

IMPLEMENTASI LEAN, AGILE, RESILIENT, GREEN (LARG) PADA INDUSTRI OTOMOTIF: *LITERATURE REVIEW* DAN *STUDI BIBLIOMETRIC* *LEAN, AGILE, RESILIENT, GREEN (LARG) IMPLEMENTATION IN AUTOMOTIVE INDUSTRY:* *LITERATURE REVIEW AND BIBLIOMETRIC STUDY*

Humiras Hardi Purba¹, Choesnul Jaqin², Siti Aisyah³ dan Mutiara Nabilla⁴

E-mail: humiras.hardi@mercubuana.ac.id

^{1,2,4}*Departemen Teknik Industri, Universitas Mercu Buana, Jln. Meruya Selatan No. 1 Kembangan,
Jakarta Barat, 11650, Indonesia*

³*Teknik Industri Otomotif, Politeknik STMI Jakarta, Jln. Letjen Suprpto Cempaka Putih, Jakarta Pusat, 10510,
Indonesia*

ABSTRAK

Pendekatan Lean, Agile, Resilient, Green (LARG) yang telah diterapkan oleh beberapa industri secara global, mampu meningkatkan daya saing dan kinerja secara berkelanjutan. Belakangan ini banyak penelitian yang menganalisis implementasi LARG di industri termasuk dampaknya pada industri manufaktur. Industri otomotif nasional yang terus bertumbuh pasca Pandemi COVID19, perlu meningkatkan daya saing berbasis masing-masing kriteria LARG. Beberapa peneliti hanya menganalisis hanya sebagian saja, seperti Lean (L), Lean dan Green (LG), dan sebagian utuh menganalisis LARG. Oleh karena ini dilakukan tinjauan literatur implementasi LARG secara khusus pada industri otomotif. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis implementasi pendekatan LARG pada otomotif. Penelitian ini dibagi menjadi empat tahap: (1) pencarian literatur dari database jurnal, (2) menyaring hasil berdasarkan kata kunci dan kriteria, (3) tinjauan sistematis dari makalah yang disaring untuk memberikan pemahaman lebih lanjut, dan (4) analisis bibliometrik dari visualisasi yang dibuat pada software VOSViewer. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa masih sedikit peneliti yang secara utuh menganalisis penerapan LARG pada industri otomotif.

Kata kunci: LARG, tinjauan literatur, industri, otomotif

ABSTRACT

The Lean, Agile, Resilient, Green (LARG) approach, which has been implemented by several industries globally, is able to increase competitiveness and performance in a sustainable manner. Recently, many studies have analyzed the implementation of LARG in industry, including its impact on the manufacturing industry. The national automotive industry, which continues to grow after the COVID19 pandemic, needs to increase its competitiveness based on each LARG criteria. Some researchers only analyze only parts of it, such as Lean (L), Lean and Green (LG), and some completely analyze LARG. For this reason, a literature review of LARG implementation specifically in the automotive industry was carried out. The aim of this research is to analyze the implementation of the LARG approach in automotive. This research was divided into four stages: (1) literature search from journal databases, (2) filtering results based on keywords and criteria, (3) systematic review of filtered papers to provide further understanding, and (4) bibliometric analysis of visualizations made in VOSViewer software. The results of this research show that there are still few researchers who fully analyze the application of LARG in the automotive industry.

Keywords: LARG, literature review, industry, automotive

1. PENDAHULUAN

Indonesia menguasai 31,8% total pangsa pasar Asia Tenggara dan merupakan pasar otomotif terbesar di kawasan ini. Jumlah penduduk yang besar dengan pendapatan per kapita yang terus meningkat menjadikan negara kepulauan ini mempunyai potensi pasar otomotif yang menjanjikan. Pangsa pasar mobil Asia Tenggara pada tahun 2021 menunjukkan total penjualan sebesar 2,79 juta unit (meningkat 14% dibandingkan tahun 2020). Penjualan mobil terbesar terjadi di Indonesia (887.202 unit), Thailand (754.254 unit), Malaysia (508.911 unit), Vietnam (304.149 unit), Filipina (223.488 unit), Singapura (58.953 unit) dan Myanmar (9.350 unit). Total penjualan mobil tahun 2022 di Indonesia sebanyak 1.048.040 kendaraan mobil dan diperkirakan akan meningkat pada Tahun 2023 (GAIKINDO, 2023).

Aspek yang berkaitan dengan manusia seperti proses produksi yang tidak efisien pada umumnya berkaitan dengan faktor manusia yang terlibat dalam industri. Penelitian Palange dan Dhatrak (2021), menegaskan bahwa *lean manufacturing* saat ini merupakan alat penting di semua sektor manufaktur seperti otomotif. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa penerapan dan analisis aspek LARG secara keseluruhan pada industri otomotif belum banyak dilakukan. Kecenderungan penelitian sebelumnya hanya menganalisis implementasi satu atau dua aspek LARG. Model pembelajaran mesin dapat digunakan untuk membuat sensor lunak efektif yang dapat memprediksi tingkat *lean manufacturing* suatu perusahaan berdasarkan tingkat fleksibilitas manufakturnya Sekhar *et al.*, (2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Alefari *et al.* (2017), menganalisis aspek kualitas kepemimpinan *lean* yang dapat dianggap sebagai cara untuk mempertahankan dan meningkatkan kinerja karyawan dalam sistem produksi *lean*. Pendekatan ini tergolong berbeda karena menganalisis *lean* dari sudut pandang kepemimpinan dalam sistem produksi *lean* dalam upaya meningkatkan kinerja karyawan. Penelitian yang melihat dari aspek organisasi juga dilakukan oleh peneliti yang lain. Sanders *et al.*, (2016) menganalisis hubungan yang belum sepenuhnya terjadi antara *Industry 4.0* dan *lean manufacturing*, dengan menganalisis apakah *Industry 4.0* mampu menerapkan *lean*. Melaksanakan *Industry 4.0* adalah operasi yang memakan banyak biaya, dan menemui keengganan dari beberapa produsen. Penelitian ini juga memberikan wawasan penting mengenai dilema produsen mengenai apakah mereka dapat berkomitmen terhadap *Industry 4.0*, dengan mempertimbangkan

investasi yang diperlukan dan manfaat yang belum dirasakan Sanders *et al.*, (2016).

Penelitian Haq dan Boddu (2017), meneliti penerapan agile supply chain management dengan mengidentifikasi *agile enabler* yang paling tepat untuk diterapkan oleh perusahaan berdasarkan karakteristik pasar terkait dengan menghubungkan basis kompetitif, atribut *agile*, dan *agile enabler*. Penelitian Galankashi *et al.*, (2019), melakukan penilaian agility pada industri manufaktur pada aspek kontrak rantai pasok bertujuan untuk mengembangkan kerangka evaluasi *agility* pada perusahaan manufaktur.

Sistem manufaktur digital dapat membantu ketahanan dalam sektor industri dan berkontribusi terhadap tujuan masyarakat yang lebih luas, dampak terbesarnya kemungkinan besar terjadi pada tingkat yang paling rendah (Fowler *et al.*, 2023). Penelitian yang dilakukan oleh Sambowo dan Hidayatno (2021), menganalisis indeks ketahanan memiliki empat faktor utama: ketahanan, sumber daya, redundansi, dan kecepatan. Penelitian mengenai *resilience* rantai pasokan di Iran menunjukkan bahwa industri otomotif harus menolak lima elemen kerentanan dan merangkul sembilan elemen kemampuan (Kaviani *et al.*, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Nunes dan Bennett (2010), menegaskan bahwa tiga produsen mobil besar dunia sedang melakukan berbagai inisiatif lingkungan yang melibatkan praktik operasi ramah lingkungan (*green*). Penelitian pada Industri Otomotif India menunjukkan bahwa terdapat hubungan kontekstual antara praktik-praktik tersebut dalam penerapan manajemen rantai pasokan ramah lingkungan (Luthra *et al.*, 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Duarte dan Machado (2017), mengungkapkan bahwa skor yang tinggi berasal dari interaksi yang baik antara penerapan *green* dan *lean* pada perusahaan otomotif.

Beberapa penelitian telah dilakukan dengan menggunakan penerapan LARG di industri khususnya otomotif dan manufaktur (Azevedo dan Cruz-Machado, 2013; Carvalho dan Cruz-Machado 2011; Carvalho, Duarte, dan Cruz-Machado 2011; Cabral, Grilo, dan Machado 2012; Maleki dan Machado 2013; Fazendeiro, Azevedo, dan Cruz-Machado 2013;). Penelitian Azevedo *et al.*, (2013), menyatakan bahwa bagian terpenting yang harus dipertimbangkan pada daya saing *supply chain* di industri otomotif adalah *lean-L*, *agile-A*, *resilient-R* dan *green-G*. Pendekatan yang dilakukan peneliti ini adalah *interpretability*, *numeric-linguistic interfaces*. Pertentangan antara paradigma manajemen yang *lean*, *agile*, *resilience*, dan *green* merupakan isu aktual dan dapat membantu rantai pasokan menjadi lebih efisien,

efisien, dan berkelanjutan (Carvalho & Cruz-Machado, 2011). Implikasi praktis dari model yang diusulkan ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut dalam paradigma *lean, agile, resilient*, dan *green*, yang berkontribusi terhadap rantai pasokan *lean* yang lebih berkelanjutan dan kompetitif dengan ketangkasan yang diperlukan untuk memberikan respons yang cepat, ketahanan terhadap gangguan, dan harmonisasi dengan lingkungan hidup (Carvalho *et al.*, 2011). Untuk menjadikan rantai pasokan lebih kompetitif, mampu merespons permintaan pelanggan dengan tangkas (*agility*), dan mampu merespon gangguan tak terduga secara efektif, bersamaan dengan tanggung jawab terhadap lingkungan dan kebutuhan untuk menghilangkan proses yang tidak memberikan nilai tambah, perusahaan harus menerapkan serangkaian LARG (Cabral *et al.*, 2012). Penelitian Meleki & Machado (2013), mengembangkan pendekatan terpadu yang umum untuk praktik *lean, agile, resilient*, dan *green* dalam rantai pasokan industri otomotif. Penelitian Fazendeiro *et al.*, (2013) menyusun kerangka kerja, berdasarkan pendekatan *enterprise 2.0*, bagi rantai pasokan global untuk menilai indeks LARG untuk mengevaluasi *leanness* (kerampingan), *agility* (ketangkasan), *resilience*, (ketahanan) dan *greenness* (kelestarian lingkungan) dalam praktik industri. Industri otomotif dengan pangsa pasar global, tidak lagi hanya berfokus pada kualitas dan produktivitas. Sistem produksi industri otomotif didesain untuk mampu mengakomodir aspek *lean, agile, resilience* dan *green* secara bersamaan. Pendekatan LARG yang telah diterapkan oleh beberapa industri otomotif global, mampu meningkatkan daya saing dan kinerja secara berkelanjutan (Aisyah *et al.*, 2021). Kapabilitas industri sangat bergantung pada keterampilan sumber daya manusia sebagai faktor utama keunggulan kompetitif yang didukung oleh penerapan sistem industri yang unggul. Sistem ini tidak hanya berfokus pada faktor efisiensi dan efektivitas saja, namun juga mencakup faktor kebutuhan dan keinginan pelanggan, juga pemasok, dengan tetap menjaga kelestarian lingkungan. Informasi yang akurat mengenai perilaku rantai pasokan yang *lean, agile, resilient*, dan *green* merupakan faktor penentu dalam mengurangi biaya, meningkatkan kualitas produk, meningkatkan daya tanggap, dan mengurangi pemborosan sehingga mendorong rantai pasokan yang lebih kompetitif (Azevedo *et al.*, 2013).

2. METODE

Penelitian ini diawali dengan mengumpulkan berbagai literatur berupa artikel jurnal, prosiding, *book chapter*, dari berbagai sumber, seperti *Google Scholar, Research*

Gate, Proquest, Academia.edu, dan sumber lainnya dengan menggunakan kata kunci "*lean, agile, resilience, green, automotive industry*". Selanjutnya karya literatur yang diperoleh diseleksi kesesuaiannya, kemudian diklasifikasi berdasarkan nama dan negara penulis, tahun terbit, tujuan penelitian, analisis yang digunakan, hasil penelitian dan ringkasan literatur yang telah diperoleh untuk menjawab pertanyaan penelitian seperti yang telah disebutkan sebelumnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

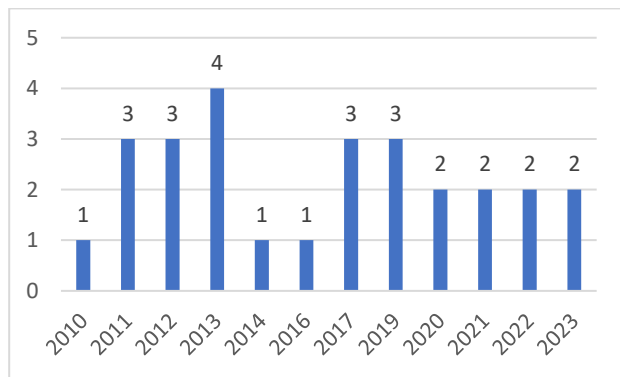
Penelitian Sekhar *et al.*, (2023) didasarkan pada *database lean manufacturing* dan fleksibilitas terkait yang dikumpulkan dari 46 perusahaan komponen mobil yang berlokasi di wilayah Maharashtra, India. Sebanyak 29 model pembelajaran mesin berbeda yang termasuk dalam tujuh arsitektur dieksplorasi untuk mengembangkan sensor lunak *lean manufacturing*. Sensor lunak ini dilatih untuk mengklasifikasikan perusahaan otomotif ke dalam *lean manufacturing* tingkat tinggi, sedang, atau rendah berdasarkan fleksibilitas manufakturnya.

Tabel 1. Rekapitulasi artikel topik LARG pada industri otomotif

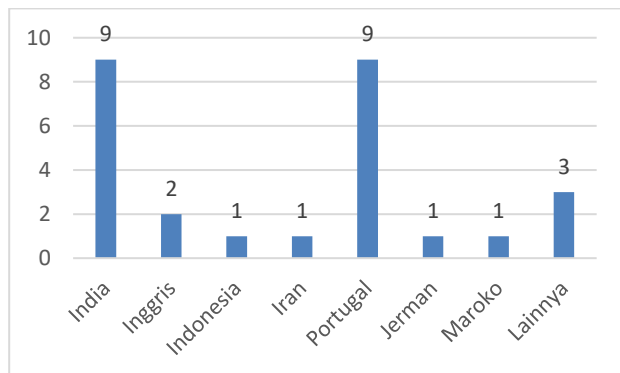
Identitas paper	Aspek L-A-R-G yang diteliti			
	L	A	R	G
Palange & Dhattrak (2021)	v			
Sekhar <i>et al.</i> , (2023)	v			
Alefari <i>et al.</i> , (2017)	v			
Haq & Boddu (2017)		v		
Galankashi <i>et al.</i> , (2019)		v		
Fowler <i>et al.</i> , (2023)			v	
Sambowo & Hidayatno (2021)			v	
Kaviani <i>et al.</i> , (2020)			v	
Nunes & Bennett (2010)				v
Luthra <i>et al.</i> , (2013)				v
Duarte & Machado (2017)	v			v
Azevedo <i>et al.</i> , (2013)	v	v		
Carvalho & Cruz-Machado, (2011)	v	v	v	v
Carvalho <i>et al.</i> , (2011)	v	v	v	v
Cabral <i>et al.</i> , (2012)	v	v	v	v
Meleki & Machado (2013)	v	v	v	v
Fazendeiro <i>et al.</i> , (2013)	v	v	v	v
Solke <i>et al.</i> , (2022)	v			
Balamurugan <i>et al.</i> , (2020)	v			
Sanders <i>et al.</i> , (2016)	v			
Pombal <i>et al.</i> , (2019)	v			
Azevedo <i>et al.</i> , (2012)	v	v		
Govindan <i>et al.</i> , (2014)				v
Soni & Kodali (2012)	v	v		
Hazen <i>et al.</i> , (2011)				v
El Ahmadi & El Abbadi (2022)			v	
Khot & Thiagarajan (2019)			v	

Catatan: v = dibahas

Tujuh arsitektur pembelajaran mesin tersebut meliputi *Decision Trees*, *Discriminants*, *Naive Bayes*, *Support Vector Machine (SVM)*, *K-nearest neighbour (KNN)*, *Ensembles*, dan *Neural Networks (NN)*. *Lean manufacturing* berbasis sensor telah dilakukan oleh beberapa industri otomotif di India. Penelitian Solke *et al.*, (2022) menerapkan 23 model *lean manufacturing* diturunkan berdasarkan struktur identifikasi sistem dengan metode *auto regressive with exogenous variables (ARX)*, *auto regressive moving average with exogenous variables (ARMAX)*, *output error (OE)* dan *Box Jenkins (BJ)*. Semua model prediktif dibandingkan kinerja relatifnya berdasarkan indeks validasi seperti *FIT%*, *mean squared error (MSE)*, *final prediction error (FPE)* dan jumlah parameter model.



Gambar 1. Pengelompokan Riset Berdasarkan Tahun



Gambar 2. Pengelompokan Riset Berdasarkan Negara

Aspek *resilience* pada industri otomotif cenderung belum terlalu banyak diteliti. Penelitian El Ahmadi & El Abbadi (2022), melakukan penelitian dengan mengkaji data selama tiga tahun dari jalur perakitan yang memproduksi 500 mobil per hari. Melakukan analisis dampak penyebaran virus COVID-19 terhadap efisiensi jalur perakitan dan menyarankan perbaikan untuk memperkuat *resilience* jalur perakitan. Khot & Thiagarajan (2019),

mengkonfirmasi bahwa temuan keseluruhan yang diperoleh dari tinjauan artikel yang telah disempurnakan menyatakan bahwa di negara-negara seperti India, industri otomotif perlu memiliki komitmen manajemen yang tepat untuk *sustainability and resilience* (keberlanjutan dan ketahanan) rantai pasokan daripada peraturan dan regulasi pemerintah.

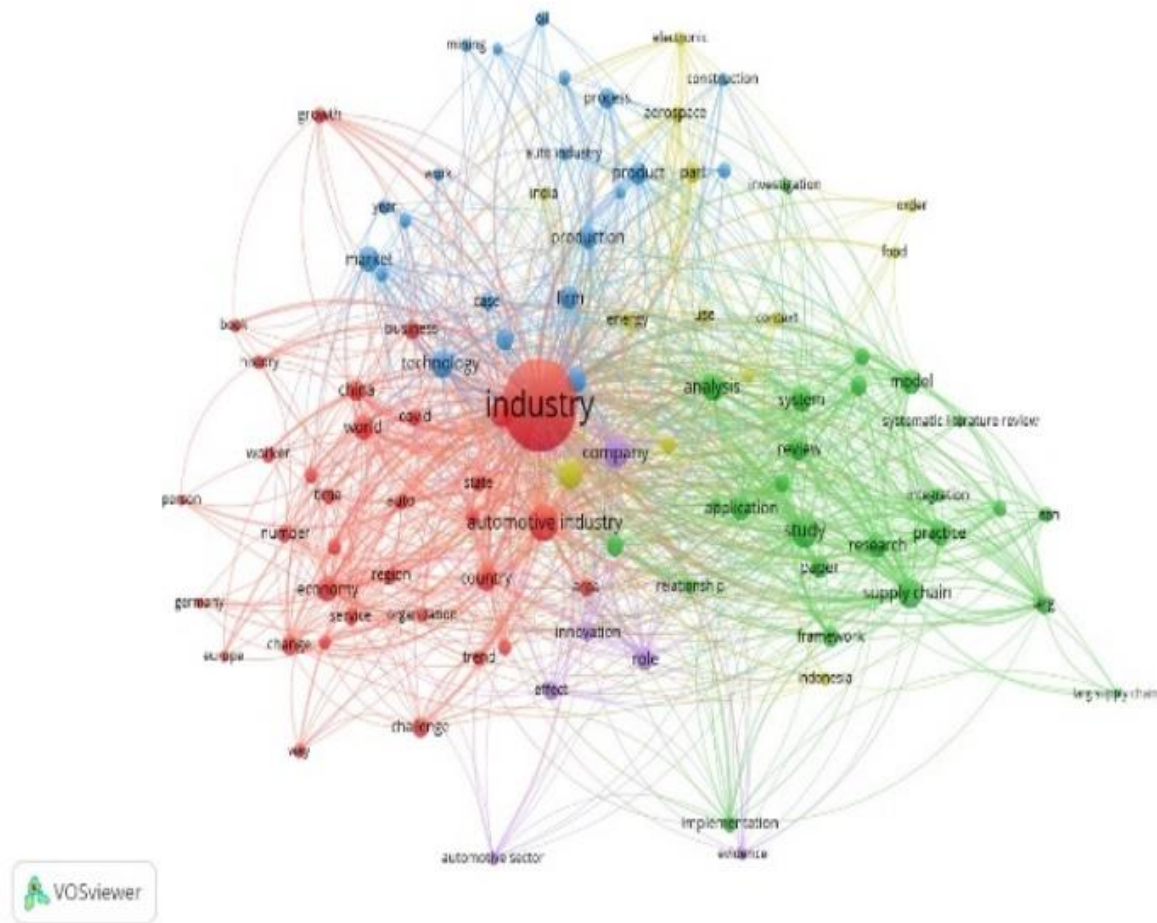
Penerapan *lean manufacturing* yang banyak terkonfirmasi adalah menurunkan *waste*. Penelitian Palange dan Dhattrak (2021), menyatakan manfaat yang diamati setelah penerapan teknik *lean manufacturing* individu atau gabungan adalah pengurangan waktu siklus, penghapusan aktivitas yang tidak bernilai, bersih, rapi, dan tempat kerja yang higienis. Selain itu akan terjadi kelancaran arus produksi, peningkatan produktivitas, pengurangan biaya produksi, keterlibatan karyawan, dokumentasi pesanan, pengurangan persediaan, gangguan dengan konektivitas intra dan antar yang lebih baik untuk mengambil keputusan dengan cepat dan tanggap. Penelitian dilakukan berfokus pada sektor manufaktur yang berbeda untuk melihat pengaruh teknik *lean manufacturing* yang diterapkan untuk meningkatkan kemampuan proses dan mengurangi pemborosan (Palange dan Dhattrak, 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Balamurugan *et al.*, (2020) menganalisis waktu untuk berbagai operasi pembuatan *connecting rod* (batang penghubung) di suatu industri. Terkonfirmasi faktor-faktor yang mempengaruhi waktu produksi di antara operator dan operasi yang berbeda. Dengan menggunakan perangkat lunak penelitian tersebut menemukan tata letak optimal untuk pembuatan *connecting rod*. Penelitian dilakukan dengan penerapan metodologi *lean* dalam pengelolaan bahan habis pakai di bengkel pemeliharaan perusahaan industri dengan mengurangi volume bahan dan mengatur ulang penempatannya (Pombal *et al.*, 2019).

Aspek *lean* dan *agile* dilakukan oleh Azevedo *et al.*, (2012) bertujuan untuk mengusulkan sebuah indeks untuk menilai *agility* dan *leanness* masing-masing perusahaan dan rantai pasokan pada industri otomotif. Penelitian ini mengkonfirmasi penerapan yang cukup mudah dari indeks *agile-lean* yang disarankan dalam pengaturan rantai pasokan di dunia nyata. Indeks ini memungkinkan untuk menilai perilaku *agile* dan *lean* perusahaan dan rantai pasok terkait, yang diterjemahkan ke dalam skor indeks untuk membandingkan sistem *supply chain* perusahaan dan pesaing (Azevedo *et al.*, 2012). Penelitian Soni & Kodali (2012), dilakukan dengan mengevaluasi keandalan dan validitas konstruksi rantai pasokan yang *lean, agile and leagile* di industri manufaktur India. Analisis komponen utama dilakukan terhadap konstruksi-konstruksi tersebut untuk

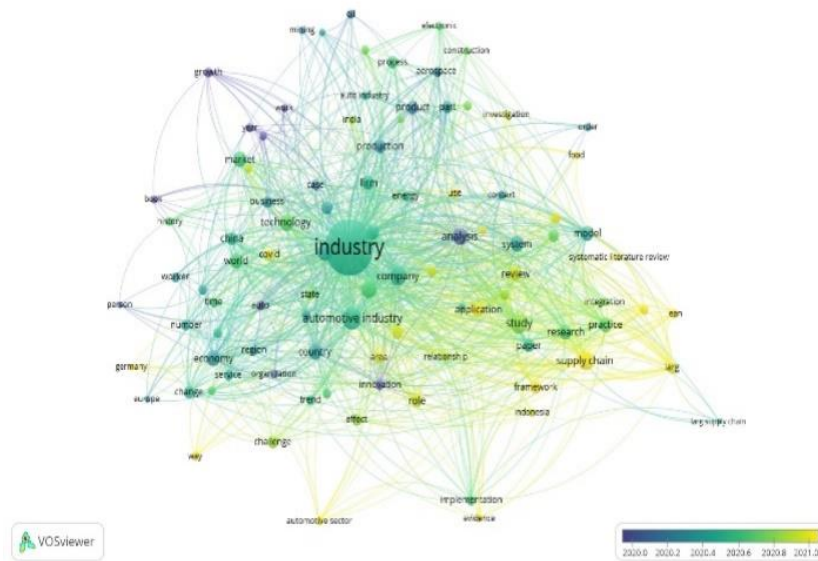
mengetahui pilar-pilar dari masing-masing jenis rantai pasokan diikuti dengan mengevaluasi reliabilitas dan validitas pilar-pilar tersebut untuk menetapkan konstruksi yang mendasarinya. Hasil penelitian ini juga berhasil membuat kerangka rantai pasokan yang *lean, agile and leagile*.

Govindan *et al.*, (2014) berfokus pada mengidentifikasi hambatan penerapan *green supply chain management (Green SCM)* berdasarkan efektivitas pengadaan. Terkonfirmasi sebanyak 47 hambatan teridentifikasi, baik melalui kajian literatur dan diskusi dengan pakar industri maupun melalui survei berbasis kuesioner dari berbagai sektor industri. Hambatan prioritas penting diidentifikasi melalui proses hierarki analitik, juga analisis sensitivitas menyelidiki stabilitas peringkat prioritas. Hazen *et al.*, (2011) juga melakukan penelitian aspek *green* pada rantai pasokan melalui metode survei yang digunakan untuk mengumpulkan data dari sampel beragam yang

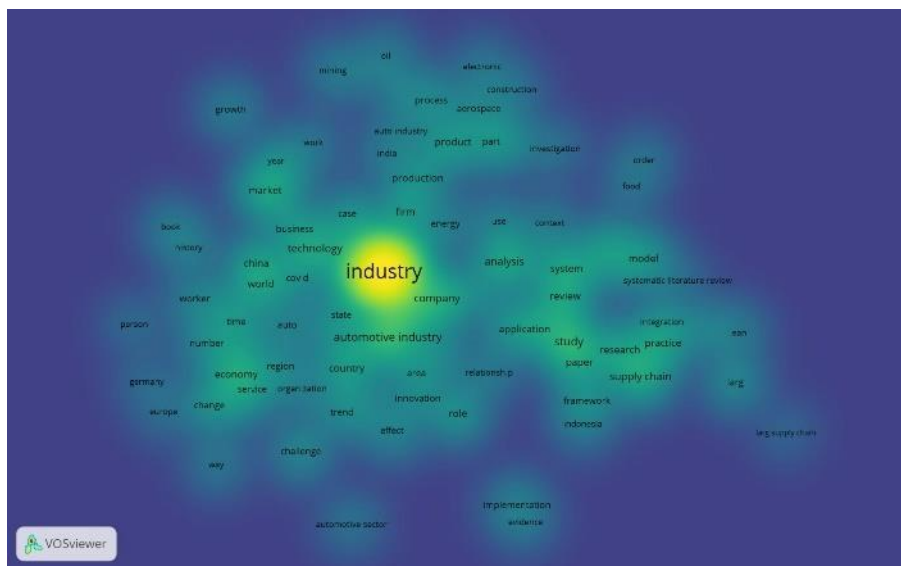
berjumlah 533 responden. Data dianalisis melalui ANOVA untuk menguji hipotesis, dengan temuan yang menunjukkan bahwa konsumen menganggap produk yang dibuat melalui beberapa praktik *green reverse logistics (GRL)* lebih rendah dibandingkan produk baru dalam hal kualitas. Namun, penelitian tersebut juga mengkonfirmasi bahwa tidak ada perbedaan kualitas yang dirasakan antara produk yang dibuat dari bahan daur ulang dan produk baru. Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan beberapa praktik GSCM belum tentu mengarah pada keunggulan kompetitif, yang mungkin menghambat penyebaran GSCM. Hasil analisis *VOSviewer software* mengkonfirmasi bahwa sebagian besar riset sudah dilakukan dengan topik *lean* atau kombinasi *lean* dan *agile* atau *lean* dengan *resilience* bahkan *lean* dengan *green* seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bibliographic Network Visualization



Gambar 4. Bibliographic Overlay Visualization



Gambar 5. Bibliographic Overlay Visualization

VOSViewer software menunjukkan bahwa masih terdapat ruang penelitian topik LARG yang dapat dilakukan di masa depan. Secara khusus pada industri otomotif di Indonesia, implementasi aspek LARG relatif belum terlalu banyak dilakukan dibandingkan dengan peneliti di India.

4. KESIMPULAN

Peningkatan daya saing industri perlu terus dilakukan dengan meningkatkan aspek *lean, agile, resilience*, dan

green. Kendala yang dihadapi industri adalah keterbatasan

sumber daya saat keseluruhan aspek LARG ditingkatkan atau diperbaiki. Kecenderungan industri melakukan penerapan aspek LARG secara bertahap, walaupun banyak peneliti yang mengkonfirmasi bahwa penerapan seluruh aspek LARG akan memberikan dampak yang lebih besar bagi peningkatan daya saing industri. Bagi industri otomotif khususnya kendaraan mobil di Indonesia dengan kecenderungan permintaan pasar

meningkat, penilaian dan peningkatan aspek LARG perlu dilakukan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi RI melalui skema PFR Tahun Anggaran 2023 (Nomor Kontrak: 01-1-4/563/SPK/VII/2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S., Purba, H. H., Jaqin, C., Amelia, Z. R., & Adiyatna, H. (2021). "Identification of Implementation Lean, Agile, Resilient and Green (LARG) Approach in Indonesia Automotive Industry". *Journal Européen des Systèmes Automatisés*, 54 (2), 317-324.
- Alefari, M., Salonitis, K., Xu, Y. (2017). "The role of leadership in implementing lean manufacturing". *Procedia CIRP* 63, 756-761.
- Azevedo, S. G., Fazendeiro, P., & V. C. Machado. (2013). "A Fuzzy LARG Index Model to the Automotive Supply Chain. Airports and the Automotive Industry: Security Issues, Economic Efficiency and Environmental Impact". In book: *Airports and the Automotive Industry: Security Issues, Economic Efficiency and Environmental Impact Publisher: NOVA Publishers*.
- Azevedo, S. G., Govindan, K., Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2012). "An integrated model to assess the leanness and agility of the automotive industry". *Resources, Conservation and Recycling*, 66, 85-94.
- Balamurugan, R., Kirubagharan, R., & Ramesh, C. (2020). "Implementation of lean tools and techniques in a connecting rod manufacturing industry". *Mater Today Proc.* 33, 3108-3113.
- Cabral, I., Grilo, A., & Machado, V. C. (2012). "A Decision-Making Model for Lean, Agile, Resilient and Green Supply Chain Management." *International Journal of Production Research* 50: 4830-4845.
- Carvalho, H., & V. Cruz-Machado. (2011). "Integrating Lean, Agile, Resilience and Green Paradigms in Supply Chain Management (LARG_SCM)." In *Supply Chain Management*, edited by Pengzhong Li, 27-48. Croatia: InTech.
- Carvalho, H., S. Duarte, & V. C. Machado. (2011). "Lean, Agile, Resilient and Green: Divergencies and Synergies." *International Journal of Lean Six Sigma* 2 (2): 151-179.
- Duarte, S., & Machado, V. C. (2017). "Green and lean implementation: an assessment in the automotive industry", *International Journal of Lean Six Sigma*, 8(1), 65-88.
- El Ahmadi, S. E. A., & El Abbadi, L. (2022). "Resilience of Assembly Lines in Automotive Industry". *Proceedings of the 7th North American Int. Conf. on Industrial Engineering and Operations Management, Orlando, Florida, USA, June 12-14, 2022*.
- Fazendeiro, P., Azevedo, S. G., & Cruz-Machado, V. (2013). "A Framework Proposal to Assess the LARG Index of a Supply Chain in a Fuzzy Context." *Research Methods: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications 1-4*: 299-320.
- Fowler, D. S., Epiphaniou, G., Higgins, M. D., & Maple, C. (2023). "Aspects of resilience for smart manufacturing systems", *Strategic Change*, 205, 1-11.
- Galankashi, M. R., Helmi, S. A., Rahim, Abd. R. H., & Rafiei, M. F. (2019). Agility assessment in manufacturing companies. *Benchmarking: An International Journal*, 26 (7), 2081-2104.
- Govindan, K., Kaliyan, M., Kannan, D., & Haq, A. N. 2014. "Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process". *International Journal of Production Economics*, 147, 555-568.
- Hazen, B. T., Cegielski, C., & Hanna, J. B. (2011). "Diffusion of green supply chain management: Examining perceived quality of green reverse logistics". "Diffusion of green supply chain management: Examining perceived quality of green reverse logistics". *The International Journal of*
- Haq, A. N., & Boddu, V. (2017). Analysis of enablers for the implementation of leagile supply chain management using an integrated fuzzy QFD approach. *J Intell Manuf*, 28, 1-12.
- Khot, S. B., & Thiagarajan, S. (2019). "Resilience and sustainability of supply chain management in the Indian automobile industry". *International Journal of Data and Network Science*, 3, 339-348.
- Kaviani, M. A., Tavana, M., Kowsari, F., & Rezapour, R. (2020). "Supply chain resilience: a benchmarking model for vulnerability and capability assessment in the automotive industry", *Benchmarking: An International Journal*, 27(6), 1929-1949.
- Luthra, S., Garg, D., & Haleem, A. (2013). "Green Supply Chain Practices Implementation in Indian Automobile Industry". *Proceedings of*

International conference on Smart Technologies for Mechanical Engineering At: Delhi Technological University, New Delhi on October 25-26, 448-456.

- Maleki, M., & V. C. Machado. (2013). "Generic Integration of Lean, Agile, Resilient, and Green Practices in Automotive Supply Chain." *Revista De Management Comparat International* 14 (2): 237.
- Nunes, B., & Bennett, D. (2010). Green operations initiatives in the automotive industry: An environmental reports analysis and benchmarking study. *Benchmarking: An International Journal*, 17 (3), 396-420.
- Palange, A., & Dhattrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *2nd International Conference on Manufacturing Material Science and Engineering, Materials Today: Proceedings* 46, 729-736.
- Pombal, T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Pereira, T. T., & Silva, F. J. G. (2019). "Implementation of lean methodologies in the management of consumable materials in the maintenance workshops of an industrial company". *Procedia Manuf.*, 38, 975-982.
- Sanders, A., Elangeswaran, C., & Wulfsberg, J. (2016). "Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing". *J. Ind. Eng. Manag.*, 9(3), 811-833
- Sambowo, A. L., & Hidayatno, A. 2021. "Resilience Index Development for the Manufacturing Industry based on Robustness, Resourcefulness, Redundancy, and Rapidity". *International Journal of Technology*, 12(6), 1177-1186.
- Sekhar, R., Solke, N., & Shah, P. (2023). Lean Manufacturing Soft Sensors for Automotive Industries. *Appl. Syst. Innov.*, 6(22), 1-30.
- Solke, N. S., Shah, P., Sekhar, R., & Singh, T. (2022). "Machine Learning-Based Predictive Modeling and Control of Lean Manufacturing in Automotive Parts Manufacturing Industry". *Glob. J. Flex. Syst. Manag.*, 23, 89-112.
- Soni, G., & Kodali, R. (2012). "Evaluating reliability and validity of lean, agile and leagile supply chain constructs in Indian manufacturing industry". *Production Planning and Control*, 23(10-11), 864-884.