

## REDUKSI WASTE UNTUK MENINGKATKAN NILAI *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE)

Hari Supriyanto<sup>1\*</sup>, Rindi Kusumawardani<sup>2</sup> dan Ega Rizkyah

Departemen Teknik dan Sistem Industri/ FTIRS / Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Keputih Sukolilo, Surabaya

E-mail: [hariqive@ie.its.ac.id](mailto:hariqive@ie.its.ac.id), [rindi@its.ac.id](mailto:rindi@its.ac.id), [egarizkiyah@gmail.com](mailto:egarizkiyah@gmail.com)

### Abstrak

Aktifitas produksi merupakan aktifitas utama di dalam membentuk produk. Bila salah satu aktifitas mengalami kegagalan maka akan berpengaruh pada kapasitas produksi. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah meningkatkan efisiensi dari seluruh sumber daya perusahaan yang berdampak pada peningkatan kapasitas produksi. Permasalahan utama adalah bagaimana mengidentifikasi pemborosan yang mengakibatkan penurunan kualitas dan kapasitas produksi. Tujuannya adalah identifikasi waste yang paling berpengaruh, dan menentukan alternatif kebijakan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi dan kapasitas produksi. Diperoleh hasil bahwa nilai *availability* adalah 85%, *performance* adalah 89% dan nilai *quality* 88%. sehingga nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah 66.2%. Nilai ini memberI indikasi bahwa perlu dilakukan *improvement* pada proses produksi. Metoda yang dipakai untuk menyelesaikan permasalahan adalah dengan konsep *Lean Manufacturing*. Konsep ini menelusuri permasalahan inefisiensi dengan mencari waste (pemborosan) di sepanjang *value stream*. Dengan penelusuran *root cause analysis* (RCA) maka penyebab utama dari tiap kategori waste dapat ditemukan. Alternatif terbaik adalah pelatihan untuk *direct labor*, penjadwalan *maintenance* pada alat potong dan pengadaan pelatihan untuk *indirect labor*. Terjadi kenaikan nilai OEE dengan menerapkan alternatif terbaik yaitu sebesar OEE = 75%

**Kata kunci:** Efisiensi, OEE, *Lean Manufacturing*, Waste, RCA

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan pasar dan para pelaku industri selalu dituntut untuk terus meningkatkan kualitas dan layanan produk (A. O. Adeodu et al., 2020; Gadolin & Andersson, 2017). Kualitas produk yang baik dan konsisten dilakukan dengan cara membangun variabilitas produk yang semakin bagus untuk dapat memenuhi standar kualitas pasar (Taner et al., 2007).

Dalam proses produksi terdapat beberapa aktivitas yang mengindikasikan munculnya *waste* yang menyebabkan inefisiensi dan menurunnya kualitas dan kapasitas produksi (de Koning et al., 2006). *Waste* adalah indikasi adanya *non value added activity* (A. O. Adeodu et al., 2020; Gupta et al., 2018). Beberapa aktivitas tersebut adalah keterlambatan kedatangan bahan baku, *bottleneck* pada proses produksi, pencarian alat, *rework* produk, dan kerusakan pada produk. Rata-rata produk yang defect adalah lebih dari 5% dari total produksi. Prosentase ini adalah besar karena berhubungan dengan *cost of poor quality* (COPQ), diperoleh bahwa nilai COPQ mendekati angka 30% (Lander & Liker, 2007; Scharifi et al., 2019). Ketidak tepatan spesifikasi produk terlihat dari complain pelanggan yang tidak sedikit, selain *return* produk yang semakin bertambah. Untuk mengurangi bahkan menghilangkan *waste* tersebut maka diperlukan aplikasi dari konsep (A. O. Adeodu et al., 2020; Gupta et al., 2018).

Dari permasalahan di atas tujuan utama adalah mengetahui faktor yang dapat menurunkan efisiensi dan kapasitas produksi, mencari sebab terjadinya *waste* dan membangun alternatif solusi untuk mengurangi timbulnya *waste*. Fokus utama adalah implementasi konsep *Lean Manufacturing* untuk meningkatkan efisiensi yang akan berdampak pada peningkatan kapasitas produksi. Beberapa tools lain untuk membantu identifikasi waste adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Root Causes Analysis* (RCA) (Doskočil & Lacko, 2019; Pereira et al., 2019a; Wangen et al., 2017).

## 2. METODOLOGI

Salah satu metoda yang mampu mengidentifikasi *waste* (pemborosan) adalah *lean thinking* (Acero et al., 2020). Metoda ini memilah aktifitas dalam kategori *value added*, *necessary but non value added* dan *non value added*. *Waste* (pemborosan) merupakan gambaran adanya aktifitas yang tidak bernilai tambah (*non value added*). Untuk itu perlu diidentifikasi aktivitas-aktivitas yang

menyebabkan munculnya *non value added*. Tujuan utamanya adalah pengurangan *waste*. Untuk menghindari timbulnya gangguan proses produksi maka seluruh mesin produksi harus berfungsi dengan baik. Dengan penerapan *lean thinking* diharapkan bahwa perusahaan dapat melakukan perbaikan terhadap *waste* agar terjadi peningkatan *customer value* (A. Adeodu et al., 2021; van Strien et al., 2019).

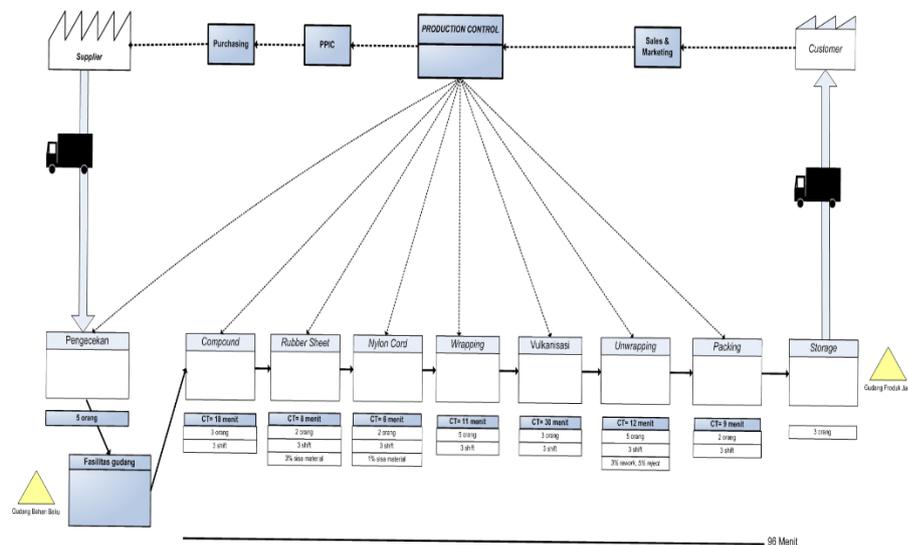
*Lean thinking* menyediakan cara untuk melakukan aktifitas lebih baik dengan melibatkan usaha manusia, peralatan, waktu dan ruang yang semakin berkurang tetapi semakin mampu memenuhi kebutuhan konsumen.

Metoda lain yang dapat mendukung perbaikan proses adalah mengetahui nilai dari *overall equipment effectiveness* (OEE). Tujuan pendekatan OEE adalah mengetahui *waste* atau *losses*. Nilai OEE terlihat dari tiga factor yaitu, pertama, nilai *availability* dikarenakan adanya *downtime* pada saat jam kerja, kedua, *performance* dikarenakan hasil *output* produk tidak sesuai dengan kecepatan kerja mesin dan adanya *bottleneck* pada proses produksi, ketiga, *quality* dikarenakan banyaknya barang yang *defect* (rusak) maupun *rework* (Pereira et al., 2019b).

Untuk memberi penekanan yang lebih baik pada *continous process improvement* maka *root cause analysis* (RCA) dipakai untuk mengidentifikasi akar penyebabnya

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Value stream mapping* adalah alat yang biasanya dipakai untuk memetakan proses disepanjang sistem produksi, tujuannya adalah untuk mengetahui proses yang tidak bernilai tambah. VSM untuk pembuatan produk dapat dilihat digambar 1.



Gambar 1. Value stream mapping pembuatan produk.

Untuk mengetahui pokok permasalahan maka penelusuran pertama dengan perhitungan *equipment effectiveness* (OEE). Pendekatan ini akan menelusuri *waste* dengan pendekatan *Six big losses*. Terdapat tiga factor pembentuk OEE yaitu *downtime losses*, *speed losses*, dan *defects or quality losses* (Pereira et al., 2019b).

*Downtime losses* terdiri dari dua macam *losses*, yaitu *breakdown losses* dan *setup and adjustment*.

*Speed losses* terdiri dari dua macam *losses* yang mengakibatkan *output* yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan *output* standard, yaitu *minor stopage* dan *speed losses*. *Minor stopage* terjadi karena mesin dihentikan atau menganggur, akibatnya terjadi *bottleneck* pada proses produksi. Faktor-faktor seperti, *bottleneck*. *speed losses* terjadi karena adanya penurunan kecepatan dari mesin atau fasilitas. Produksi (A . O. Adeodu et al., 2020).

*Defect or quality losses* terdiri dari dua macam *losses* yaitu *rework* dan *yield losses*.

Dengan menggunakan bantuan *template OEE calculation* diperoleh hasil perhitungan untuk nilai OEE kondisi sekarang, seperti pada tabel 1.

**Tabel 1. Template OEE calculation**

<b>Production data</b>						
<i>Shift length</i>	8	<i>Hours</i>	480	<i>Minute</i>		
<i>Breaks (short)</i>	2	<i>Breaks @</i>	15	<i>Minute each =</i>	30	<i>Minute</i>
<i>Break (meal)</i>	1	<i>Breaks @</i>	60	<i>Minute each =</i>	60	<i>Minute</i>
<i>Down time</i>	60	<i>Minute</i>				
<i>Ideal run rate</i>	18	<i>Pieces per minute</i>				
<i>Total pieces</i>	5281	<i>Pieces</i>				
<i>Reject pieces</i>	634	<i>Pieces</i>				
<b>Support variable</b>						
<b>Calculation</b>						
<i>Planned production time</i>	<i>Shift length - break</i>				390	<i>Minute</i>
<i>Operation time</i>	<i>Planned production time - downtime</i>				330	<i>Minute</i>
<i>Good pieces</i>	<i>Total pieces - reject pieces</i>				4647	<i>Pieces</i>
<b>OEE factor</b>						
<b>Calculation</b>						
<i>Availability</i>	<i>Operation time / planned production time</i>				<b>0.85</b>	
<i>Performance</i>	<i>(total pieces / operation time) / ideal run rate</i>				<b>0.89</b>	
<i>Quality</i>	<i>Good pieces / total pieces</i>				<b>0.88</b>	
<b>Overall OEE =</b>	<b>Availability * performance * quality =</b>				<b>0.662</b>	

Nilai *availability* dipengaruhi oleh *downtime* pada saat jam kerja. *Downtime* ini terdiri dari penggantian pisau pemotong dan *set up mesin*.

Buruknya nilai dari *performance* dikarenakan hasil *output* produk tidak sesuai dengan kecepatan kerja mesin. Beberapa hal yang diperhatikan adalah timbulnya *bottleneck* pada beberapa proses di sepanjang *value stream*.

Nilai *quality* dipengaruhi oleh banyaknya barang yang rusak dan terjadi proses ulang atau perbaikan. Kecacatan terjadi pada proses yang berakibat produk *rubber sheet* menjadi terlalu keras, potongan *rubber sheet* kurang baik, produk berlubang, dan tekanan produk tidak sesuai dengan spesifikasi.

Berdasarkan nilai dari *Availability*, *Performance*, dan *Quality* maka nilai OEE adalah

$$OEE = Availability * Performance * Quality = 85\% * 89\% * 88\% = 66,2\%$$

Nilai OEE tersebut tergolong di dalam nilai yang rendah. Terdapat indikasi adanya *waste* atau *losses* yang tinggi sekali (Pereira et al., 2019b).

Dari identifikasi sebelumnya didapat tiga kategori *waste* yang dinilai paling berpengaruh terhadap efisiensi yaitu *waiting*, *defect*, dan *Inappropriate Processing*, seperti ditunjukkan pada tabel 2.

*Waiting waste* terindikasi dengan adanya periode menunggu dari pekerja, mesin ataupun material sehingga pekerja atau mesin menganggur (*ilde*). Proses *idle* dapat dikarenakan oleh kapasitas mesin antar mesin yang tidak seimbang, mesin yang digunakan dalam keadaan macet, rusak, atau kondisi *set up* mesin yang berbeda.

*Defects waste* merupakan kerusakan atau cacat pada produk yang terjadi pada proses produksi. Cacat pada produk yang muncul diantaranya adalah *rubber sheet* terlalu keras, potongan *rubber sheet* kurang baik, produk berlubang, dan tekanan produk tidak sesuai sehingga hasil akhir produk tidak sesuai dengan spesifikasi.

*Inappropriate Processing* terlihat dari proses yang dilakukan secara berlebih ataupun kesalahan dalam menerapkan prosedur. Ini terlihat pada proses pemotongan selang banyak terjadi kesalahan sehingga diperlukan pengulangan pemotongan.

*Over production waste* merupakan hasil produksi yang berupa barang atau produk dalam jumlah yang berlebih yang disebabkan karena adanya kesalahan dalam melakukan perencanaan produksi.

*Underutilized People* terlihat dari pekerja yang kurang memiliki keahlian dalam merawat mesin, kurang mengetahui bahkan melanggar *system operating procedure* dalam proses produksi.

**Tabel 2. Identifikasi waste yang berpengaruh**

Jenis Waste	Peringkat								Bobot	Ranking
	1	2	3	4	5	6	7	8		
<i>Waiting</i>	9	1	2	1	1	1	0	0	88	0,21
<i>Defect</i>	1	5	7	0	0	1	1	0	75	0,18
<i>Inappropriate Processing</i>	1	5	3	5	1	0	0	0	75	0,18
<i>Excessive Transportation</i>	1	1	3	6	3	0	1	0	62	0,15
<i>Overproduction</i>	1	2	0	2	4	5	0	1	49	0,12
<i>Over Inventory</i>	2	1	0	0	2	4	6	0	40	0,10
<i>Excessive Motion</i>	0	0	0	1	5	0	4	5	23	0,05
<i>Underutilized People</i>	0	0	0	0	0	3	3	9	9	0,02
Bobot	7	6	5	4	3	2	1	0	421	1,00

Berdasarkan pengolahan data, didapat tiga kategori *waste* yang paling berpengaruh terhadap efisiensi yaitu *waiting*, *defect*, dan *Inappropriate Processing*. Untuk lebih mengetahui akar penyebab masalah munculnya *waste* maka diidentifikasi dengan *root cause analysis* (RCA) (Bhattacharya et al., 2014; Wangen et al., 2017). Misalnya *defect waste* memiliki beberapa *sub waste*, yaitu *rubber sheet* tidak bisa diproses, potongan *rubber sheet* kurang baik, dan selang bocor, seperti terlihat pada tabel 3 di bawah ini.

**Tabel 3. Root cause analisis dari defect waste**

Waste	sub waste	why 1	why 2	why 3	why 4
<i>Defect</i>	<i>Rubber sheet</i> tidak bisa diproses	<i>Rubber sheet</i> terlalu keras	<i>rubber sheet</i> terlalu panas	proses penggilingan terlalu lama	kelalaian pekerja bagian pembuatan <i>rubber sheet</i>
	Potongan <i>Rubber sheet</i> kurang baik	mata pisau potong tumpul	tidak dilakukan perbaikan/ penggantian mata pisau	<i>spare part</i> mata pisau tidak tersedia	tidak ada kebijakan <i>inventory spare part</i>
	Selang Bocor	terdapat bagian yang berlubang	pelilitan <i>nylon cord</i> kurang baik pemisahan pipa <i>mandrell</i> dengan <i>rubber hose</i> kurang baik	melanggar prosedur proses <i>wrapping</i> melanggar prosedur proses <i>un-wrapping</i>	kelalaian pekerja bagian <i>wrapping</i> kelalaian pekerja bagian <i>unwrapping</i>

*Waste* dengan kategori *waiting* pada proses produksi *rubber hose* ini memiliki beberapa *sub waste*, yaitu menunggunya *nylon cord* pada bagian *wrapping* dan menunggu bagian penggulangan dan *packaging*. Berikut di tabel 4, merupakan akar penyebab dari *sub waste* untuk kategori *waiting*.

Dengan pendekatan *failure mode and effect analisis* (FMEA) maka setiap *waste* dapat dinilai berdasarkan *risk priority number* (RPN) (Kinagi, 2014; Pareek et al., 2012). Dengan demikian seluruh resiko dapat di-*ranking* dan resiko tertinggi adalah prioritas tertinggi yang dapat dipakai sebagai acuan untuk membangun alternatif perbaikan. Selanjutnya diambil 3 (tiga) nilai RPN yang dimulai dari nilai tertinggi yaitu, pengadaan pelatihan pada *direct labor*, penjadwalan *maintenance* untuk mata pisau alat pemotong, pengadaan pelatihan pada *indirect labor* (pekerja bagian PPC).

Setiap alternatif dan kombinasi alternatif harus dinilai dari dua sisi, yaitu peformansi alternatif dan berapa biaya alternatif bila alternatif tersebut dijalankan.

**Tabel 4. Root cause analisis dari waiting waste**

waste	Sub waste	why 1	why 2	why 3	why 4	why 5
iting	bagian wrapping menunggu nylon cord	nylon cord belum tersedia	rubber sheet belum tersedia	compound belum tersedia	proses compound lama	bahan baku tidak tertata
				pemotongan rubber tidak benar	mata pisau tidak tajam	maintenance tidak terjadwal
	divisi packaging menunggu produk	produk belum tersedia	produk belum selesai di proses	rework produk	kesalahan prosedur	kelalaian pekerja
				belum tersedia pipa mandrell	pipa mandrell belum dapat divulkanisasi	kapasitas mesin tidak cukup

Untuk penilaian performansi dari tiap alternatif diperlukan kriteria penilaian. Kriteria penilaian berikut ini diperoleh dari analisa terhadap penyebab utama waste dengan RCA, yaitu kemampuan alternatif menaikkan kualitas produk, kemudahan dan ketersediaan peralatan, dan kemampuan penurunan waste.

Pada Tabel 5 berikut ini merupakan nilai performansi dan biaya serta value untuk masing-masing alternatif dan kombinasi alternatif untuk menentukan kebijakan perbaikan (Laosirihongthong et al., 2018; van Strien et al., 2019).

**Tabel 5. Value untuk masing-masing alternatif kebijakan perbaikan**

no.	alternatif	performance	cost *(Rp.10 000)	value
0	awal	9.5	49.87	1
1	1	21.5	50.87	2.2
2	2	16.4	49.06	1.73
3	3	14.4	51.21	1.52
4	1,2	24.7	50.06	2.54
5	1,3	22.3	52.25	2.25
6	2,3	22.9	51.29	2.34
7	1,2,3	27	52.28	2.71

Dari tabel 5, selanjutnya diambil tiga alternatif yang memiliki value tertinggi. Value yang tertinggi pertama adalah pada alternatif 7, yang merupakan alternatif kebijakan pembuatan SOP dan pelatihan untuk direct labor, penjadwalan maintenance pisau alat potong dan pengadaan pelatihan untuk indirect labor (PPC).

Value yang tertinggi kedua adalah pada alternatif 4 yang merupakan alternatif kebijakan pembuatan SOP dan pengadaan pelatihan untuk direct labor dan penjadwalan maintenance mata pisau alat potong. Value yang tertinggi ketiga adalah pada alternatif 6 yang merupakan alternatif kebijakan perbaikan dengan penjadwalan maintenance mata pisau alat potong dan pengadaan pelatihan untuk indirectlabor (PPC).

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Nilai OEE adalah sebesar 0,662 atau 66,2%, yang menggambarkan terdapat *losses* dan *waste* yang tinggi.
2. *Waste* yang paling berpengaruh adalah *waste* kategori *waiting*, *defect*, dan *excessive motion*.
3. Alternatif kebijakan perbaikan yang terpilih adalah pembuatan SOP dan pelatihan untuk *direct labor*, penjadwalan *maintenance* mata pisau alat potong dan pengadaan pelatihan untuk *indirect labor* (PPC).
4. Terjadi kenaikan nilai OEE dengan menerapkan alternatif terbaik yaitu sebesar OEE = 75%

#### DAFTAR PUSTAKA

- Acerro, R., Torralba, M., Pérez-Moya, R., & Pozo, J. A. (2020). Value stream analysis in military logistics: The improvement in order processing procedure. *Applied Sciences (Switzerland)*, *10*(1). <https://doi.org/10.3390/app10010106>
- Adeodu, A., Kanakana-Katumba, M. G., & Rendani, M. (2021). Implementation of lean six sigma for production process optimization in a paper production company. *Journal of Industrial Engineering and Management*, *14*(3), 661–680. <https://doi.org/10.3926/jiem.3479>
- Adeodu, A. O., Kanakana-Katumba, M. G., & Maladzhi, R. (2020). Implementation of lean six sigma (Lss) methodology, through dmaic approach to resolve down time process; a case of a paper manufacturing company. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, *59*(February), 37–47.
- Bhattacharya, J., Pharmaceutics, M. P., Hrm, M. B. A., & Management, M. P. (2014). Root Cause Analysis – A Practice to Understanding and Control the Failure Management in Manufacturing Industry. *International Journal of Business and Management Invention*, *3*(10), 12–20.
- de Koning, H., Verver, J. P. S., van den Heuvel, J., Bisgaard, S., & Does, R. J. M. M. (2006). Lean six sigma in healthcare. *Journal for Healthcare Quality : Official Publication of the National Association for Healthcare Quality*, *28*(2), 4–11. <https://doi.org/10.1111/j.1945-1474.2006.tb00596.x>
- Doskočil, R., & Lacko, B. (2019). Root cause analysis in post project phases as application of knowledge management. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(6). <https://doi.org/10.3390/su11061667>
- Gadolin, C., & Andersson, T. (2017). Healthcare quality improvement work: a professional employee perspective. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, *30*(5), 410–423. <https://doi.org/10.1108/IJHCQA-02-2016-0013>
- Gupta, V., Jain, R., Meena, M. L., & Dangayach, G. S. (2018). Six-sigma application in tire-manufacturing company: a case study. *Journal of Industrial Engineering International*, *14*(3), 511–520. <https://doi.org/10.1007/s40092-017-0234-6>
- Kinagi, P. (2014). *a Development of Quality in*. *1*(1), 31–36.
- Lander, E., & Liker, J. K. (2007). The Toyota Production System and art: Making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research*, *45*(16), 3681–3698. <https://doi.org/10.1080/00207540701223519>
- Laosirihongthong, T., Adebajo, D., Samaranayake, P., Subramanian, N., & Boon-itt, S. (2018). Prioritizing warehouse performance measures in contemporary supply chains. *International Journal of Productivity and Performance Management*, *67*(9), 1703–1726. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-03-2018-0105>
- Pareek, P. K., Nandikolmath, T. V., & Gowda, P. (2012). FMEA implementation in a foundry in bangalore to improve quality and reliability. *International Journal of ...*, *1*(2). <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.439.7559&rep=rep1&type=pdf>
- Pereira, A. M. H., Silva, M. R., Domingues, M. A. G., & Sá, J. C. (2019a). *Lean Six Sigma Approach to Improve the Production Process in the Mould Industry: a Case Study*. *1745*, 103–121. <https://doi.org/10.12776/QIP.V23I3.1334>
- Pereira, A. M. H., Silva, M. R., Domingues, M. A. G., & Sá, J. C. (2019b). Lean six sigma approach

- to improve the production process in the mould industry: A case study. *Quality Innovation Prosperity*, 23(3), 103–121. <https://doi.org/10.12776/QIP.V23I3.1334>
- Scharifi, E., Danilenko, A., Weidig, U., & Steinhoff, K. (2019). Influence of plastic deformation gradients at room temperature on precipitation kinetics and mechanical properties of high-strength aluminum alloys. *Journal of Engineering Research and Application*, 9(1), 24–29. <https://doi.org/10.9790/9622>
- Taner, M. T., Sezen, B., & Antony, J. (2007). An overview of six sigma applications in healthcare industry. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 20(4), 329–340. <https://doi.org/10.1108/09526860710754398>
- van Strien, J., Gelderman, C. J., & Semeijn, J. (2019). Performance-based contracting in military supply chains and the willingness to bear risks. *Journal of Defense Analytics and Logistics*, 3(1), 83–107. <https://doi.org/10.1108/jdal-10-2017-0021>
- Wangen, G., Hellesen, N., Torres, H., & Braekken, E. (2017). An Empirical Study of Root-Cause Analysis in Information Security Management Gaute. *The 11th International Conference on Emerging Security Information, Systems, and Technologies*, c, 26–33. <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2484055%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/319753715>