

Kajian Penambahbaikan Kaedah Pengendalian Bahan Menggunakan Konsep Karakuri di Stesen Kerja Pemasangan *Pull Cup*

(Improvement Study of Material Handling Method Using Karakuri Concept at Pull Cup Assembly Work Station)

*SHAIPUL ANUAR MOHAMED ZAINUDIN, MUHAMMAD HAFIZANI MOHAMMAD HANAPIAH
Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, Politeknik Sultan Azlan Shah, Malaysia

* Corresponding author: shaipul@psas.edu.my

ARTICLE INFO

Article History:

Received 11.08.2022

Accepted 11.10.2022

Published 22.11.2022

Abstrak

Kajian ini dijalankan untuk menambahbaik kaedah pengendalian bahan di stesen kerja pemasangan *pull cup* menggunakan konsep Karakuri. Pembaziran pergerakan dan ruang simpanan yang terhad telah dikenalpasti sebagai punca yang menyebabkan pembaziran di stesen kerja pemasangan *pull cup*. Objektif kajian ini adalah untuk mereka bentuk rak Karakuri yang digerakkan oleh daya graviti bagi menambah baik proses pengendalian bahan dan menurunkan *cycle time* di stesen kerja pemasangan *pull cup*. Rak Karakuri pada kajian ini direkabentuk menggunakan perisian CATIA. Dapatan kajian menunjukkan penggunaan rak Karakuri telah berjaya mengurangkan proses kerja daripada empat proses kerja kepada tiga proses kerja dan satu proses kerja berjaya dihapuskan. Seterusnya analisa *cycle time* pada stesen kerja ini menunjukkan penurunan sebanyak 51.9 peratus. Maka secara keseluruhannya kajian ini berjaya menambah baik proses pengendalian bahan di stesen kerja pemasangan *pull cup*. Rekabentuk rak Karakuri juga telah mengurangkan pembaziran pergerakan dan seterusnya meningkatkan produktiviti di stesen pemasangan *pull cup*.

Kata Kunci: Karakuri, pengendalian bahan, pembaziran

Abstract

This study was conducted to improve the material handling method at the pull cup assembly workstation using the Karakuri concept. Wasteful movement and limited storage space have been identified as causes of waste at pull cup assembly workstations. The objective of this study is to design a Karakuri rack that is driven by gravity to improve the material handling process and reduce the cycle time at the pull cup assembly workstation. The Karakuri rack in this study was designed using CATIA software. The findings of the study show that the use of Karakuri racks successfully reduced the work process from four work processes to three work processes and one work process was successfully eliminated. Next, the cycle time analysis on this workstation showed a decrease of 51.9 percent. So overall this study succeeded in improving the material handling process at the pull cup assembly workstation. The Karakuri rack design has also reduced motion waste and further increased productivity at the pull cup assembly station.

Keywords: Karakuri, material handling, waste.

© 2022 PKS. All rights reserved.

PENGENALAN

Pengurangan pembaziran merupakan salah satu cabaran utama yang dihadapi oleh industri pengeluaran dan pembuatan. Berdasarkan konsep *lean manufacturing*, terdapat tujuh jenis pembaziran (*waste*) di industri iaitu pengeluaran berlebihan, pergerakan, pengangkutan, inventori, menunggu, kecacatan produk, dan proses yang tidak diperlukan. Pada asasnya, Gupta, Rajesh, dan Vineet (2015) menyatakan *lean manufacturing* sebagai perancangan mengurangkan kos secara sistematik di dalam proses penghasilan produk atau pembuatan di industri. Perkara yang paling penting adalah perlu untuk industri mengenal pasti bahan dan proses yang terbaik untuk meningkatkan pendapatan dan dapat mengurangkan pembaziran didalam proses pengeluaran (Gupta et al., 2015).

Ekoran daripada tuntutan untuk terus berdaya saing pada peringkat antarabangsa telah mendorong pemain industri pembuatan untuk mengurangkan pembaziran dan meningkatkan kecekapan dalam proses pengeluaran. Modi dan Thakkar (2014) telah menegaskan adaptasi konsep, prinsip, dan teknik *lean manufacturing* dapat menyumbang kepada pencapaian visi, misi, dan nilai organisasi, seterusnya prinsip *lean manufacturing* dapat mewujudkan budaya penambahbaikan berterusan dan meningkatkan pengeluaran.

Anggrahini, Yudha, dan Sri Indriyani (2020) mendefinisikan Karakuri iaitu istilah Jepun merujuk kepada peralatan pengendalian bahan mekanikal yang bergantung sepenuhnya kepada daya gravity atau inersia untuk memindahkan bahan. Rak Karakuri yang direka bentuk dalam kajian ini telah digunakan di stesen kerja pemasangan *pull cup* di sebuah syarikat di Bukit Beruntung. Rak Karakuri ini direkabentuk untuk menjimatkan ruang penyimpanan *polybox*, pengurangan masa dan pergerakan pekerja. Kajian ini telah dilaksanakan untuk mengurangkan pembaziran dalam proses pengeluaran dengan menambahbaik kaedah pengendalian bahan (*material handling*) menggunakan konsep Karakuri.

SOROTAN KAJIAN

Pengendalian bahan merupakan pergerakan bahan pada jarak dekat yang biasanya berlaku dalam bangunan atau gudang dan atau diantara bangunan. Aliran proses pengendalian bahan boleh digambarkan sebagai proses pergerakan dan penyimpanan bahan yang hendak digunakan didalam proses pembuatan. Tujuan utama menggunakan sistem pengendalian bahan adalah untuk memastikan bahawa pada masa yang sesuai dan untuk kos yang minimum, bahan dihantar ke destinasi dalam jumlah yang betul. Pengendalian bahan yang cekap akan memastikan bahawa kos operasi, kelewatan dan kecacatan dapat dikurangkan. Seterusnya meningkatkan kecekapan, fleksibiliti, penggunaan tenaga kerja yang cekap bagi proses pengeluaran.

Menurut Mathew dan Sahu (2018), dalam proses pengeluaran, pemilihan peralatan pengendalian bahan yang betul memainkan peranan penting dalam meningkatkan keberkesanan, kecekapan proses pengeluaran, mengurangkan kos pengeluaran, mengurangkan kos operasi dan meningkatkan kadar pengeluaran. Dey (2020) turut menyatakan sistem pengendalian bahan sebagai kawalan bahan dan produk untuk projek atau pengeluaran yang digunakan dalam pelbagai peringkat bermula daripada pembuatan, penyimpanan, pengedaran, penggunaan, dan akhirnya pelupusan. Sistem pengendalian bahan menggunakan pelbagai peralatan dan kaedah sama ada secara manual, automatik atau separa automatik yang tujuannya adalah bagi memastikan pengendalian bahan yang sistematik dan selamat.

Karakuri, menurut Masin dan Riegr (2016), merujuk kepada peralatan mekanikal yang menggunakan fenomena semula jadi, terutamanya graviti serta melibatkan mekanisma mekanikal seperti cam, spring, tuas dan roler untuk melaksanakan operasi pengendalian bahan. Penggunaan Karakuri tidak melibatkan penggunaan tenaga atau penggunaan tenaga yang rendah dalam operasi pengendalian bahan. Manakala Zein, Rino, dan

Muhammad Iqbal (2018) menjelaskan Karakuri digunakan untuk mempermudah operasi dan menambah produktivi dan tujuannya adalah untuk mengautomatisasikan operasi dan kos sistem automasinya adalah rendah. Ia juga merupakan sebahagian aplikasi *lean manufacturing* yang menyokong operasi pengeluaran.

Pengubahsuaian peralatan pengendalian bahan dan penggunaan Karakuri dapat meningkatkan kapasiti pengeluaran saterusnya menurunkan *cycle time* bagi proses pengeluaran di PT Mitsuba Indonesia (Nugroho, Muhammad Rienaldy, & Timotius Anggit, 2021). Selain itu, kakuri dapat mengurangkan pembaziran dalam bentuk tenaga kerja dan masa untuk pengendalian bahan (Anggrahini et al., 2020). Karakuri juga mempunyai beberapa kelebihan berbanding peralatan lain, antara kelebihannya adalah kadar penyelenggaraan yang rendah dan kos operasi yang rendah berbanding peralatan yang menggunakan tenaga elektrik.

PENYATAAN MASALAH

Masalah utama berkaitan pengendalian bahan di stesen kerja pemasangan *pull cup* ialah pekerja pengeluaran perlu mengangkat dan memindahkan *polybox* dari kawasan penyimpanan ke stesen pemasangan *pull cup*. Keadaan saiz *polybox* yang besar (515 x 399 x 460 mm) dan berat 3.4 kg juga menyukarkan pekerja untuk mengangkat dan memindahkan *polybox* tersebut. Rajah 1 menunjukkan pekerja menolak *polybox* dari kawasan penyimpanan untuk dihantar ke stesen kerja pemasangan *pull cup*.



Rajah 1. Proses memindahkan *polybox*

Pekerja pengeluaran juga perlu mencari *poly box* mengikut model *pull cup* yang hendak dipasang di stesen kerja pemasangan *pull cup*. Selain itu, *polybox* yang disusun secara bertingkat berhampiran stesen kerja pemasangan *pull cup* boleh mendatangkan bahaya kepada pekerja semasa proses pengendalian *polybox*. Susunan *polybox* secara bertingkat atau bertindih juga boleh menyebabkan kerosakan pada kotak dan *child part* didalamnya. Rajah 2 menunjukkan susunan *polybox* berhampiran stesen kerja pemasangan *pull cup*.

Masalah seterusnya adalah penyimpanan kotak *polybox* berhampiran stesen kerja pemasangan *pull cup* menyebabkan ruang kerja menjadi sempit dan menyukarkan pekerja mengendalikan *polybox* berkenaan, seterusnya mendatangkan ketidakselesaan kepada pekerja semasa proses pemasangan *pull cup*. Berdasarkan masalah-masalah yang telah dinyatakan diatas, proses pengendalian bahan di stesen kerja pemasangan *pull cup* menyebabkan berlakunya pembaziran (*waste*). Jenis pembaziran yang dikenal pasti adalah pembaziran pergerakan (*movement*) dan pengangkutan (*transport*). Pembaziran ini seterusnya menyebabkan proses pemasangan *pull cup* menjadi lambat dan

meningkatkan cycle time. Karakuri ialah kaedah pengendalian bahan yang berkesan yang dicadangkan untuk menyelesaikan permasalahan yang dinyatakan diatas.



Rajah 2. Susunan *polybox* secara bertindih

OBJEKTIF KAJIAN

Secara spesifik, objektif kajian ini adalah

1. Mereka bentuk rak Karakuri bagi menambah baik proses pengendalian bahan di stesen kerja pemasangan *pull cup*.
2. Menganalisis *cycle time* bagi proses kerja pemasangan *pull cup*.

METODOLOGI KAJIAN

Pendekatan yang digunakan didalam kajian ini adalah CDIO iaitu *conceive, design, implement, dan operate*. Menurut Kulkarni et al. (2020), rangka kerja CDIO menyediakan pembelajaran bersepadu untuk membangunkan kemahiran teknikal pelajar dan pada masa yang sama membangunkan kemahiran *softskil* pelajar. CDIO juga mendedahkan pelajar kepada persekitaran kerja yang digunakan di industri dan pendekatan CDIO dapat menyelesaikan sesuatu masalah kejuruteraan dengan menyelidik pucunya, merancang kaedah penyelesaian, mengaplikasi dan menggunakan aplikasi tersebut dalam keadaan sebenar

MEMAHAMI (CONCEIVE)

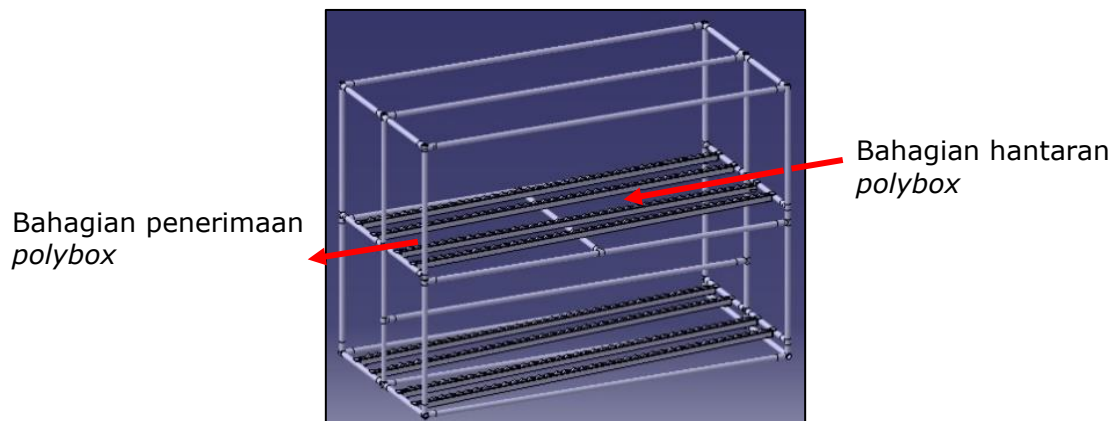
Memahami adalah pendekatan untuk memahami dan mengenalpasti punca permasalahan yang ada pada kajian yang sedang dilakukan. Pemerhatian dan pengumpulan data dilakukan terhadap proses kerja yang dilakukan oleh pekerja pengeluaran dan empat pekerja pengeluaran telah dijadikan sampel bagi kajian ini. Proses ini dikenali sebagai *Gemba Walk*, di mana menurut Romero et al. (2020), tujuan *Gemba Walk* adalah untuk menambah baik cara kerja dan dilakukan dengan melihat secara langsung dan mendapatkan input daripada mereka yang melakukan kerja tersebut.

Dalam kajian ini, masalah yang dikenal pasti di stesen kerja pemasangan *pull cup* adalah pada proses pengendalian bahan dan tempat penyimpanan *polybox*. Ini adalah kerana tiada mekanisme pengendalian yang sesuai untuk memindahkan *polybox* dari tempat simpanan ke stesen kerja pemasangan *pull cup*. Ruang disekitar stesen kerja ini juga terhad dan mekanisme yang berkesan perlu untuk menyimpan *polybox* bagi kegunaan

semasa proses pemasangan *pull cup*. Maka berdasarkan permasalahan ini, rak Karakuri dicadangkan sebagai penyelesaian untuk masalah yang wujud.

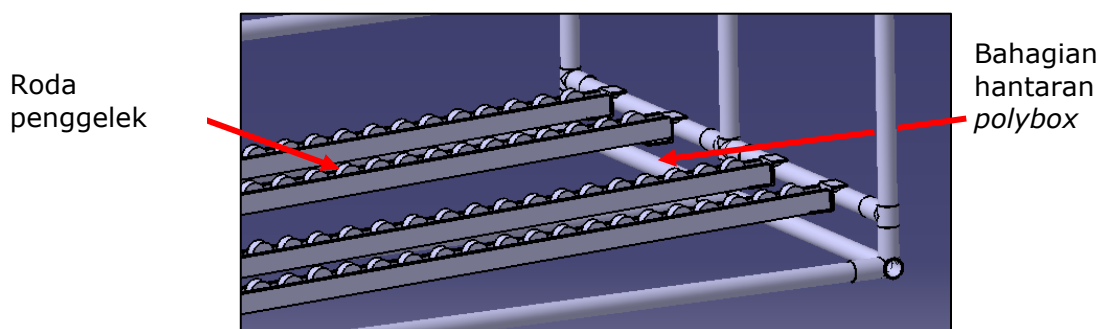
REKA BENTUK (DESIGN)

Bagi kajian ini data berkaitan reka bentuk rak Karakuri yang hendak dibina adalah berdasarkan luas ruang persekitaran stesen kerja, luas ruang penyimpanan *polybox* dan saiz *polybox* yang menyimpan *child part* untuk pemasangan *pull cup*. Selain itu rekabentuk rak Karakuri juga mengambil kira jumlah *polybox* yang disimpan di stesen kerja semasa proses pemasangan *pull cup*. Data dan maklumat ini penting bagi mereka bentuk rak Karakuri yang dapat menyimpan bilangan *polybox* yang maksima dan saiz rak Karakuri yang bersesuaian dengan luas persekitaran stesen kerja pemasangan *pull cup*. Perisian Catia digunakan untuk mereka bentuk rak Karakuri dan Rajah 3, menunjukkan rekabentuk rak Karakuri bagi kajian ini.



Rajah 3. Rak Karakuri

Rak Karakuri yang direka bentuk boleh memuatkan 16 buah *polybox*, dimana ia direka bentuk secara bertingkat dengan setiap tingkat mempunyai dua petak (*compartment*) dan setiap petak boleh memuatkan 4 buah *polybox*. Rak Karakuri ini dilengkapi dengan penghantar jenis roda penggelek bagi memudahkan pergerakan *polybox* menggunakan daya graviti. Sudut kecondongan penggelek adalah 3.08 darjah dan saiz keseluruhan rak ini adalah 2.23 meter lebar, 1.1 meter luas dan 1.46 meter tinggi. Rajah 4 menunjukkan penghantar jenis penggelek yang direka bentuk untuk kajian ini.



Rajah 4. Penghantar jenis roda penggelek

MELAKSANA (IMPLEMENT)

Melaksana (*Implement*) bermaksud mentranformasi reka bentuk yang telah dilaksanakan menggunakan perisian CATIA menjadi rak Karakuri yang sebenar. Rak Karakuri yang telah dibina diletakkan di stesen kerja pemasangan *pull cup* bagi digunakan untuk proses pemasangan dan pengeluaran *pull cup*. Rajah 5 menunjukkan rak Karakuri yang telah siap dan digunakan di stesen kerja pemasangan *pull cup*.



Rajah 5: Rak Karakuri

MENGGUNAKAN (*OPERATE*)

Pada fasa ini, analisis dilakukan untuk menilai pengoperasian rak Karakuri berdasarkan objektif yang ditetapkan. Permerhatian dan data berkaitan keberkesanan pengendalian bahan serta *cycle time* direkodkan untuk membuat analisis dapatan dari kajian ini.

DAPATAN KAJIAN

ANALISIS PENGENDALIAN BAHAN

Analisis penambahbaikan pengendalian bahan sebelum dan selepas pelaksanaan rak Karakuri memberi impak kepada pengurangan pembaziran di stesen kerja pemasangan *pull cup*. Pertama adalah kaedah penyimpanan *polybox* yang mengandungi chil part untuk pemasangan *pull cup*. Rajah 6 menunjukkan kaedah *polybox* disusun secara bertindih dan tidak teratur menyebabkan kesukaran pekerja pengeluaran untuk mengambil dan memindahkan *polybox* ke stesen kerja pemasangan *pull cup*.



Rajah 6. Susunan *polybox* sebelum penggunaan rak Karakuri

Manakala Rajah 7 menunjukkan *polybox* diletak mengikut model diatas rak Karakuri. Ini memudahkan pekerja mengangkat dan memindahkan *polybox* dengan mengambilnya sahaja pada bahagian penerimaan rak Karakuri.



Rajah 7. Susunan *polybox* selepas penggunaan rak Karakuri

Impak yang kedua, pekerja pengeluaran tidak lagi perlu mencari *polybox* mengikut model *pull cup* yang hendak dipasang dari tempat penyimpanan. Ini adalah kerana setiap model *pull cup* telah dilabelkan pada rak Karakuri dan pekerja hanya perlu merujuk kepada label tersebut. Rajah 8, menunjukkan perlabelan model *pull cup* pada rak Karakuri.



Rajah 8. Perlabelan jenis model *pull cup*

Impak yang ketiga, jarak diantara tempat simpanan *polybox* dan stesen kerja dapat dikurangkan dengan penggunaan rak Karakuri. Keadaan ini dapat mengurangkan pembaziran pergerakan didalam pengendalian bahan di stesen kerja pemasangan *pull cup*. Dapatan ini ditunjukkan pada analisis cycle time.

Impak yang keempat, rak Karakuri bukan sahaja memudahkan pekerja pengeluaran di stesen kerja pemasangan *pull cup* untuk mengendalikan *polybox*. Ianya juga memudahkan pekerja logistik, dimana pekerja logistik hanya perlu meletakkan *polybox* diatas rak Karakuri mengikut label yang ditetapkan pada rak Karakuri.

ANALISIS CYCLE TIME

Pengumpulan data *cycle time* diambil untuk empat orang pekerja yang bekerja di stesen kerja pemasangan *pull cup* pada syif pagi diantara 8.00 pagi hingga 6.00 petang selama seminggu. Sebelum penggunaan rak Karakuri, empat proses kerja yang dilakukan oleh pekerja pengeluaran di stesen kerja pemasangan *pull cup*. Proses yang pertama berjalan ke tempat penyimpanan *polybox*, Proses kedua mencari *polybox* mengikut model *pull cup*, proses ketiga memindahkan *polybox* ke stesen kerja dan proses ke empat berdiri kembali di stesen kerja. Penggunaan rak Karakuri dapat mengurangkan proses kerja daripada empat proses kerja kepada tiga proses kerja di mana proses kerja kedua iaitu mencari *polybox* mengikut model berjaya dihapuskan dalam proses pengendalian bahan di stesen kerja pemasangan *pull cup*.

Berdasarkan jadual 1, jumlah purata *cycle time* sebelum penggunaan rak Karakuri adalah 22.66 saat, manakala selepas adalah 10.9 saat. Ini memberikan penurunan *cycle time* bagi proses pengendalian bahan di stesen kerja pemasangan *pull cup* adalah sebanyak 11.76 saat atau 51.9 %. Hasil dapatan kajian ini menunjukkan bahawa rekabentuk dan penggunaan rak Karakuri di stesen kerja pemasangan *pull cup* telah mengurangkan pembaziran dan menurunkan *cycle time* dalam proses kerja pemasangan *pull cup*.

Jadual 1. Purata *cycle time* proses pengendalian bahan di stesen kerja pemasangan *pull cup*

Proses kerja	Proses kerja 1 (saat)	Proses kerja 2 (saat)	Proses kerja 3 (saat)	Proses kerja 4 (saat)	Jumlah (saat)
Sebelum	5.47	4.49	9.20	3.50	22.66
Selepas	2.97	0	5.0	2.93	10.9
Peratus pengurangan <i>cycle time</i>					11.76 (51.9 %)

KESIMPULAN

Berdasarkan dapatan kajian, reka bentuk rak Karakuri telah dapat mengurangkan pembaziran dalam proses pengendalian bahan di stesen kerja pemasangan *pull cup* iaitu pembaziran pergerakan dan pengangkutan. Ini dibuktikan dengan penggunaan rak Karakuri dapat mengurangkan proses kerja di stesen kerja pemasangan *pull cup* dari empat proses kerja kepada tiga proses kerja. Seterusnya penggunaan rak Karakuri juga menunjukkan penurunan *cycle time* sebanyak 51.9 peratus. Secara keseluruhan, kajian ini mencapainya objektif yang ditetapkan dan berjaya menambah baik proses pengendalian bahan di stesen kerja pemasangan *pull cup*. Rekabentuk rak Karakuri juga telah mengurangkan pembaziran dan seterusnya meningkatkan produktiviti di stesen pemasangan *pull cup*.

RUJUKAN

- Anggrahini, Dewanti, Yudha Prasetyawan, & Sri Indriyani Diartiwi. (2020). Increasing production efficiency using the Karakuri principle: A case study in a small and medium enterprise. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 852, 1-6.
- Dey, Anup Kumar. (2020). Material handling systems in construction. Retrieved from <https://www.printfriendly.com/p/q/itkMeY>
- Gupta, Vikas., Rajesh. Bansal, & Vineet. Goel. (2015). Lean manufacturing: A review. *International Journal of Science Technology & Management*, 3(2), 176–80.
- Kulkarni, Sushma, Sachin Patil, & Rajendra Pawar. (2020). Adoption of the conceive-design-implement-operate approach to the third-year project in a team-based design-build environment. *Procedia Computer Science*, 172, 559–67.

- Masin, I., & Tomas, R. (2016). Dynamic characteristics of the Karakuri transport trolley. *34(2)*, 398–403.
- Mathew, M., & Sagar, S. (2018). Comparison of new multi-criteria decision-making methods for material handling equipment selection. *Management Science Letters*, *8(3)*, 139.
- Modi, D. B., & Hemant, T. (2014). Lean thinking : Reduction of waste, lead time and cost through lean manufacturing tools and techniques. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, *4(3)*, 339–344.
- Nugroho, Wahyu Isti, Muhammad Rienaldy Karuana, & Timotius Anggit Kristiawan. (2021). Penambahan alat bantu pemindah produk menggunakan pneumatik dan Karakuri pada mesin cup lower pump wire press PT. Mitsuba Indonesia. *Jurnal Rekayasa Mesin*, *16(1)*, 56.
- Romero, David, Paolo Gaiardelli, Thorsten Wuest, Daryl Powell, & Matthias Thurer. (2020). *New forms of gemba walks and their digital tools in the digital lean manufacturing world*. IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2020 Novi Sad, Serbia, August 30 – September 3, 2020 Proceedings, Part II.
- Zein, Muhammad Reza, Rino Andias Nugraha, & Muhammad Iqbal. (2018). Perancangan produk rasional material handling equipment pada proses manual palletting galon air mineral untuk mengurangi beban kerja. *E-Proceeding of Engineering*, *5(3)*, 6809–6819.