

## BAB 5

### KESIMPULAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana hubungan kausalitas antara robotisasi (penggunaan robot) dengan tenaga kerja, produktivitas tenaga kerja dan output di industri 4.0 pada sektor manufaktur Jepang dan dibandingkan dengan skala Nasional Jepang yang dianalisis dari tahun 2004 sampai dengan 2019 serta melihat pelajaran apa yang bisa didapatkan Indonesia dalam menghadapi industri 4.0. Hasil dari penelitian tersebut adalah:

1. Adanya hubungan satu arah (*unidirectional causality*) antara robotisasi terhadap tenaga kerja baik untuk skala manufaktur dan skala nasional Jepang. Pada uji VAR, robotisasi tahun sebelumnya memengaruhi tenaga kerja saat ini secara positif baik untuk skala manufaktur dan skala nasional Jepang. Robotisasi sebagai bentuk perkembangan industri 4.0 memperluas lapangan kerja dan industri baru yang dapat menambah jumlah tenaga kerja.
2. Adanya hubungan satu arah (*unidirectional causality*) antara robotisasi terhadap produktivitas tenaga kerja untuk skala Manufaktur Jepang. Pada uji VAR skala Manufaktur Jepang menunjukkan bahwa robotisasi memengaruhi produktivitas tenaga kerja manufaktur secara negatif. Kurangnya tenaga kerja muda di sektor Manufaktur Jepang dan didominasi oleh pekerja dengan usia yang lebih tua menurunkan tingkat produktivitas tenaga kerja dalam penggunaan robot sebagai suatu hal yang baru. Sedangkan pada skala Nasional Jepang hasil uji granger causality dan uji VAR menunjukkan tidak adanya hubungan antara robotisasi terhadap produktivitas tenaga kerja ataupun sebaliknya. Perkembangan teknologi dan otomatisasi menciptakan jenis pekerjaan baru yang membutuhkan kreativitas yang tinggi dan tidak bisa digantikan oleh robot pada skala Nasional Jepang.
3. Adanya hubungan satu arah (*unidirectional causality*) antara robotisasi terhadap output baik untuk skala Manufaktur ataupun Nasional Jepang. Pada uji VAR skala Manufaktur Jepang menunjukkan bahwa robotisasi memengaruhi output manufaktur secara negatif. Sektor manufaktur masih memerlukan produktivitas tenaga kerja yang tinggi dalam bekerja bersama robot, namun permasalahan Jepang yakni kurangnya tenaga kerja muda membuat kehadiran *robotisasi* berpengaruh negatif terhadap produktivitas tenaga kerja yang membuat output pun menjadi negatif. Sementara tabel VAR skala Nasional Jepang menunjukkan bahwa robotisasi berpengaruh terhadap output secara positif. Penggunaan robot

secara masif di Jepang sudah dilakukan tidak hanya di sektor manufaktur, melainkan di berbagai sektor seperti sektor logistic, perawatan, perawatan lansia sampai dengan pertanian yang membuat output Nasional Jepang meningkat.

Beberapa hal dapat Indonesia pelajari dalam menghadapi industri 4.0 dari Negara Jepang untuk menghadapi Industri 4.0 yaitu perlunya peningkatan investasi dalam pendidikan atau skill sumber daya manusia dalam hal teknologi untuk meningkatkan produktivitas keterampilannya agar memahami teknologi yang ada pada industri 4.0 dan siap menghadapi jenis pekerjaan baru, mengingat Indonesia sedang menghadapi bonus demografi. Sementara itu pemerintah juga perlu memfasilitasi tempat inkubasi bisnis untuk mengembangkan inovasi teknologi serta diperlukan kebijakan pemerintah untuk memfasilitasi industri agar dapat menggunakan teknologi yang ada pada industri 4.0 dalam proses produksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, K., Kiftiah, M., & Sulistianingsih, E. (2017). Penerapan teori solow swan pada pertumbuhan ekonomi. *Buletin ilmiah mat.stat. dan terapannya (Bimaster)*, 5(1), 39-44.
- Aritonang, S., & Junaha, R. (2020). *Konsep Industri 4.0 Analisis Teknologi dan Penerapan di Industri dan Operasi Militer*. Bogor: Qualitybooks.
- Atkinson, R. D. (2019, 10 15). *Information Technology and Innovation Foundation*. Retrieved from Robotics and the Future of Production and Work: <https://itif.org/publications/2019/10/15/robotics-and-future-production-and-work>
- Atkinson, R. D. (2019, 10 15). *Robotics and the future of production and work*. Retrieved from Information technology and innovation foundation: <https://itif.org/publications/2019/10/15/robotics-and-future-production-and-work>
- Bogataj, D., Battini, D., Calzavara, M., & Persona, A. (2019). The Response Latency in Global Production and Logistics: A Trade-off Between Robotization and Globalization of a Chain. *25th International Conference on Production Research Manufacturing Innovation: Cyber Physical Manufacturing* (pp. 1428-1437). Chicago, Illinois (USA): Procedia Manufacturing.
- Bonilla, S. H. (2018). Industry 4.0 and sustainability implications: a scenario-based analysis of the impacts and challenges. *Sustainability, Vol. 10 No. 10*, 3740.
- Daisuke, A., Daiji, K., & Umeno, S. Y. (2020). Robots and Employment: Evidence from Japan, 1978-2017. *RIETI Discussion Paper Series 20-E-051*, 7-11.
- Daisuke, A., Daiji, K., & Yukiko, S. (2021, 02 22). *Robots and employment: Evidence from Japan, 1978-2017*. Retrieved from Research Institute of Economy, Trade and Industry: [https://www.rieti.go.jp/en/columns/v01\\_0153.html](https://www.rieti.go.jp/en/columns/v01_0153.html)
- Damioli, G., Roy, V. V., & Vertesy, D. (2021). The Impact of Artificial Intelligence on Labor Productivity. *Eurasian Business Review Vol. 11, 11(1)*, 7-10.
- daon001. (2019, 02 19). *Apa itu Industri 4.0 dan bagaimana Indonesia menyongsongnya*. Retrieved from Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia: [https://kominfo.go.id/content/detail/16505/apa-itu-industri-40-dan-bagaimana-indonesia-menyongsongnya/0/sorotan\\_media](https://kominfo.go.id/content/detail/16505/apa-itu-industri-40-dan-bagaimana-indonesia-menyongsongnya/0/sorotan_media)
- Deloitte. (2014). *Global Human Capital Trends 2014*. Deloitte: Deloitte Consulting LLP.
- Dr. A. Kadim, S. A. (2010). *Penerapan Manajemen Produksi & Operasi di Industri Manufaktur*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Drylie, S. (2020). Professional Scholarship from 1893 to 2020 on Adam Smith's Views on School Funding: A Heterodox Examination. *Econ Journal Watch 17(2)*, 352-357.
- Edward, S. (1998). Openness, productivity, and growth : what do we really know? *The economic journal, 108(447)*, 383-298.
- Ellitan, L. (2005). Adopsi teknologi dan fleksibilitas manufaktur: peran sumber daya sebagai moderator. *Jurnal Manajemen Maranatha, 5(2)*, 3-4.
- Forum, W. E. (2018). *The Future of Jobs Report 2018*. Switzerland: WEF.
- Fujiwara, H. (2018, 12 17). *Why japan leads industrial robot production*. Retrieved from International federation of robotics: <https://ifr.org/post/why-japan-leads-industrial-robot-production>
- Fujiwara, H. (2018, 12 17). *Why Japan Leads Industrial Robot Production*. Retrieved from IFR: <https://ifr.org/post/why-japan-leads-industrial-robot-production>
- Gianelle, C., Guzzo, F., & Mieszkowski, K. (2019). *Smart Specialisation: what gets lost in translation from concept to practice?* European Union: Informa UK .

- Go, T., Wahab, D., & Hishamuddin, H. (2015). Multiple generation life-cycles for product sustainability: the way forward. *Journal of Cleaner Production*, 95(1), 16-29.
- Graetz, G. (2015, 05 18). *How much do robots affect jobs and productivity*. Retrieved from World Economic Forum: <https://www.weforum.org/agenda/2015/03/how-much-do-robots-affect-jobs-and-productivity/>
- Graetz, G., & Michael, G. (2015). Robots at Work. *IZA Discussion Paper No. 8938*, 11-13.
- Graetz, G., & Michaels, G. (2005, 03). *CEP Discussion Paper No 1335*. Retrieved from Center for Economic: <https://cep.lse.ac.uk/pubs/download/dp1335.pdf>
- Graetz, G., & Michaels, G. (2015). Robots at Work. *IZA*, 1(8938), 2-21.
- Guban, M., & Kovacs, G. (2017). Industry 4.0 Conception. *Acta Technical Corviniensis- Bulletin of Engineering*, 1-5.
- Hasibuan, S. M. (2005). *Manajemen sumber daya manusia*. Jakarta: Bumi aksara.
- IFR. (2017). The Impact of Robots on Productivity, Employment and Jobs. A *Positioning paper by the International Federation of Robotics*, 2.
- IFR. (2020). *Chapter 1 reviews definitions and classifications of industrial robots and service robots*. Retrieved from International Federation Robotics: [https://ifr.org/img/worldrobotics/WR\\_Industrial\\_Robots\\_2020\\_Chapter\\_1.pdf](https://ifr.org/img/worldrobotics/WR_Industrial_Robots_2020_Chapter_1.pdf)
- Indicator description labor productivity*. (n.d.). Retrieved from International labour organization: <https://ilostat.ilo.org/resources/concepts-and-definitions/description-labour-productivity/>
- International Finance. (2021, April 1). *Japan's Robot are Conquering the World*. Retrieved from International Finance: <https://internationalfinance.com/japans-robots-are-conquering-the-world/>
- International Labor Organization. (2012). *What is Forced Labour Modern Slavery and Human Trafficking*. Retrieved from International Labor Organization: <https://www.ilo.org/global/topics/forced-labour/definition/lang--en/index.htm>
- ISO. (2012). *Robotics-Vocabulary*. Retrieved from International Organization for Standardization: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8373:ed-3:v1:en>
- Johannessen, J. A. (2018). *Automation, Innovation, and Economic Crisis Surviving the Fourth Industrian Revolution*. Routledge.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0. *Securing the future of german manufacturing industry final report f industrie 4.0 working group*, 19-25.
- Kamble, S. S., A.Gunasekaran, & Gawankar, S. (2018). Sustainable industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current leads and future perspective. *Process safety and environmental protection*, Vol 117, 1(1), 408-425.
- Kashni, T., & Singh, N. K. (2021). Industri 4.0 Impact on Indian Industrial Workforce. *Academy of Marketing Studies Journal*, 8(1), 1-9.
- Katarina rojko, Erman, N., & Jelovac, D. (2020). Impacts of the transformation to industry 4.0 in the manufacturing sector: the case of the U.S. *Sciendo*, 53(4), 288-290.
- Kawasaki Heavy Industries, L. (1968-2018, 06 2018). *Half a Century of Kawasaki Robotics*. Retrieved from Kawasaki Robotics: [https://robotics.kawasaki.com/userAssets1/files/en/Half\\_a\\_century\\_of\\_Kawasaki\\_Robotics\\_EN.pdf](https://robotics.kawasaki.com/userAssets1/files/en/Half_a_century_of_Kawasaki_Robotics_EN.pdf)
- Kemenperin. (2018, Maret 20). *Making Indonesia 4.0: Strategi RI Masuk Revolusi Industri Ke-4*. Retrieved from Kementrian Perindustrian Republik Indonesia: <https://kemenperin.go.id/artikel/18967/Making-Indonesia-4.0:-Strategi-RI-Masuki-Revolusi-Industri-Ke-4>

- Kemenperin. (2020, Januari 20). *Hadiri WEF 2020, Menteri AGK Siap Beberkan Strategi RI Masukin Industri 4.0*. Retrieved from Kementrian Perindustrian Republik Indonesia: <https://kemenperin.go.id/artikel/21411/Hadiri-WEF-2020,-Menteri-AGK-Siap-Beberkan-Strategi-RI-Masuki-Industri-4.0>
- Knight, M., Loayza, N., & Villanueva, D. (1993). Testing the neoclassical theory of economic growth. *International monetary fund*, 40(3), 513-516.
- Koutsoyiannis, A. (1979). *Theory of production*. London: Palgrave.
- Krivosheev, G. F., Koczan, Z., & P, T. (2018). *A Cohort-Based Analysis of Labour Force Participation for Advanced Economies*. Washington, DC.: International Monetary Fund.
- Krugman, P. (1994). *The age of diminished expectations* (Vol. 3). New york.
- Kusiak, A. (2018). Smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, Vol. 56 Nos 1-2, 508-517.
- Lima, P. (2017). Autonomous mobile robotics. *a system perspective*, CRS press, 3(1), 4-8.
- Mankiw, N. G. (2007). *Principle of Economics Fourth Edition* (4 ed.). Cengage Learning.
- Masayuki, M. (2019, 05 13). *Japan's Low Labor Productivity: The gap with the U.S. and complex causes*. Retrieved from Rieti: <https://www.rieti.go.jp/en/papers/contribution/morikawa/12.html>
- N.Jazdi. (2014). Cyber physical systems in the context of industry 4.0. *IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR)*, 1(1), 377-383.
- NI, B., & Obashi, A. (2020). Robotics Technology and Firm Level Employment Adjustment in Japan. *ERIA Discussion Paper Series No. 348*, 25(348), 9-14.
- OECD. (n.d.). *OECD compendium of productivity indicators*. Retrieved 10 08, 2021, from OECD: <https://www.oecd.org/sdd/productivity-stats/>
- Olaoye, A. (1985). Total factor productivity trends in Nigerian manufacturing. *Journal of economic and social studies*. Vol 27 (3), 317-345.
- Pereira, A., & F.romero. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13(1), 1206-1214.
- R.A, K. D. (2019). Critical Introduction of Solow Growth Theory. *Quest Journals*, 7(1), 43-55.
- RI, B. (2003). *Undang-Undang (UU) tentang Ketenagakerjaan*. Retrieved from Badan Pemeriksa Keuangan Republik Indonesia : <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/43013>
- Sargent, T., & Rodriguez, E. (2000). Labor or total factor factor productivity: Do we need to choose? *Economic studies and policy analysis division department of finance*, 6(1), 2-9.
- Sharma, R. (2021). Sustainable manufacturing and industry 4.0: what we know and what we don't. *Journal of enterprise information management*.
- Siemie, C.E., & Sinclair. (2015). Global drivers, sustainable manufacturing and systems ergonomics. *Applied Ergonomics*, Vol. 51, 51(24), 104-119.
- Standardization*. (n.d.). Retrieved from International federation of robotics: <https://ifr.org/standardisation>
- Tjahjono, B., Esplagues, C., Ares, E., & Pelaez, G. (2017). What does industry 4.0 mean to supply chain? *Procedia Manufacturing*, Vol. 13, 13(1), 1175-1182.
- Todd Schneider, G. H. (2018, 6). *International Monetary Fund*. Retrieved from Land of the Rising Robots: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2018/06/japan-labor-force-artificial-intelligence-and-robots/schneider.htm#author>

- Training, T. J. (2018, 12 12). *Japan Labor Issues*. Retrieved from The Japan Institute for Labour Policy and Training (JILPT) :  
<https://www.jil.go.jp/english/jli/documents/2018/011-00.pdf>
- Umar, H. (2003). *Studi Kelayakan Bisnis Edisi 2: Teknik Menganalisis Kelayakan Rencana Bisnis Secara Komprehensif*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Widarahesty, Y., & Ayu, R. (2014). Fenomena Penurunan Angka Kelahiran Di Jepang Pasca Perang Dunia II Sampai 2012. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Pranata Sosial Vol.2, No 3.*, 177-195.
- Wijaya, C. A. (2009). Fisafat Ekonomi Adam Smith. *Jurnal Filsafat Vol 19, Nomor 1*, 2-12.
- World Bank. (n.d.). *Patent application, residents - Indonesia*. Retrieved Desember 2021, from The World Bank Data:  
<https://data.worldbank.org/indicator/IP.PAT.RESD?end=2019&locations=ID&start=2004&view=chart>
- World Economic Forum. (2021, Febuary). *Will robots be good or bad for our jobs? Here are lesson from japan*. Retrieved from WEF:  
<https://www.weforum.org/agenda/2021/02/robots-artificial-intelligence-japan/>
- Yoshio Higuchi, The Japan Institute fo Labour Policy and Training (JILPT). (2018). *Japan Labour Issues* (Vol. 2). Japan: The Japan Institute for Labour Policy and Training.
- Zheng, T., Ardolino, M., Bacchetti, A., Perona, M., & Zanardini, M. (2020). The Impact of Industry 4.0 : a descriptive survey in the Italian manufacturing sector. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 3-15.

