN)	Judgement
1	Part 1			9,8 Min	10,1	OK
2	Part 2				10,7	OK
3	Part 3				11,3	OK

Gambar 9. Hasil Pull Test Sleeve Yoke

Cutting Test

Cutting process bertujuan untuk mengetahui bentuk hasil pengepresan. pada saat pemotongan akan terlihat bagaimana bentuk dan profil benda. *Cutting proses* pada rancang bangun ini dilakukan untuk melihat secara lebih jelas *plug* hasil pengepresan. Hasil *Cutting Test* Produk *Shaft Yoke* ditunjukkan pada Gambar 4.10 dan Hasil *Cutting Test* Produk *Sleeve Yoke* ditunjukkan pada Gambar 4.11.



Gambar 10. Cutting Test Shaft Yoke

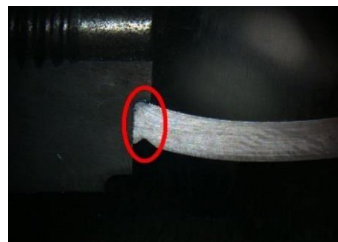


Gambar 11. Cutting Test Sleeve Yoke

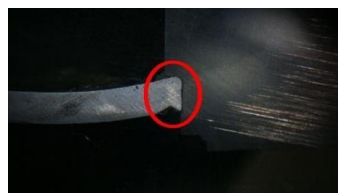
Pada gambar di atas dapat dilihat *plug* hasil pengepresan yang terbentuk terlihat menyatu dengan kedua produk baik *shaft yoke* maupun *sleeve yoke*. Oleh karena itu, hasil pengepresannya memiliki kekuatan yang bagus sesuai dengan nilai *pull test* nya. Hasil pengepresan rusak pada kekuatan lebih dari batas minimum yang diminta.

Pengamatan *Macrostructure*

Photo stereo merupakan salah satu teknologi foto untuk mengamati benda dengan jelas yang dapat diperbesar hingga beberapa kali sehingga gambar terlihat lebih jelas. *Photo stereo* hasil pengepresan plug dengan *shaft yoke* yang telah dipotong ditunjukkan pada Gambar 4.12. dan *Photo stereo* hasil pengepresan plug dengan *shaft yoke* yang telah dipotong ditunjukkan pada Gambar 4.13.



Gambar 12. Hasil Photo Stereo Shaft Yoke



Gambar 13. Hasil Photo Stereo Sleeve Yoke

Pada gambar di atas dapat dilihat *plug* hasil pengepresan yang terbentuk terlihat menyatu dengan kedua produk baik *shaft yoke* maupun *sleeve yoke*. Oleh karena itu, hasil pengepresannya memiliki kekuatan yang bagus sesuai dengan nilai *pull test* nya. Hasil pengepresan rusak pada

kekuatan lebih dari batas minimum yang diminta.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari rancang bangun mesin press *caulking* dan *staking shaft yoke* dan *sleeve yoke* ini yaitu :

1. Mesin press *caulking* dan *staking* sudah diproduksi dan siap digunakan oleh PT.X sesuai dengan *planning production* perusahaan.
2. Dimensi mesin press yang sudah diproduksi dengan *design* rancangan memiliki nilai yang sama.
3. *Design punch caulking* dan *staking* menghasilkan profil pengepresan yang hampir sama dengan hasil pengepresan produk dari Thailand dengan perbedaan kedalaman press sebesar ± 0.1 mm.
4. Hasil *air leaking test* keseluruhan produk yang dites sudah memenuhi standar *parameter drawing* perusahaan dengan nilai pengujian $< 25 \text{ mm H}_2\text{O}$.
5. Hasil *pull test* keseluruhan produk yang dites sudah memenuhi standar *parameter drawing* perusahaan dengan nilai pengujian $> 9800 \text{ N}$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Inti Ganda Perdana atas dukungan fasilitasnya pada penelitian ini.

REFRENSI

- [1] Abibe, A. B., Sônego, M., Santos, J. F., & Canto, L. B. (2015). NU SC. *JMADE*. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.12.087>
- [2] Désarmot, G., & Favre, J. P. (1991). Advances in pull-out testing and data analysis. *Composites Science and Technology*, 42(1–3), 151–187. [https://doi.org/10.1016/0266-3538\(91\)90016-I](https://doi.org/10.1016/0266-3538(91)90016-I)
- [3] Hong, S. W., Koo, J. M., Seok, C. S., Kang, J. H., & Jang, I. C. (2014). Fatigue life prediction of caulking-joined parts. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 15(6), 1131–1135. <https://doi.org/10.1007/s12541-014-0447-1>
- [4] Houghtalen, R. (2019). Fundamental of Hydraulic Engineering Systems. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- [5] Lucas, G. E., Sheckherd, J. W., Odette, G. R., & Panchanadeeswaran, S. (1984). Shear punch tests for mechanical property measurements in TEM disc-sized specimens. *Journal of Nuclear Materials*, 122(1–3), 429–434. [https://doi.org/10.1016/0022-3115\(84\)90635-4](https://doi.org/10.1016/0022-3115(84)90635-4)
- [6] Mukherjee, I., & Ray, P. K. (2006). A review of optimization techniques in metal cutting processes. *Computers and Industrial Engineering*, 50(1–2), 15–34. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2005.10.001>
- [7] Özel, T., & Zeren, E. (2005). Finite element method simulation of machining of AISI 1045 steel with a round edge cutting tool. *Proceedings of the 8th CIRP International, September*. https://www.researchgate.net/profile/Tugrul_Ozel/publication/260021782_Finite_Element_Method_Simulation_of_Machining_of_AISI_1045_Steel_With_A_Round_Edge_Cutting_Tool/links/0046352f1b9ecb6016000000.pdf
- [8] Park, H. S., & Nguyen, T. T. (2017). Development of a new staking process for an automotive part. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 89(1–4), 1053–1068. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9132-0>
- [9] Patel, T., Sheth, S. M., Chauhan, P., & Vishvakarma, B. (2015). Design and Development of Hydraulic Press with Die. *5th National Conference on "Recent Advances in Manufacturing (RAM-2015)"*, May. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2517.6169/1>
- [10] Pham, D. T., Nategh, M. J., & de Sam Lazaro, A. (1989). A knowledge based jig and fixture designers' assistant. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 4(1), 26–45. <https://doi.org/10.1007/BF02601509>
- [11] Rodean, C., Beju, L. D., & Brindasu, P. D. (2017). Systemic analysis of the caulking assembly process. *MATEC Web of Conferences*, 121, 1–14. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201712103019>

Lampiran

Tabel HOQ

Title: MESIN PRESS CAULKING DAN STAKING
 Author: _____
 Date: 30 Mei 2020
 Notes: _____

