

Usulan Dalam Mereduksi Kegagalan Untuk Perbaikan Kualitas Pada *Industrial Automation*

An idea for Reducing Failure to Improve Quality in Industrial Automation

Tosty Maylangi Sitorus

Program Studi Teknik Industri Agro Politeknik ATI Padang
Jalan Bungo Pasang, Tabing, Padang, 25171
Email: tosty.sitorus@poltekatipdg.ac.id

ABSTRAK

Salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang *industrial automation* di Indonesia melakukan produksi untuk pemenuhan kebutuhan *sparepart* mesin atau robot otomasi industri, dan untuk memenuhi kebutuhan perusahaan memanfaatkan teknik *linear guide* yang terdapat pada mesin 3D Printer. Terdapat ketidaksesuaian yang ditemukan oleh konsumen, dimana kualitas *hand connector* yang dihasilkan memiliki kekurangan pada kerapihan, ini terlihat dari jumlah komplain yang meningkat dimana diluar batasan komplain perusahaan per bulan. Dengan menggunakan metode *statistical process control* (SPC), *cause and effect diagram*, dan metode 5W+1H seperti pada penelitian terdahulu, akan ditentukan usulan perbaikan pada produksi *hand connector* pada mesin 3D Printer. Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, 2 titik yang mendekati batas kendali (UCL) pada *chart - P*, yaitu pada data observasi ke-5 dan ke-10. Hal ini menunjukkan terdapat ketidaksesuaian pada produk yang dihasilkan. Penyebab ketidaksesuaian didapatkan berdasarkan faktor, yaitu: Mesin (kondisi mesin yang tidak optimal); Metode (pengerjaan design yang membutuhkan ide baru untuk memenuhi kebutuhan konsumen); Material (PLA tidak sesuai *standard* dan *Expired*); Manusia (tidak bekerja sesuai SOP dan pekerja tidak dalam kondisi prima); Lingkungan (*tingkat kelembaban yang tinggi*). Usulan perbaikan didapatkan dengan metode 5W+1H.

Kata Kunci : Perbaikan Kualitas, *industrial automation*, SPC, Cause and Effect Diagram, 5W + 1H

ABSTRACT

One of the leading automation companies in Indonesia is producing production to meet the needs of industrial automation or robot parts, and to meet the needs of companies using the linear guidance techniques available on 3D Printers. There is a noticeable difference in consumer behavior, where the quality of hand-held connectors is poor, which is reflected in the increase in the number of complaints that exceed the company's monthly limit. Using the process control statistics (SPC) method, cause and effect, and the 5W+1H method as in the previous study, the proposed improvements will be determined by the production of hand connectors on 3D Printers. Based on the results of the study, 2 points approached the control limit (UCL) on the P chart, which is the 5th and 10th observation data. This indicates that there is a mismatch in the product being produced. Causes of differentiation are derived based on the following factors: Engine (non-optimal machine condition); Methods (design work that requires new ideas to meet customer needs); Material (PLA does not meet standard and Expiration); Human (does not work according to SOP and employees are not in prime condition); Environment (high humidity level). The proposed improvement is obtained by the 5W + 1H method.

Keywords: *Quality Improvement, Industrial Automation, SPC, Cause and Effect Diagram, 5W+1H*

Pendahuluan

Kualitas mempengaruhi nilai jual suatu produk, dimana nilai jual dipengaruhi oleh

kemampuan produk dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Untuk mempertahankan kualitas produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen diperlukan pengendalian terhadap sistem proses dari produk

tersebut, dan perbaikan terhadap ketidak sesuaian yang ditemukan dalam produk ataupun proses. Pengendalian dan perbaikan dilakukan terhadap keseluruhan bagian dari awal hingga akhir proses. Pengendalian dan perbaikan kualitas menjadi filosofi produsen masa kini, hal ini dilihat melalui jurnal-jurnal penelitian terhadap perbaikan kualitas di suatu perusahaan.

De macedo, *et al* pada tahun 2016 menggunakan alat-alat kontrol kualitas yang dalam hal ini SPC, *cause and effect diagram*, dan 5W+1H untuk mendefinisikan, mengukur, menganalisis, dan mengusulkan solusi untuk anomali yang ditemukan pada industri mebel. Menemukan ketidak sesuaian eksternal yaitu konsumen lebih banyak dibandingkan ketidak sesuaian internal yaitu produsen. Abu Jor, *et al* pada tahun 2018 mengaplikasikan six sigma dengan alat kualitas *Cause and effect diagram* dan 5W+1H untuk mengurangi kesalahan dan meningkatkan kualitas dalam produksi sepatu (alas kaki) karena menghasilkan cacat atau kesalahan yang besar dan variasi di industri sepatu Bangladesh. Berdasarkan hasil pengukuran terdapat sekitar 8.870 pasang sepatu yang ditolak per tahun (96,89% penerimaan) menunjukkan tingkat sigma 3,2. Beatrix, *et al* pada tahun 2019 melakukan penelitian pada PT. ABC yang merupakan produsen sepatu olahraga yang bermasalah dengan sepatu ikatan, dimana tidak mencapai standar perusahaan di tahun 2017. Peningkatan kualitas sepatu ikatan dilakukan menggunakan metode *Quality Control Circle* (lembar periksa, diagram Pareto, tulang ikan diagram, dan 5W+1H). Diperoleh persentase peningkatan uji kualitas ikatan sebesar 21,15%. Setelah melakukan analisis persentase pengikatan semen uji meningkat pada midsole menjadi 5,18%. Dharma, *et al* (2019) melihat ketidaksesuaian kualitas benang pada mesin *Ring Spinning* adalah ketidakmerataan pada benang yang menyatakan jumlah deviasi massa/panjang. peningkatan kualitas dilakukan menggunakan analisis pareto dan *Cause and effect diagram*. Setelah pengujian didapatkan persentase ketidakrataan 10,74% (standar 9,92%). Melalui pengamatan teknis ditemukan permukaan *roll* atas tidak rata dan ini adalah penyebab tingkat ketidakrataan yang tinggi pada Benang P/V 30. Solusi yang didapat secara teknis dengan menggiling gulungan teratas. Hasilnya, peningkatan kualitas dilihat dari tingkat ketidakrataan telah menurun hingga 9,28% (sesuai standar).

Industrial automation terdapat di Indonesia melakukan produksi untuk pemenuhan kebutuhan *sparepart* mesin atau robot otomatisasi industri untuk memenuhi kebutuhan perusahaan manufaktur dengan memanfaatkan teknik linear guide yang terdapat pada

mesin 3D *Printer*. Pemanfaatan teknik ini adalah pengurangan biaya pembuatan, penghematan waktu, serta hasil yang akurat sesuai dengan kebutuhan karena hasil *design* yang dicetak sendiri. Terdapat ketidak sesuaian yang ditemukan oleh konsumen, dimana kualitas *hand connector* yang dihasilkan memiliki kekurangan pada kerapian sehingga hasil produksi tidak sesuai dengan keinginan konsumen. hal ini dilihat dari jumlah komplain pada bagian *hand connector* yang meningkat dari tahun 2017 – 2019. Batas toleransi komplain pelanggan yang ditetapkan oleh perusahaan adalah 2 komplain per bulan, sedangkan terdapat jumlah komplain pelanggan pada tahun 2019 yang melebihi batas toleransi. Hal ini memerlukan perbaikan serta pengendalian terhadap kualitas proses, berdasarkan penelitian terdahulu dengan diagram Ishikawa atau yang biasa dikenal dengan *Cause and effect diagram* akan ditentukan akar penyebab masalah untuk kemudian diperbaiki menggunakan 5W+1H pada produksi *hand connector* di mesin 3D *Printer* yang merupakan bagian dari proses, dimana dilakukan analisa menggunakan SPC untuk memperkuat terjadinya ketidak sesuaian dan melihat kemampuan proses sebagai acuan ketika sudah dilakukan perbaikan.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini termasuk kedalam deskriptif eksploratif dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data primer yaitu wawancara dengan pihak perusahaan industrial automation mengenai kondisi proses ataupun lingkungan kerja. Kemudian data sekunder yaitu jumlah produk pada bagian produksi *hand connector* untuk bagian 3D printer, informasi mengenai perusahaan, dan literatur yang berasal dari buku serta jurnal sebagai referensi. Populasi penelitian ini adalah produk dari perusahaan industrial automation pada produksi *hand connector* untuk bagian 3D *printer* dengan jumlah populasi atau produk ± 20 per bulan pada perusahaan, dengan pengambilan sampel pengujian pada semua produk yang dihasilkan sehingga akan terdeteksi *defect* pada produk bulan Desember 2019 – Maret 2020.

Teknik analisis data penelitian ini dilakukan dengan menggunakan uji normalitas Uji normalitas dilakukan dengan melakukan pengumpulan data di *industrial automation* pada produksi *hand connector* untuk bagian 3D printer kemudian data dianalisis dengan bantuan *software* SPSS. Uji normalitas yang digunakan adalah jenis **Kolmogorov – Smirnov** dengan ketentuan, bila probabilitas (p) yang

diperoleh melalui perhitungan $< 0,05$ berarti sebaran data variable tidak normal dan sebaliknya.

Jika hasil sebaran data normal, maka akan dilanjutkan dengan Analisis *Statistical Process Control* (chart – P) metode ini juga digunakan dengan tujuan yang sama oleh Lim, *et al* (2016) dan Zasadzień serta Mido (2018). Pada peta kontrol P, sampel yang diambil berjumlah berbeda-beda atau bervariasi dengan langkah perhitungan sebagai berikut:

1. Tentukan nilai P sebagai CL, dimana P merupakan jumlah cacat per sampel
2. Tentukan nilai Sp melalui persamaan berikut:

$$Sp = \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} \quad (1)$$
3. Tentukan UCL dengan persamaan berikut:

$$UCL = P + 3SP \quad (2)$$
4. Tentukan LCL dengan persamaan berikut:

$$LCL = P - 3SP \quad (3)$$

Namun pembuatan peta kontrol pada penelitian ini menggunakan *software* MINITAB.

Ketidak sesuaian yang ditemukan, akan ditentukan penyebabnya dengan menggunakan analisis *cause and effect diagram* dengan 5 faktor yaitu: *man, machine, material, method, dan environment*. Penentuan perbaikan dari penyebab ketidak sesuaian yang didapatkan dari analisa *cause and effect diagram* untuk mengurangi *defect* pada proses produksi. Analisa 5W+1H sebagai penentu usulan perbaikan dilakukan dengan melakukan wawancara dengan pihak terkait dari perusahaan. metode ini juga digunakan dengan tujuan yang sama oleh Knop, K., & Mielczarek, K (2018), Adhikari, S, *et al* (2017), dan Afzaal, N, *et al* (2015).

Hasil dan Pembahasan

Uji normalitas merupakan langkah awal dalam melakukan analisis data. Hasil pengujian dengan One-Sample Kolmogorov - Smirnov untuk jumlah sampel (n) dan jumlah cacat (c) adalah 0,868 dan 0,964 oleh karna itu data variable terdistribusi normal. Hal ini ditunjukkan dari hasil perhitungan $> 0,05$.

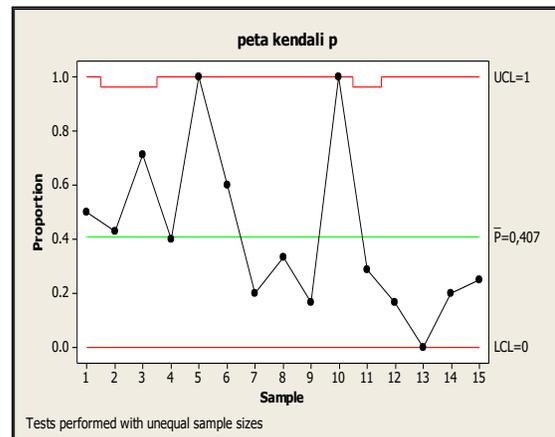
Analisis Statistical Process Control (Chart – P)

Berdasarkan pengambilan data periode Desember 2019 - Maret 2020, didapatkanlah data jumlah produk dan cacat pada unit produk mesin 3D printer seperti pada Tabel 1 dan dengan menggunakan *software* Microsoft Excel, didapatkanlah Gambar 1 berikut yang menunjukkan terdapat produk yang diluar kendali.

Terdapat terdapat 2 titik yang berada batas kendali (UCL), yaitu pada data observasi ke-5 dan ke-10. Pada observasi ke-13 berada pada batas kendali (LCL), namun jika dilihat pada Tabel 1 tidak terdapat cacat pada observasi ke-13. 2 titik yang berada pada batas kendali (UCL) menunjukkan terdapat ketidak sesuaian pada produk yang dihasilkan sehingga perlu dilakukan perbaikan dan pengendalian jumlah cacat terhadap produk.

Tabel 1. Jumlah Produk & Cacat Pada Produk

Observasi	Jumlah produk (n)	Jumlah Cacat (c)
1	4	2
2	7	3
3	7	5
4	5	2
5	4	4
6	5	3
7	5	1
8	6	2
9	6	1
10	5	5
11	7	2
12	6	1
13	5	0
14	5	1
15	4	1



Gambar 1. P-Chart untuk data periode Desember 2019 -
Maret 2020

Analisa Cause and Effect Diagram

Penyebab *defect* yang terjadi pada produk 3D Printer dicari dengan menggunakan teknik *brainstorming* hal ini dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan dan hasilnya dapat diplotkan ke dalam *cause and effect diagram*. Faktor penyebab *defect* dibagi ke dalam lima faktor utama, yaitu:

1. Mesin, pada factor ini penyebabnya yaitu kondisi mesin yang tidak optimal yang disebabkan karena kurang perawatan atau overhaul. Mesin berperan sangat penting terhadap hasil cetak, kurangnya perawatan terhadap mesin dapat menyebabkan part-part mesin aus (kurang *grease/oli*) sehingga menghambat pergerakan mesin, posisi sensor yang bergeser dari tempatnya, baut-baut yang sudah mengendur, *timing belt* yang sudah kendur maupun sisa-sisa material yang terselip pada mesin sehingga berkurangnya akurasi dari pergerakan mesin sehingga mengakibatkan hasil cetak *connector* kurang rapi bahkan jika kondisi-kondisi tersebut telah fatal dapat menyebabkan gagal cetak.
2. Metode, penyebab factor ini adalah kesalahan teknik dalam pembuatan *product design* dari *connector* robot karena factor pengerjaan design yang membutuhkan ide baru untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Akibat yang ditimbulkan dari kesalahan Teknik pembuatan *product design* dapat mengakibatkan hasil cetak 3D print *connector* robot kurang rapi karena kesalahan proporsi *design* dengan tingkat *accuracy* dari mesin 3D printer (0,2 mm). Contoh, *design connector* yang dibuat lebih kecil dari 0,2 mm pada salah satu bagiannya atau kurang proporsional jarak antara satu bagian dengan bagian lainnya dapat berpengaruh karena mengakibatkan pergerakan nozzle printer sangat extreme.
3. Material, terdapat 2 penyebab dari factor material, yaitu:
 - a. Material PLA yang digunakan tidak sesuai standar dengan alasan karena ingin menghemat cost atau karena PLA (material 3d printer) yang sesuai standar sedang habis di pasaran.
 - b. Material PLA yang telah expired. Penggunaan material yang tidak sesuai standar ataupun material yang telah expired berefek pada hasil

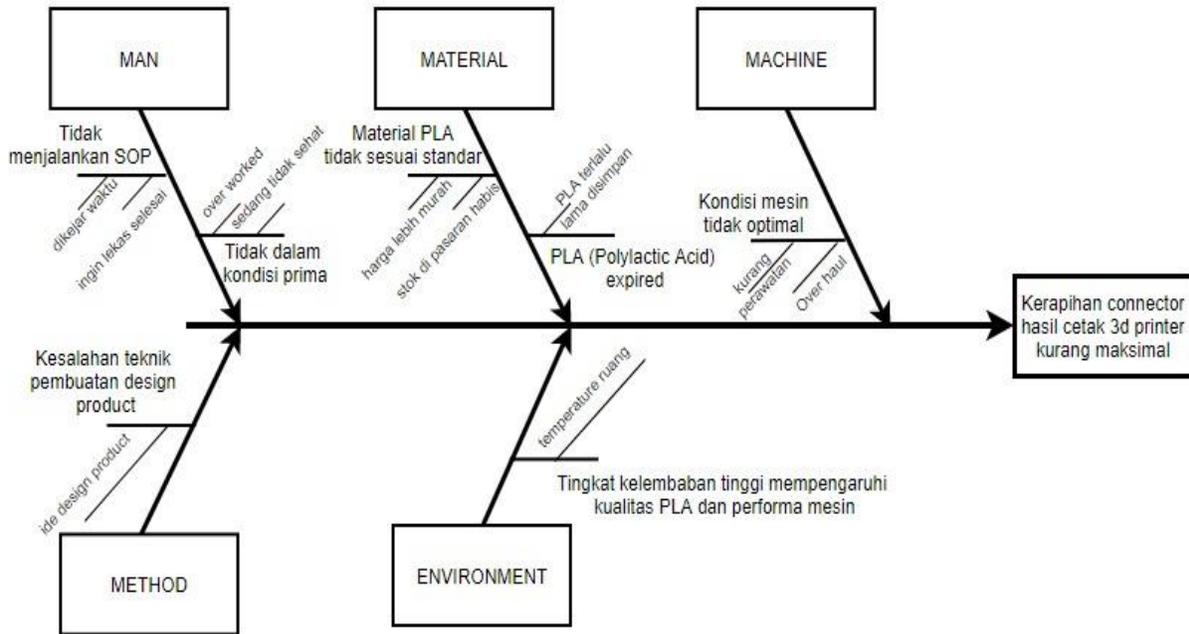
cetak yang tidak rapih karena tidak optimal dalam proses heating material.

4. Manusia, terdapat 2 penyebab dari factor manusia, yaitu:
 - a. Tidak menjalankan SOP, karena dikejar waktu dan / atau ingin lekas selesai. Hal ini akan membuat kerapihan hasil cetak *connector* dari 3D printer tidak maksimal, karena kesalahan step atau prosedur dapat berakibat fatal baik pada mesin maupun hasil cetak.
Berikut contoh SOP yang tidak dijalankan:
“ Tidak dilakukan *setting up* mesin, jika saat akan mencetak 3D print set up tidak sesuai dengan standar, seperti *leveling bed* (tatakan 3D print) tidak pas maka akan menimbulkan objek yang dicetak tidak menempel sempurna pada bed printer sehingga kemungkinan terjadi pergeseran cetakan. Selain itu jika *setting* mesin pada bagian *temperature nozzle* tidak ideal (220°) maka material tidak leleh dengan sempurna dan akan berefek pada hasil print yang tidak rapih. Kemudian jika *setting bed temperature* tidak ideal (60°) akan berakibat pada bentuk dasar dari objek 3D yang dicetak, dimana jika *over heat* objek 3D tersebut menjadi melengkung pada bagian dasarnya dan sebaliknya jika *less heat* maka *base layer* tidak tercetak dengan sempurna. Terakhir jika *setting* sensor dengan motor, *timing belt* dan *threads* tidak sesuai maka akan berefek pada tidak presisinya koordinat pencetakan objek sehingga bentuk yang dihasilkan tidak sesuai design atau bahkan gagal cetak karena mal posisi”.
Hal-hal diatas disebabkan oleh target waktu penyelesaian yang singkat dan tidak sesuai dengan pengerjaan dengan SOP akibat pekerja yang tidak ingin menunggu.
 - b. Manusia atau pekerja tidak dalam kondisi prima, yang disebabkan karena kondisi kesehatan atau karena kelelahan akibat *overworked* maupun karena waktu menunggu sehingga mengakibatkan manusia tidak konsentrasi terhadap pekerjaannya tanpa memperhatikan standar yang berlaku.
5. Lingkungan, disebabkan oleh tingkat kelembaban yang tinggi karena temperature ruang yang fluktuatif atau *unstable*. Temperatur ruang berpengaruh terhadap tingkat kerapihan hasil cetak 3D *connector* robot karena efek dari temperature ruang yang sangat lembab atau berubah-ubah mempengaruhi tingkat getas dan daya leleh dari material 3D printer (PLA). Hal ini

terlihat ketika dipanaskan oleh mesin material dimana tidak leleh dengan sempurna sehingga proses cetak *connector* tidak rata dan menimbulkan efek hasil cetak yang berantakan

Untuk memperbaiki ketidak sesuaian yang ditemukan, maka diberikanlah usulan perbaikan yang didapatkan melalui *brainstorming* dengan pekerja dan pihak manajemen seperti pada Tabel 2.

Analisis 5W + 1H



Gambar 2. Cause and Effect Diagram

Tabel 2. Analisis 5W+1H

NO	FAKTOR	WHAT	WHY	WHERE	WHEN	WHO	HOW
1	mesin	heater tidak stabil	komponen sensor temperature rusak	mesin 3D printer	Mei 2020	maintenance engineering	1. membongkar mesin 3d printer 2. melakukan pengecekan dan mengganti komponen yang rusak
2	mesin	extruder mampet	kurang perawatan dan pembersihan mesin	mesin 3D printer	Mei 2020	maintenance engineering	1. cek extruder mesin 2. panaskan mesin dan bersihkan dengan lubricant

3	mesin	level bed printer tidak stabil	1. settingan kurang presisi 2. guncangan pada mesin	mesin 3D printer	Mei 2020	1. operator 3D printer 2. maintenance engineering	1. set ulang bed leveling 2. pastikan tidak ada disturbance pada mesin
4	metode	kesalahan step	tidak mengikuti SOP	mesin 3D printer	Mei 2020	1. operator 3D printer 2. maintenance engineering	1. membaca prosedur sebelum bekerja 2. budayakan mematuhi prosedur

Lanjutan Tabel 2. Analisis 5W+1H

5	material	PLA (Polylactic Acid) getas	temperature ruang terlalu lembab	mesin 3D printer	Mei 2020	operator 3d printer maintenance engineering	melakukan setting suhu ruang yang sesuai dengan kebutuhan PLA meletakkan bulir penyeimbang kelembaban pada area material
6	material	PLA di ekstruder mampet	1. gulungan PLA rusak 2. bearing penarik PLA dol	Area produksi connector	Mei 2020	maintenance engineering	1. memastikan roller PLA terpasang dengan benar 2. memastikan limit sensor berfungsi dan mengganti jika komponen rusak 3. mengganti bearing yang rusak
7	Manusia	pekerja baru atau karyawan baru	masih proses OJT	area produksi connector	Mei 2020	operator 3d printer	melakukan training prosedur SOP mesin
		mengabaikan sop sebelum bekerja	dikarenakan mengejar target produksi	area produksi connector	Mei 2020	operator 3d printer	melakuakn training SOP tentang pentingnya mematuhi prosedur
8	lingkungan	temperature lembab	sulit dalam produksi pada malam hari	area produksi connector	Mei 2020	operator 3D printer maintenance engineering	melakukan pengecekan temperature ruang

KESIMPULAN

Didapatkan penyebab ketidak sesuaian pada 5 faktor, yaitu mesin karena kondisi mesin yang tidak optimal yang disebabkan karena kurang perawatan atau overhaul, metode karena kesalahan teknik dalam pembuatan *product design* dari *connector* robot karena factor pengerjaan *design* yang membutuhkan

ide baru untuk memenuhi kebutuhan konsumen, material , disebabkan oleh material PLA yang digunakan tidak sesuai standar dengan alasan karena ingin menghemat cost atau karena PLA (material 3d printer) yang sesuai standar sedang habis di pasaran dan material PLA yang telah *expired*, manusia karena tidak menjalankan SOP akibat dikejar waktu dan / atau ingin lekas selesai dan manusia atau

pekerja tidak dalam kondisi prima yang disebabkan karena kondisi kesehatan atau karena kelelahan akibat *overworked* maupun karena waktu menunggu sehingga mengakibatkan manusia tidak konsentrasi terhadap pekerjaannya tanpa memperhatikan standar yang berlaku, lingkungan karena tingkat kelembaban yang tinggi karena temperature ruang yang fluktuatif atau *unstable*.

Didapatkan usulan perbaikan dengan metode 5W+1H yang dapat dari brainstorming dengan pekerja terhadap 5 faktor penyebab ketidak sesuaian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu Jor, M., Alam, S., & Alam, M. J., "Application of Six Sigma Concept in Shoe Manufacturing for Quality Improvements: A Case Study," *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, 5(7), 450-458. 2018.
- Adhikari, S., Sachdeva, N., & Prajapati, D. R., "Root cause analysis of defects in automobile fuel pumps: a case study," *International Journal of Management, IT and Engineering*, 7(4), 90-104. 2017.
- Afzaal, N., Aftab, A., Khan, S., & Najamuddin, M., "To analyze the use of Statistical Tools for Cost effectiveness and Quality of products," *IOSR Journal of Humanities and Social Science*, 20(1), 47-57. 2015.
- Beatrix, M. E., & Triana, N. E., "Improvement Bonding Quality of Shoe Using Quality Control Circle," *Sinergi*, 23(2), 123-131. 2019.
- De Macedo, B. A. M., SOUZA, L. E., JÚLIO, J. P. Q., & PENHA, T. F., "Application of quality tools in the control of non-compliance of a medium-sized furniture industry company," *Revista de Gestão & Tecnologia*, 4(1). 2016.
- Dharma, F. P., Ikatrinasari, Z. F., Purba, H. H., & Ayu, W., "Reducing non conformance quality of yarn using pareto principles and fishbone diagram in textile industry," In IOP Conference Series, april. 2019, Materials Science and Engineering, Vol. 508, No. 1, p. 012092.
- Knop, K., & Mielczarek, K., "Using 5W-1H and 4M Methods to Analyse and Solve the Problem with the Visual Inspection Process-case study", 2018, In MATEC Web of Conferences, Vol. 183, p. 03006.
- Lim, S. A. H., Antony, J., & Arshed, N., "A critical assessment on SPC implementation in the UK food industry," *Journal of Systemics*, 14(1), 37-42. 2016.
- Zasadzień, M., & Midor, K., "Statistical process control as a failure removal improvement tool," *Acta technologica agriculturae*, 21(3), 124-129, 2018.