

Aplikasi *Non Linear* Univariabel Dalam Optimasi Material *Blanksheet* Proses *Stamping* Pada Industri Kendaraan Bermotor Roda Empat

Setiawan^{a*}, Indra Setiawan^b, Welly Atikno^c, Deni Ahmad Taufik^d

^{a,b} Departemen Teknik Industri, Universitas Pelita Bangsa, Jl. Inpeksi Kalimalang No.9, Bekasi 17530

^c Departemen Teknik Industri, Universitas Mercu Buana, Jl. Meruya Selatan No.1, Jakarta 11650

^d Departemen Teknik Industri, STT Texmaco Subang, Jl. Cipendeuy KM3.5, Subang 41262

* Corresponding author: setiawan@pelitabangsa.ac.id

ABSTRAK

Dewasa ini perkembangan bisnis memasuki era baru dimana perusahaan dituntut untuk meningkatkan performanya agar mampu bersaing dipasar global. Salah satunya adalah industri manufaktur otomotif yang memproduksi kendaraan roda empat termasuk mobil. Kondisi persaingan bisnis di bidang manufaktur otomotif dalam pasar global semakin ketat. Namun, terjadi penurunan selama pandemic covid-19. Setelah melewati pandemic covid-19, persaingan menuntut organisasi untuk terus melakukan cost reduction di segala bidang, dimana cost terbesar dari departemen *Stamping* adalah material cost yaitu sebesar 60% dari semua biaya. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan optimasi pada kebutuhan material agar didapatkan biaya yang rendah. Penelitian ini mengaplikasikan optimasi non linear univariabel. Tahapan sistematis yang digunakan yaitu *Plan, Do, Check, Action* (PDCA). Hasil penelitian menunjukkan terjadinya perubahan *size blanksheet* dari 165 cm menjadi 152,48 cm sehingga didapat didapat penurunan biaya (*cost reduction*) sebesar 760.692.829 per tahun atau penurunan jumlah *scrap* dari 0,945 kg menjadi 0,425 kg.

Kata Kunci: Optimasi, Non Linear Univariabel, Industri Otomotif

ABSTRACT

Nowadays, business development is entering a new era where companies are required to improve their performance to be able to compete in the global market. One of them is the automotive manufacturing industry which produces four-wheeled vehicles including cars. Conditions of business competition in the automotive manufacturing sector in the global market are increasingly tight. However, there was a decline during the Covid-19 pandemic. After going through the Covid-19 pandemic, competition requires organizations to continue to carry out cost reductions in all fields, where the biggest cost for the Stamping department is material costs, which is 60% of all costs. The aim of this research is to optimize material requirements to obtain low costs. This research applies univariable non-linear optimization. The systematic stages used are Plan, Do, Check, Action (PDCA). The results of the research showed that there was a change in the size of the blank sheet from 165 cm to 152.48 cm, resulting in a cost reduction of 760,692,829 per year or a decrease in the amount of scrap from 0.945 kg to 0.425 kg.

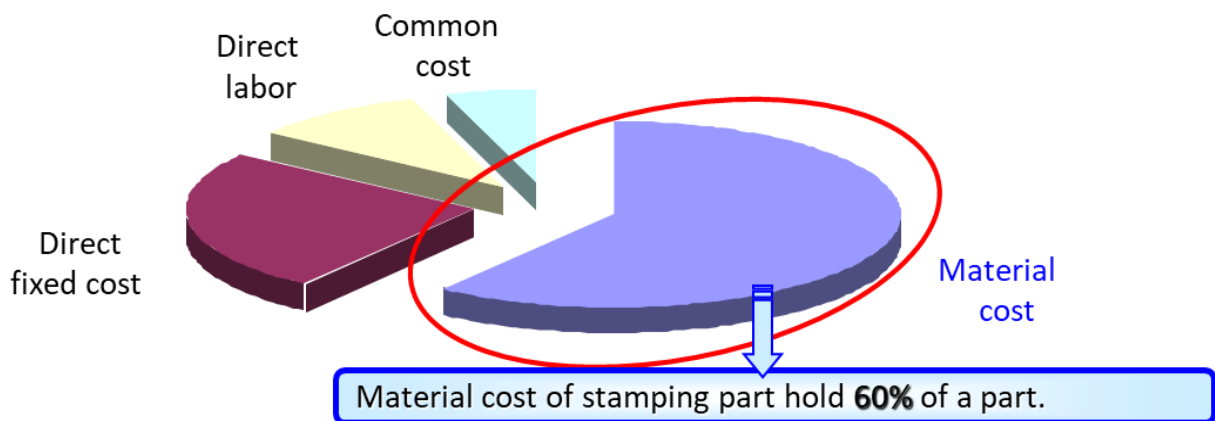
Keywords: Optimization, Non-Linear Univariable, Automotive Industry



1. Pendahuluan

Dewasa ini perkembangan bisnis memasuki era baru dimana perusahaan dituntut untuk meningkatkan performanya agar mampu bersaing dipasar global (Setiawan et al., 2021; Taufik et al., 2021; Trimarjoko et al., 2019). Salah satunya adalah industri manufaktur otomotif yang memproduksi kendaraan roda empat termasuk mobil. Kondisi persaingan bisnis di bidang manufaktur otomotif dalam pasar global semakin ketat (Setiawan et al., 2022). Kurun waktu 2022, penjualan mobil dunia terus meningkat yang didominasi oleh pasar China dengan 27 juta unit. Sedangkan Indonesia sendiri berada di urutan ke-10 produsen mobil di tahun 2022.

Industri otomotif merupakan sebuah proses bisnis manufaktur yang memproduksi kendaraan roda empat. Industri ini sedang melakukan berbagai macam strategi selama covid-19 (Guzman et al., 2022; Haekal, 2021). Pandemi covid-19 ini menuntut organisasi untuk terus melakukan penurunan biaya di segala bidang (Albanchez et al., 2021; Ilmiah et al., 2020; WHO, 2021). Dimana biaya terbesar dari departemen *Stamping* adalah biaya material yaitu sebesar 60% dari semua biaya. Tingginya biaya proses dapat dilihat pada Gambar 1. Oleh karena itu target utama dalam penelitian ini adalah penurunan biaya terkait dengan biaya material.



Gambar 1. Komponen Biaya Departemen Stamping

Tingginya biaya material terjadi di *Stamping*. Salah satu prosesnya adalah mencari ukuran optimal dari material *blanksheet* sebelum dilakukan proses *Stamping*. Dimana harga *blanksheet* ini ditentukan oleh berat (kg) dari material tersebut. *Scrap* terbuang dari masing-masing *Part* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Total Scrap Terbuang

No.	Part name	(kg/car)		BOM Bill of Material	Total Scrap
		Terpakai	Scrap		
1	PANEL,F/DR,OTR RH	5,060	0,945	1	0,945
2	PANEL,F/DR,OTR LH	5,050	0,940	1	0,940
3	PANEL,SIDE OTR RH	12,759	0,872	1	0,872
4	PANEL,SIDE OTR LH	12,520	0,862	1	0,862
5	PANEL,ROOF(NORMAL)	13,600	0,674	1	0,674
6	FENDER,FRONT RH	3,802	0,453	1	0,453
7	FENDER,FRONT LH	3,802	0,453	1	0,453
8	PANEL,R/DR,OTR LH	5,340	0,342	1	0,342
9	PANEL,R/DR,OTR RH	5,340	0,342	1	0,342
10	PANEL,F/DR INR LH	9,220	0,340	1	0,340

Jika dilihat pada Tabel 1, maka *scrap* terbesar dalam proses *stamping* adalah pada part PANEL, FR/DOOR OTR RH. Oleh karena, itu fokus pada penyelesaian kasus masalah pada banyaknya *scrap* yang terbuang tersebut. Area *scrap* terbuang dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Area Scrap Terbuang

Setelah dipotong dan ditimbang untuk *scrap* bagain luar didapat total *scrap* sebanyak 0.945 Kg per unit. Jika dalam sehari produksi *Part* sekitar 550 unit maka *scrap* yang terbuang adalah $550 \text{ unit} \times 0.945 \text{ Kg} = 519.7 \text{ Kg}$. Ini adalah biaya yang ditanggung oleh perusahaan karena harga material ditentukan oleh berat *blanksheet*. Untuk *Blanksheet* dari supplier dalam ukuran persegi seperti pada gambar 3.



Gambar 3. *Blanksheet* dari Supplier

Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dilakukan perbaikan dengan mengoptimalkan sumber daya produksi. Berdasarkan penelitian (Slamet & Dianti, 2022) bahwa dengan Algoritma Wagner dapat mengoptimalkan bahan baku produksi. Sedangkan menurut penelitian (Saepudin, 2020) dengan optimasi dapat menghemat material utama pada *Auto Transformer* 100 MVA. Penelitian (Asiyah et al., 2022) menggunakan siklus *Plan, Do, Check, Action* (PDCA) dalam menjalankan proyek *Quality Control Circle* (QCC) dimana dengan optimasi, biaya produksi dapat diturunkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan optimasi pada kebutuhan material agar didapatkan biaya yang rendah. Penelitian ini mengaplikasikan optimasi *non linear* univariabel. Tahapan sistematis yang digunakan yaitu PDCA.

2. Tinjauan Pustaka

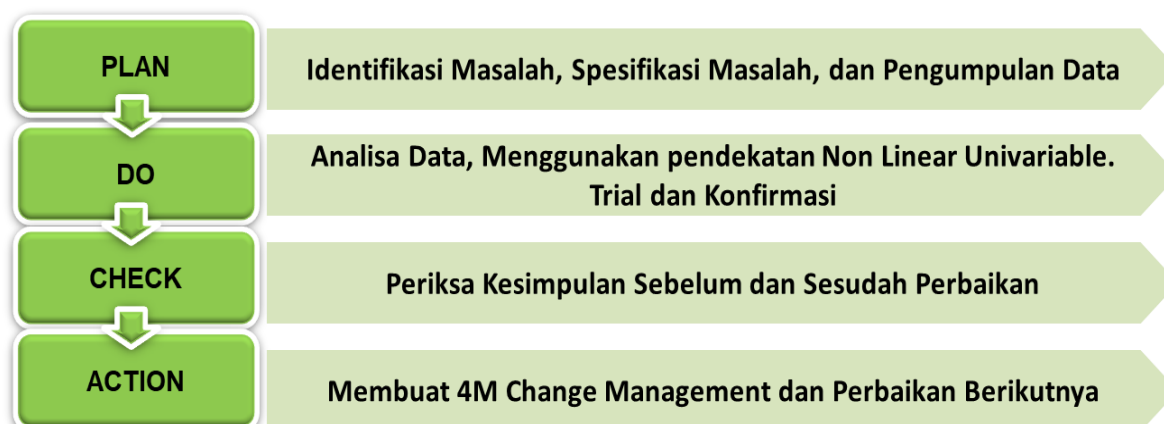
Metode optimasi dapat diterapkan untuk mendapatkan solusi terbaik dari suatu masalah yang terdefinisi dengan baik (Krishnamoorthy et al., 2019; Wu et al., 2018). Metode optimasi digunakan di banyak bidang studi untuk menemukan solusi yang memaksimalkan atau meminimalkan beberapa parameter studi, seperti meminimalkan biaya dalam produksi suatu barang atau jasa, memaksimalkan keuntungan, meminimalkan bahan baku dalam pengembangan suatu barang, atau memaksimalkan produksi (Aisyahna et al., 2020). Secara khusus, metode ini dijelaskan untuk memaksimalkan penggunaan material, sementara biaya produksi akan diminimalkan. Dua metode disertakan: Algoritma Genetika dan pencarian Tabu.

Optimalisasi matematis (pengoptimalan matematis) atau pemrograman matematis adalah pemilihan elemen terbaik, berdasarkan kriteria tertentu, dari serangkaian alternatif yang tersedia (Ramadhani & Garside, 2021; Sidik et al., 2018). Umumnya dibagi menjadi dua subbidang: optimasi diskrit dan optimasi berkelanjutan. Masalah optimasi muncul di semua disiplin ilmu kuantitatif mulai dari ilmu komputer dan teknik hingga riset operasi dan ekonomi, dan pengembangan metode solusi telah menjadi perhatian matematika selama berabad-abad (Diyaley & Chakraborty, 2022).

Pendekatan yang lebih umum, masalah optimasi terdiri dari memaksimalkan atau meminimalkan fungsi nyata dengan memilih nilai masukan secara sistematis dari dalam himpunan yang diizinkan dan menghitung nilai fungsi tersebut (Norouzi et al., 2017; Ubale et al., 2017). Generalisasi teori dan teknik optimasi ke formulasi lain merupakan bidang matematika terapan yang luas. Secara lebih umum, pengoptimalan mencakup pencarian nilai terbaik yang tersedia dari beberapa fungsi tujuan dengan domain (atau masukan) yang ditentukan, termasuk berbagai jenis fungsi tujuan dan jenis domain yang berbeda (Bakker et al., 2019).

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Industri Rakitan Otomotif di wilayah Cikarang. Penelitian menggunakan tahapan sistematis *Plan, Do, Check, Action* (PDCA) (Isniah et al., 2020; Purba & Fathani, 2018; Realyvásquez-Vargas et al., 2018; Yuik & Puvanasvaran, 2020). Tahap awal dimulai dari *Plan* (perencanaan) dengan mengidentifikasi masalah, mendefinisikan spesifikasi masalah dan pengumpulan data. Kemudian ditahap kedua *Do*, dengan melakukan analisis data dan penerapannya dengan menggunakan metode *non-linear* univariabel, trial dan evauasi. Ditahap ketiga yaitu *Check*, dilakukan pengecekan hasil perbaikan dengan membandingkan antara hasil sebelum dan sesudah perbaikan. Terakhir dilakukan tahap *Action*, membuat perubahan manajemen 4M dan perbaikan terus menerus. Berikut tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.

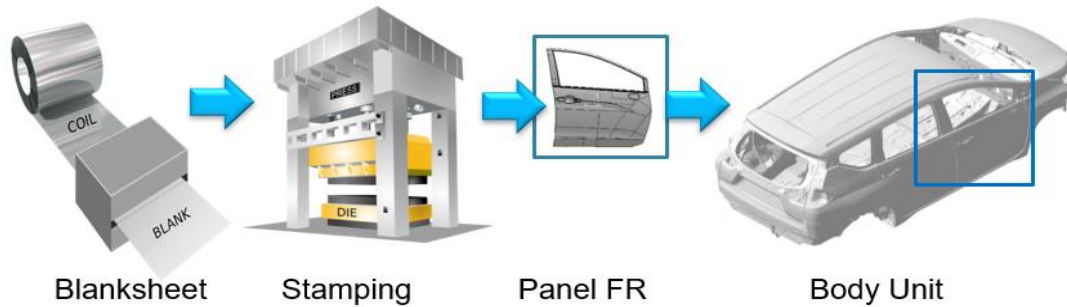


Gambar 4 Metode Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Aliran Proses Material

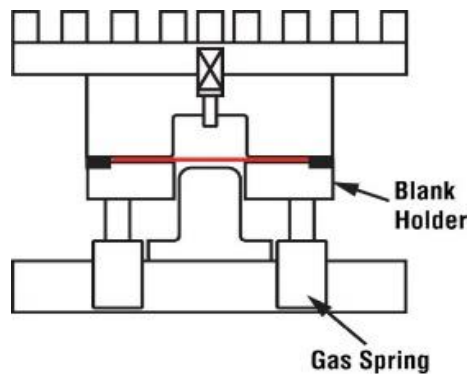
Tahap awal yaitu mendefinisikan proses produksi yang ada di bagian *stamping*. Proses produksi dimulai dari *Blanksheet*, *Stamping*, Panel FR sampai Bodi Unit. Berikut alur proses produksi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Aliran Proses Material

- *Blanksheet Holder*

Fungsi *blank holder* yang biasanya berbentuk ring yang dilalui *punch* dan ram, adalah untuk mengontrol metal flow saat dipress ke dalam dies. Gambar 6 merupakan keberadaan *blank holder* saat proses *stamping*.



Gambar 6. *Blanksheet Holder*

Berdasarkan proses *stamping* tersebut, *Blank Sheet Holder* perlu diletakkan pada material *Blank sheet*: 5 cm. Berikut perhitungannya:

Bagian Atas dan Bawah = 5 cm

Bagian Kanan dan Kiri = 5 cm

$$x + y = 23250$$
$$y = \frac{23250}{x}$$

Total luas bagian luar *Part* berbentuk bujur sangkar = 23.250 m²

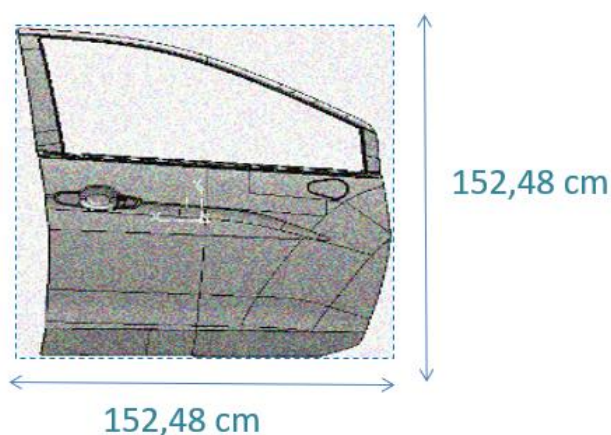
- Hasil Perhitungan

$$\begin{aligned} L &= (x + 5)(y + 5) \\ &= (x + 5) \left(\frac{23250}{x} + 5 \right) \\ &= \frac{23250 \cdot x}{x} + 5x + \frac{116250}{x} + 25 \\ &= 5x + \frac{116250}{x} + 23275 \end{aligned}$$

Pada kasus ini tentu saja kita mempertimbangkan x positif, yakni $x > 0$. Maka turunan fungsi L terhadap x adalah:

$$\begin{aligned} \frac{dL}{dx} &= 5 - \frac{116250}{x^2} & y &= \frac{23250}{x} \\ 5x^2 &= 116250 & y &= \frac{23250}{152,48} \\ x^2 &= \frac{116250}{5} & y &= 152,48 \\ x &= \sqrt{23250} \\ x &= 152,48 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan maka didapatkan ukuran optimal dari kebutuhan *blanksheet*. Ukuran ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kebutuhan *Blanksheet* Optimal

- Proposal Ukuran *Blanksheet* Optimal

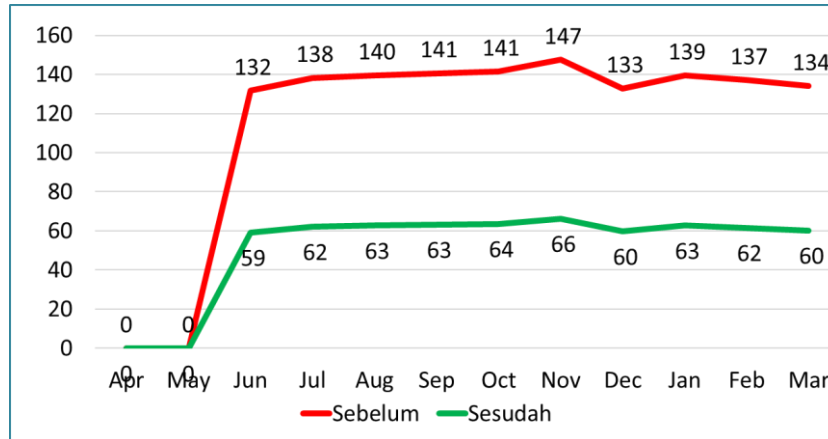
Tahap ketiga yaitu *Check*, dilakukan pengecekan hasil perbaikan dengan membandingkan antara hasil sebelum dan sesudah perbaikan. Berikut perbandingan ukuran yang didapat setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Ukuran Sebelum dan Sesudah

Sebelum	Sesudah
165 cm ² x 165 cm ²	152,48 cm ² x 152,48 cm ²

- Penurunan Biaya Keseluruhan (FY20)

Seteah dilakukannya perbaikan, didapatkan kebutuhan material optimal dan penurunan *scrap* yang berdampak pada penurunan biaya. Berikut tren penurunan biaya *scrap* pada FY 20 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Biaya *Scrap* Terbuang per 1,000,000

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan perhitungan optimasi *non liner* univariabel terjadinya perubahan ukuran *blanksheet* dari 165 cm menjadi 152,48 cm sehingga didapat didapat penurunan biaya (*cost reduction*) sebesar 760.692.829 per tahun atau penurunan jumlah *scrap* dari 0,945 kg menjadi 0,425 kg. Penelitian kedepannya disarankan untuk memanfaatkan area sisa part untuk memasukkan part-part kecil seperti STIFFENER,F/DR OTR RR RH dan STIFFENER,F/DR OTR FR RH sehingga dalam 1 *dies* terdiri dari 3 *cavity* artinya desain *dies* terdiri dari 3 *part* sehingga luaran dari mesin *stamping* sekali tekanan mengeluarkan 3 *part*. Pilihan ini juga berdampak saat proses dapat meminimumkan jumlah *scrap* yang terbuang atau permintaan desain dimensi sesuai dengan bentuk Panel F/DR, OTR RH.

Pustaka

- [1] Aisyahna, M., Faris Ahmad, S., Nagari, A. L., Redi, A. A. N. P., Kurniawan, A. C., & Ruswandi, N. (2020). Implementation of discrete particle swarm optimization algorithm in the capacitated vehicle routing problem. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 4(2), 117–128. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v4i2.2607>
- [2] Albanchez, J. S., Resino, J. J. B., Broncano, S. G., & Estevez, P. J. (2021). Occupational health and safety, organisational commitment, and turnover intention in the Spanish IT consultancy sector. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115658>
- [3] Asiyah, D., Amilia, W., Wiyono, A. E., Suryaningrat, I. B., & Wibowo, Y. (2022). Efisiensi Biaya dengan Sistem PDCA Menggunakan Metode Quality control circle (QCC) di PT. XYZ Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 10(4), 531. <https://doi.org/10.24843/jrma.2022.v10.i04.p14>
- [4] Bakker, S., Vrålstad, T., & Tomasgard, A. (2019). An optimization model for the planning of offshore plug and abandonment campaigns. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 180(February), 369–379. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.05.042>
- [5] Diyaley, S., & Chakraborty, S. (2022). Metaheuristics-Based Nesting of Parts in Sheet Metal Cutting Operation. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 5(2), 1–16. <https://doi.org/10.31181/oresta180222031d>
- [6] Guzman, J., Recoco, G. A., Pandi, A. W., Padrones, J. M., & Ignacio, J. J. (2022). Evaluating workplace safety in the oil and gas industry during the COVID-19 pandemic using occupational health and safety Vulnerability Measure and partial least square Structural Equation Modelling. *Cleaner Engineering and Technology*, 6, 100378. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100378>
- [7] Haekal, J. (2021). Improving Work Efficiency and Productivity with Line Balancing and TPS Approach and Promodel Simulation on Brush Sub Assy Line in Automotive Companies. *International Journal Of Scientific Advances*, 2(3), 387–397. <https://doi.org/10.51542/ijscia.v2i3.24>
- [8] Ilmiah, J., Batanghari, U., & Putri, R. N. (2020). Indonesia dalam Menghadapi Pandemi Covid-19. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 20(2), 705–709. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v20i2.1010>
- [9] Isniah, S., Hardi Purba, H., & Debora, F. (2020). Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 4(1), 72–81. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v4i1.2186>
- [10] Krishnamoorthy, D., Fjalestad, K., & Skogestad, S. (2019). Optimal operation of oil and gas production using simple feedback control structures. *Control Engineering Practice*, 91(April), 104107. <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2019.104107>
- [11] Norouzi, N., Amalnick, M. S., & Moghaddam, R. T. (2017). Modified particle swarm optimization in a time-dependent vehicle routing problem: minimizing fuel consumption. *Optimization Letters*, 11(1), 121–134. <https://doi.org/10.1007/s11590-015-0996-y>
- [12] Purba, H. H., & Fathani, M. A. (2018). *Improving Quality By PDCA Approach with the Small Group Activity (SGA) Concept : A Case Study In Manufacturing Industry*. 7(8), 639–644.
- [13] Ramadhani, B. N. I. F., & Garside, A. K. (2021). Particle Swarm Optimization Algorithm to Solve Vehicle Routing Problem with Fuel Consumption Minimization. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 20(1), 1–10. <https://doi.org/10.25077/josi.v20.n1.p1-10.2021>
- [14] Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K. C., Carrillo-Gutiérrez, T., & Ravelo, G. (2018). Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to reduce the defects in the manufacturing industry. A case study. *Applied Sciences*, 8(11), 2181. <https://doi.org/10.3390/app8112181>
- [15] Saepudin, A. (2020). Optimalisasi Material Utama Pada Auto Transformator 100 MVA. *TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi Dan Informatika*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.37373/tekno.v7i1.2>
- [16] Setiawan, I., Kurnia, H., Setiawan, S., Purba, H. H., & Hernadewita, H. (2022). Reduce Transportation Costs Using the Milk-Run System and Dynamo Stages in the Vehicle Manufacturing Industry. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 5(2), 17–27. <https://doi.org/10.31181/oresta240622030s>
- [17] Setiawan, Setiawan, I., Jaqin, C., Prabowo, H. A., & Purba, H. H. (2021). Integration of Waste Assessment Model and Lean Automation to Improve Process Cycle Efficiency in the Automotive Industry. *Quality Innovation Prosperity*, 25(3), 48–64. <https://doi.org/10.12776/qip.v25i3.1613>
- [18] Sidik, R., Fitriawati, M., Mauluddin, S., & Nursikuwagus, A. (2018). Model Penerapan Algoritma Ant Colony Optimization (ACO) Untuk Optimasi Sistem Informasi Penjadwalan Kuliah. *Jurnal Teknologi Dan Informasi*, 8(2). <https://doi.org/10.34010/jati.v8i2.1257>
- [19] Slamet, A. S., & Dianti, E. K. (2022). Optimalisasi Persediaan Bahan Baku Kemasan dengan Metode

- Program Dinamis Algoritma Wagner Within. *Jurnal Manajemen Dan Organisasi*, 13(3), 213–232. <https://doi.org/10.29244/jmo.v13i3.37717>
- [20] Taufik, D. A., Setiawan, I., Wahid, M., Rochim, A., & Tosin, M. (2021). Integrasi Linear Regression dan Aggregate Planning untuk Perencanaan dan Pengendalian Produksi Leaf Spring Hino OW 190/200 di Industri Komponen Otomotif. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 13(2), 245. <https://doi.org/10.22441/oe.2021.v13.i2.023>
- [21] Trimarjoko, A., Wirani, A. P., & Purba, H. H. (2019). Perancangan dan pengembangan produk ban hemat bahan bakar, aman dan nyaman dengan pendekatan quality function deployment. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 11(2), 195–201.
- [22] Ubale, S. K., Lomte, S. V., & Kshirsagar, A. (2017). Analysis and Optimization of Fixture for the Welding of Automotive and Non-Automotive Components. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 3(3), 578–583.
- [23] WHO. (2021). *COVID-19: Occupational health and safety for health workers: interim guidance*. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-HCW_advice-2021-1
- [24] Wu, Q., Wang, X., He, Y. D., Xuan, J., & He, W. D. (2018). A robust hybrid heuristic algorithm to solve multi-plant milk-run pickup problem with uncertain demand in automobile parts industry. *Advances in Production Engineering And Management*, 13(2), 169–178. <https://doi.org/10.14743/apem2018.2.282>
- [25] Yuik, C. J., & Puvanasvaran, P. (2020). Development of Lean Manufacturing Implementation Framework in Machinery and Equipment SMEs. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(3), 157–169. <https://doi.org/10.24867/IJIEM-2020-3-261>