

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Penelitian ini menggunakan kombinasi antara metode *lean* dan *inspection plan* yang digunakan pada proses inspeksi di area CMM. *Lean* berfokus terhadap aktivitas operator dan *inspection plan* berfokus pada programmer dengan menggunakan 5 prinsip *lean*. Dari hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil implementasi penerapan *lean manufacturing* dan *inspection plan* yang dilakukan di area CMM dapat dibuktikan bahwa penerapan *lean manufacturing* dan *inspection plan* dapat mengurangi pemborosan dan meningkatkan *utilization* dari mesin dan operator. Hasil pemetaan awal dengan menggunakan *Current State Mapping* menunjukkan operator hanya melakukan aktivitas pada saat mesin tidak sedang beroperasi dan mesin harus melakukan menunggu operator melakukan *setup*. Akar penyebab permasalahan berdasarkan *fishbone* dan *5whys* adalah aktivitas operator yang kurang efektif dan efisien pada saat proses *inspection*. Penyebab terjadinya pemborosan karena operator tidak mengetahui lokasi pada saat melakukan *setup* dan variasi yang tinggi dari *part* yang akan diinspeksi. Hal tersebut menyebabkan *utilization* dari operator dan mesin menjadi rendah. SMED digunakan untuk memperbaiki aktivitas operator pada saat melakukan *setup* dan *setting part* pada saat mesin sedang beroperasi. *Inspection planning* digunakan untuk membantu operator melakukan *setup* pada saat mesin sedang beroperasi. Informasi yang dibutuhkan adalah posisi dari *part* seperti pada Gambar 4.24 yang digunakan operator untuk melakukan *setup part* dimeja CMM. Dokumen *inspection planning* tersebut membantu operator untuk melakukan *change over part* pada saat mesin sedang beroperasi dengan memberikan informasi posisi dari *part*.

Operator tidak perlu menunggu mesin selesai beroperasi dan mesin tidak menunggu operator melakukan *setup part*. Informasi yang terdapat pada *inspection plan* tersebut adalah posisi *part* pada saat diukur, *alignment* manual yang harus dilakukan oleh operator dan tahapan pengukuran. *Setting part* pada saat mesin sedang beroperasi digunakan untuk mengoptimalkan mesin dengan ukuran besar (6 meter x 2,5 meter x 2 meter) dan untuk menyelesaikan permasalahan variasi *part*.

Peningkatan *utilization* dilakukan dengan menggabungkan proses inspeksi di meja CMM dengan ketentuan 1 *part complex*, 2 *part medium* dan 3 *part small*. *Future State Mapping* pada lampiran E, operator dapat melakukan aktivitas yang lain seperti *preparation*, *setup* dan *post inspection* pada saat mesin sedang beroperasi.

2. Setelah penerapan *lean manufacturing* dan *inspection plan* sesuai tahapan yang sudah direncanakan diperoleh perbaikan *utilization* dari operator dan mesin CMM dapat meningkat menjadi 84% untuk operator dan untuk mesin menjadi 81% yang pada awal mempunyai *utilization* kurang dari 60%. Total *cycle time* (1 *part complex*, 2 *part medium* dan 3 *part small*) pada saat sebelum dilakukan perbaikan 1243 menit, total *idle time* dari mesin 536 menit dan *waiting time* operator 520 menit. Setelah melakukan *improvement* total waktu *cycle time* menjadi 832 menit, total *idle time* menjadi 130 menit dan total *waiting time* dari operator menjadi 159 menit.

6.2 Saran

Setup mesin merupakan salah satu faktor yang menyebabkan tinggi waktu pengukuran di area CMM. Penelitian ini menggunakan *tool SMED* dan *inspection plan* untuk *improvement* yang dilakukan. Namun belum terdapat *improvement* yang dilakukan dengan menggunakan alat bantu *setup* untuk membantu untuk mengurangi waktu *setup part* dan pengukuran secara *sampling* untuk mempercepat proses pengukuran. Oleh karena itu, untuk memastikan efektivitas dari perbaikan dan pencapaian nilai efisiensi yang diperoleh dari penelitian ini, alat bantu *setup* perlu dibuat dengan mempertimbangkan hal-hal yang sudah dijelaskan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, G. et al., (2005). Integrating Design and Production Planning with Knowledge-Based Inspection Planning System. *The Arabian Journal for Science and Engineering*, 30, 245-260.
- Ahmad, R., & Soberi, M. (2018, 1). Change over process improvement based on modified SMED method and other process improvement tools application: an improvement project of 5-axis CNC machine operation in advanced composite manufacturing industry. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(1-4), 433-450.
- Al-Araidah, et al., (2010). Lead-Time Reduction Utilizing Lean Tools Applied to Healthcare: The Inpatient Pharmacy at a Local Hospital. *Journal for Healthcare Quality*, 59-66.
- Almomani, M. et al., (2013). A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques. *Computers and Industrial Engineering*, 66(2), 461-469.
- Arslankaya, S., & Atay, H. (2015, 10). Maintenance Management and Lean Manufacturing Practices in a Firm Which Produces Dairy Products. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 207, 214-224.
- Beg, J., & Shunmugam, M. (2002). An Object Oriented Planner for Inspection of Prismatic Parts-OOPIPP. *Int J Adv Manuf Technol*, 19, 905-916.
- Braglia, M., Carmignani, G., & Zammori, F. (2006, 9). A new value stream mapping approach for complex production systems. *International Journal of Production Research*, 44(18-19), 3929-3952.
- Braglia, M., Frosolini, M., & Gallo, M. (2017, 5). SMED enhanced with 5-Whys Analysis to improve set-up-reduction programs: the SWAN approach. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 90(5-8), 1845-1855.
- Cheng, C., & Chang, P. (2012). Implementation of the Lean Six Sigma framework in non-profit organisations: A case study. *Total Quality Management and Business Excellence*, 23(3-4), 431-447.
- Cherrafi, et al., (2016, 12). The integration of lean manufacturing, Six Sigma and sustainability: A literature review and future research directions for developing a specific model. *Journal of Cleaner Production*, 139, 828-846.
- Chiarini, A. (2014, 12). Sustainable manufacturing-greening processes using specific Lean Production tools: An empirical observation from European motorcycle component manufacturers. *Journal of Cleaner Production*, 85, 226-233.
- Das, B., Venkatadri, U., & Pandey, P. (2014, 3). Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 71(1-4), 307-323.
- Fan, K.-C., & Leut, M. (1998). Intelligent planning of CAD-directed inspection for coordinate measuring machines. *ELSEVIER*, 43-51.
- Filip, F., & Marascu-Klein, V. (2015, 11). The 5S lean method as a tool of industrial management performances. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 95(1), 1-6.

- Hill, J. et al., (2018, 1). The implementation of a Lean Six Sigma framework to enhance operational performance in an MRO facility. *Production and Manufacturing Research*, 6(1), 26-48.
- Hodge, G. et al., (2011, 4). Adapting lean manufacturing principles to the textile industry. *Production Planning and Control*, 22(3), 237-247.
- Hwang, C., Tsai, C., & Chang, C. (2004). Efficient inspection planning for coordinate measuring machines. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 23(9-10), 732-742.
- InnovMetric Software Inc. (2017). *Essentials polyworks inspector*. Canada: PolyWorks.
- Jasti, N., & Sharma, A. (2015, 1). Lean manufacturing implementation using value stream mapping as a tool a case study from auto components industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(1), 89-116.
- Kamrani, A. et al., (2015, 2). Feature-based design approach for integrated CAD and computer-aided inspection planning. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 76(9-12), 2159-2183.
- Karim, A., & Arif-Uz-Zaman, K. (2013, 2). A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. *Business Process Management Journal*, 19(1), 169-196.
- Kennedy, I., Plunkett, A., & Haider, J. (2013). Implementation of lean principles in a food manufacturing company. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 7, 1579-1590.
- Martínez-Pellitero. et al., (2015, 10). KBE rules oriented to resources management in coordinates inspection by contact. *Journal of Manufacturing Systems*, 37, 149-163.
- Mohan Prasad, M. et al., (2020). A framework for lean manufacturing implementation in Indian textile industry. *Materials Today: Proceedings*, 33, 2986-2995.
- Nallusamy, S., & Adil Ahamed, M. (2017). Implementation of lean tools in an automotive industry for productivity enhancement - A case study. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 29, 175-185.
- Nikam, R. (2018). Coordinate Measuring Machine (CMM). *International Journal of Mechanical and Industrial Technology*, 6, 13-19.
- Obeidat, M., Al-Aomar, R., & Pei, Z. (2014). Lean manufacturing implementation in the sewing industry. *Journal of Enterprise Transformation*, 4(2), 151-171.
- Randhawa, J., & Ahuja, I. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(3), 334-361.
- Salah, S., Rahim, A., & Carretero, J. (2010, 1). The integration of Six Sigma and lean management. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(3), 249-274.
- Seth, D., & Gupta, V. (2005, 1). Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: An Indian case study. *Production Planning and Control*, 16(1), 44-59.
- Shou, W., Wang, J., Wu, P., Wang, X., & Chong, H. (2017, 7). A cross-sector review on the use of value stream mapping. *International Journal of Production Research*, 55(13), 3906-3928.

- Tarun, K. V., & Niraj , G. (2021). A Case Study of Manpower Productivity Improvement in Moulding Section of Automotive Industry by Using Man Machine Chart. *springer*, 159-166.
- Thomas, A. et al., (2016, 6). Implementing Lean Six Sigma to overcome the production challenges in an aerospace company. *Production Planning and Control*, 27(7-8), 591-603.
- Venkataraman, K. et al., (2014). Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process. *Procedia Materials Science*, 6, 1187-1196.
- Wang, R. (2006). CMM sequence optimisation with collision detection. *Int. J. Computer Applications in Technology*, 26(2), 65-74.