

Rancang Bangun Mesin Penghancur Kaleng Minuman Berbasis Sistem Pneumatik

Marten Darmawan, Benediktus Ricky, Eugene Joseph, Irvan Samsi*, Mario, Steven

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Tangerang, Banten 15345

*email: irvan.201804510084@student.atmajaya.ac.id

ABSTRAK

Kaleng bekas sangatlah sulit untuk dapat didaur ulang dan dapat mencemarkan lingkungan. Dengan adanya pembuatan rancang bangun mesin penghancur kaleng minuman ini maka dapat mempermudah untuk melakukan pemindahan kaleng bekas menuju tempat daur ulang. Rancang bangun mesin ini dibuat dengan membentuk tempat untuk piston silinder pneumatik beserta dengan tempat kaleng. Pembentukan tersebut membutuhkan pelat L dan dihubungkan dengan menggunakan baut maupun dengan pengelasan. Hasil dari rancang bangun ini selain membentuk mesin penghancur kaleng minuman juga dilakukan pengujian ketahanan kerangka terhadap beban untuk menahan silinder pneumatik ketika sedang bekerja menggunakan simulasi untuk tegangan, perpindahan dan regangan untuk memastikan keamanan dari sisten yang dirancang. Simulasi membuktikan bahwa alat penghancur kaleng yang dirancang tetap dalam batas aman meskipun tekanan dari kompresor mencabai 0.8 Mpa

Kata Kunci: Pneumatik, Penghancur Kaleng, Simulasi, Rancang Bangun

ABSTRACT

Used cans are very difficult to recycle and harmful for the environment. The can crusher machine that we design, hopefully make us easier to transport used cans to the landfill for recycling. This can crusher was made of pneumatic cylinder and elbow carbon steel that was used for can holder. These elbows were connected to each other by using bolts and welding. The result of this engineering design was affordable can crusher machine, on the other hand, we also perform simulation for the stress, displacement, and strain to confirm the safety of our design. The simulation proves that this can crusher machine is still safe even the pressure until 0.8 MPa.

Keywords: *Pneumatic, Can crusher, Simulation, Engineering Design*

1. PENDAHULUAN (INTRODUCTION)

Berkembangnya produk-produk olahan pangan merupakan salah satu hasil perkembangan zaman. Tentunya perkembangan tersebut ditunjukkan untuk memudahkan manusia dalam menggunakan hasil olahan pangan tersebut / dengan kata lain memberikan dampak positif bagi manusia. Perkembangan olahan pangan tersebut dapat terlihat baik dari segi pengolahan ataupun pengemasan. Adapun hasil perkembangan olahan pangan dalam hal pengemasan yang telah lama digunakan adalah penggunaan kaleng.

Hasil olahan pangan yang menggunakan kaleng sebagai kemasannya tentu memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Salah

satu manfaatnya adalah manusia yang hendak mengonsumsi suatu makanan dan hendak dibawa berpergian tidak perlu takut bahwa makanan tersebut akan rusak. Hal tersebut dikarenakan kaleng sebagai kemasan mampu memberikan proteksi yang sangat baik dan menyeluruh.

Selain memberikan manfaat bagi kehidupan manusia ternyata kaleng juga memberikan dampak negatif bagi kehidupan manusia. Kaleng yang telah usai digunakan tentunya akan dibuang namun dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan baik akibat proses pengolahannya maupun limbah hasil pengolahan yang dapat berbentuk padat, cair dan gas. Salah satu limbah padat yang marak digunakan dalam industri pangan adalah limbah logam yang tidak

dapat diurai secara alami oleh proses biologis. Limbah logam umumnya berasal dari industri logam maupun industri yang menggunakan produk logam seperti industri pangan olahan yang menggunakan kaleng. Logam dapat didaur ulang dengan proses peleburan dan pencetakan Kembali serta mudah dipisahkan dengan menggunakan magnet.

Umumnya logam mampu didaur ulang tanpa mengurangi kualitas logam tersebut. Namun kaleng bekas minuman, makanan maupun bahan lainnya yang terbuat dari aluminium dan campuran logam lainnya dapat bereaksi dengan udara luar dan mampu berkarat dimana jika terkena air mampu mencemari tanah dan mengurangi kesuburannya [1]. Selain mampu mencemari lingkungan jika tidak didaur ulang dengan benar, sampah kaleng yang kosong juga memakan ruang yang cukup banyak sehingga mampu meningkatkan biaya untuk memindahkan sampah ke tempat pembuangan akhir. Biaya ini tentu saja akan berpengaruh terutama terhadap industri yang menggunakan banyak kaleng seperti misalnya usaha dibidang kuliner. Oleh karena itu diperlukan cara yang tepat guna untuk mengurangi penggunaan ruang dari limbah kaleng dengan cara merancang mesin penghancur. Selain itu dengan melakukan pembuatan perancangan sistem penghancur kaleng sendiri akan memperkecil biaya yang dikeluarkan dibandingkan dengan pembelian secara langsung yang telah dijual dipasaran.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan berdasarkan diagram alir yang terdapat pada Gambar 1.

a) Perancangan tempat piston dan kaleng

Perancangan tempat piston dan kaleng dibuat dengan menggunakan batang L yang kemudian dipotong-potong agar dapat membentuk tempat yang kokoh untuk menahan gaya dari piston.

Untuk menghubungkan batang L yang telah dipotong maka dibutuhkan baut dan mur dengan ukuran yang disesuaikan terhadap lubang pada batang L. Alas penampang pada pneumatik dan kaleng memiliki ukuran panjang 53 cm dengan menggunakan dua batang L yang dihubungkan dengan menggunakan plat kecil pada sisi tengah, satu batang L pada sisi belakang dan dua buah batang L pada sisi depan.

Pada bagian sisi belakang pneumatik dibutuhkan batang L yang berfungsi sebagai penyangga pneumatik agar tidak terdorong ke belakang ketika kaleng sedang dihancurkan, pada sisi belakang juga dibuat dua lubang untuk menghubungkan pneumatik dengan batang L.

Pada sisi depan membutuhkan dua buah batang L karena membutuhkan ketinggian yang sesuai agar seluruh permukaan kaleng dapat menyentuh sisi depan sehingga kaleng dapat hancur dengan sempurna. Pada sisi tengah tepatnya pada bagian rod pneumatik terdapat dua batang L yang berfungsi sebagai penyangga pneumatik agar pneumatik tidak bergerak dari tempatnya dan untuk mempertahankan posisi pneumatik tersebut juga ditambahkan baut yang menghubungkan pneumatik dengan batang L.

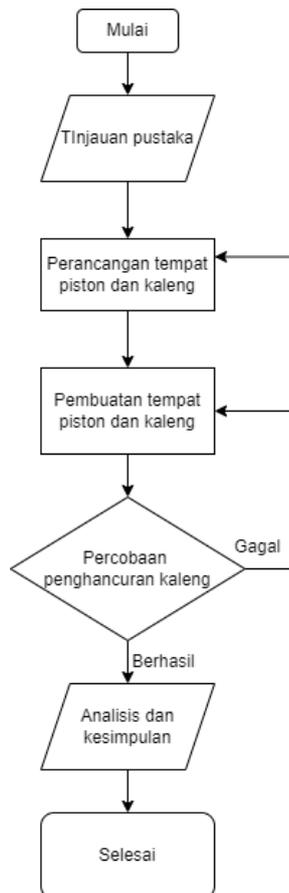
Selain perancangan tempat piston juga terdapat perancangan untuk tempat kaleng dengan tujuan agar setelah kaleng pertama telah hancur maka kaleng berikutnya dapat jatuh langsung menempati posisi kaleng sebelumnya dan siap untuk dilakukan penghancuran, pembentukan tempat kaleng ini juga dibuat dengan menggunakan batang L yang terdiri dari empat batang. Setiap batang L memiliki panjang mencapai 31 cm sehingga diperkirakan dapat menampung enam kaleng dengan kaleng yang memiliki diameter 6 cm.

Perancangan penampang pada bagian yang bersentuhan dengan kaleng dirancang dengan bentuk persegi dengan ukuran 70 mmx70 mm, ukuran ini dibuat lebih besar dari pada diameter kaleng yaitu 65 mm dengan tujuan agar kaleng pneumatik dapat memberikan gaya secara merata menuju kaleng. Untuk menempatkan penampang pada bagian ujung rod pneumatik maka diperlukan mur dengan ukuran diameter dalam 8 mm.

Perancangan yang terakhir ada pada letak untuk kaleng yang jatuh, untuk merancang kaleng yang sudah dihancurkan dapat jatuh ke tempat penampungan maka diperlukan lubang dengan ukuran yang disesuaikan.

b) Pembuatan tempat piston dan kaleng

Pembuatan kaleng dilakukan melalui pemotongan batang L terlebih dahulu dengan menggunakan gerinda tangan. Setelah dilakukan pemotongan dengan panjang yang sesuai maka akan dilakukan pelubangan dengan tujuan untuk tempat baut menghubungkan dua batang L.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

Pembuatan lubang pada batang L menggunakan mesin gurdi dengan menggunakan ukuran diameter 8 mm. Selain itu untuk menghubungkan antara mur dengan pelat persegi maka dapat dihubungkan dengan menggunakan las, penggunaan las untuk menghubungkan pelat dan mur adalah karena las merupakan sambungan yang kuat.

Setelah dilakukan pemberian lubang pada setiap batang L yang perlu dihubungkan dengan baut maka dilakukan proses pengecatan, proses ingin dilakukan dengan menggunakan pilok. Setelah selesai dilakukan pemberian warna maka semua komponen dapat dihubungkan satu sama lain dan terakhir dapat dilakukan percobaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan didapatkan data berupa Tekanan dan Gaya yang dihasilkan sesuai dengan Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Percobaan Silinder Pneumatik

Percobaan	Tekanan (MPa)	Gaya (kgf)	Gaya (N)
1	0.1	17.8	174.44
2	0.2	38.5	377.3
3	0.3	51.4	503.72
4	0.4	70.7	692.86

Berdasarkan hasil literatur yang telah dilakukan sesuai dengan spesifikasi pabrikan didapati sesuai dengan Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Literatur Silinder Pneumatik

No	Tekanan (MPa)	Gaya (N)
1	0.1	311.7
2	0.2	623.4
3	0.3	935.1
4	0.4	1246.8
5	0.5	1558.5
6	0.6	1870.2
7	0.7	2181.9
8	0.8	2493.6

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan memperkirakan tekanan dan luas piston maka didapati sesuai Tabel 3.

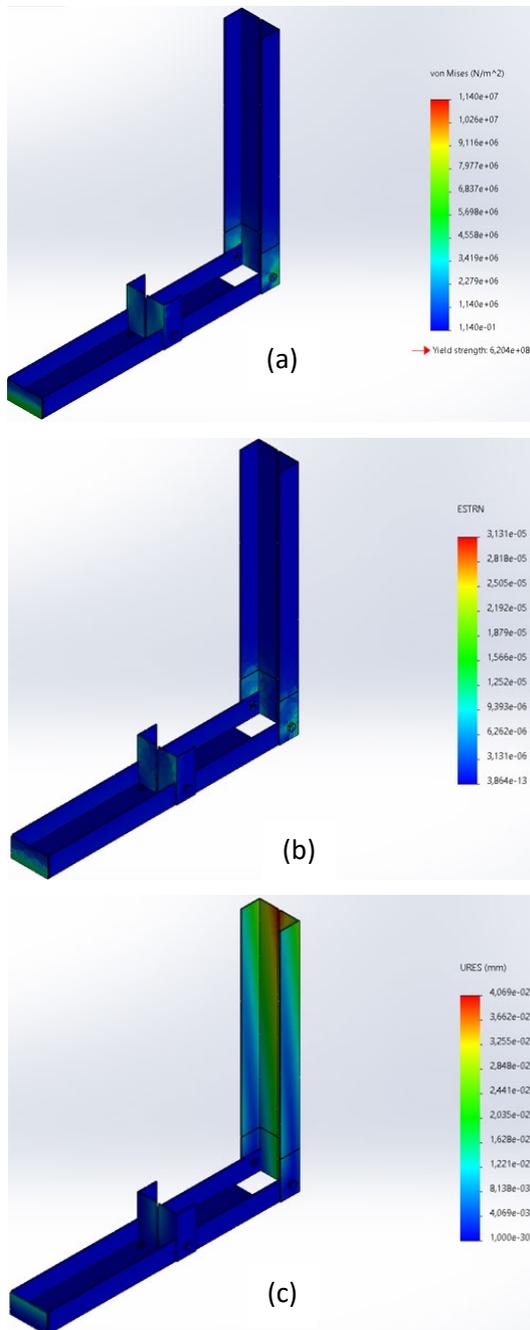
Tabel 3. Hasil Perhitungan Silinder Pneumatik

No	Tekanan (MPa)	Gaya (N)
1	0.1	249.2532
2	0.2	498.5064
3	0.3	747.7596
4	0.4	997.0128
5	0.5	1246.266
6	0.6	1495.519
7	0.7	1744.772
8	0.8	1994.026

Terdapat perbedaan hasil berdasarkan Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3. Perbedaan hasil dapat disebabkan beberapa faktor seperti adanya perhitungan gesekan sebesar 20%, *pressure drop*, terbatasnya instrument pengukuran serta perbedaan luas efektif piston yang digunakan oleh pabrikan dengan luas efektif berdasarkan perhitungan. Hasil ini bisa juga dikaitkan dengan karakteristik sistem pneumatik secara umum [2-4].

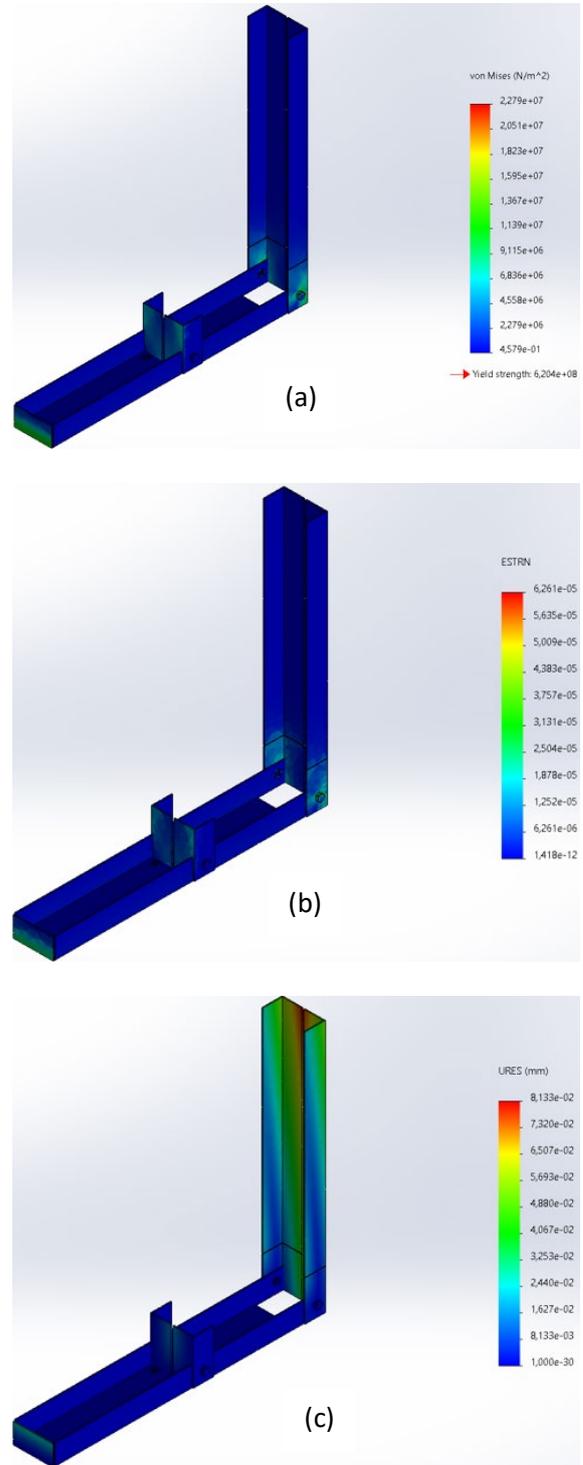
Perhitungan dilakukan dengan simulasi pada SolidWorks 2020. Tegangan *Von Mises* adalah tegangan teoretis tiga dimensi secara keseluruhan. Nilai tegangan *Von Mises* dapat dibandingkan dengan *yield stress* satu dimensi [5].

Berdasarkan simulasi pada Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4, pada tekanan kompresor 0,4 MPa, struktur yang dirancang mengalami tegangan maksimum yang terjadi sebesar 11,4 MPa, tegangan minimum $1,14 \times 10^{-1}$ Pa, regangan maksimum $3,13 \times 10^{-5}$, regangan minimum $3,86 \times 10^{-13}$, displacement maksimum $4,07 \times 10^{-2}$ mm, displacement minimum $1,00 \times 10^{-30}$ mm.



Gambar 2. (a) Simulasi tegangan pada 0,4 Mpa, (b) Simulasi *strain* pada 0,4 Mpa, dan (c) Simulasi *displacement* pada 0,4 Mpa

0,8 MPa, struktur yang dirancang mengalami tegangan maksimum yang terjadi sebesar 22,8 MPa, tegangan minimum $4,58 \times 10^{-1}$ Pa, regangan maksimum $6,26 \times 10^{-5}$, regangan minimum $1,42 \times 10^{-12}$, *s* maksimum $8,11 \times 10^{-2}$ mm, displacement minimum $1,00 \times 10^{-30}$ mm.



Gambar 3. (a) Simulasi tegangan pada 0,8 MPa, (b) Simulasi *strain* pada 0,8 MPa, dan (c) Simulasi *displacement* pada 0,8 Mpa

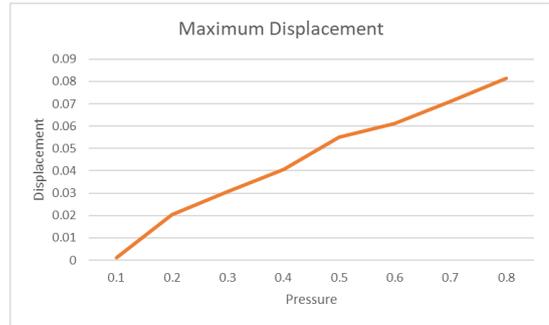
Berdasarkan simulasi Gambar 2 (a), Gambar 2 (b) dan Gambar 2 (c), pada tekanan kompresor



Gambar 4. Mesin penghancur kaleng berbasis sistem pneumatik

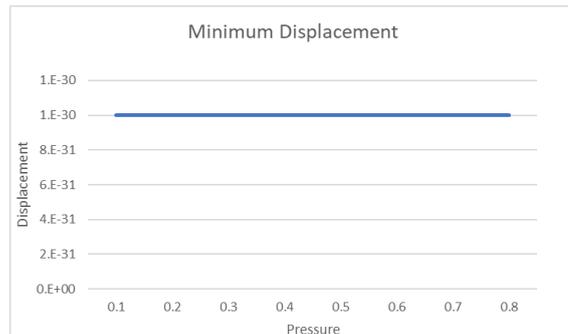
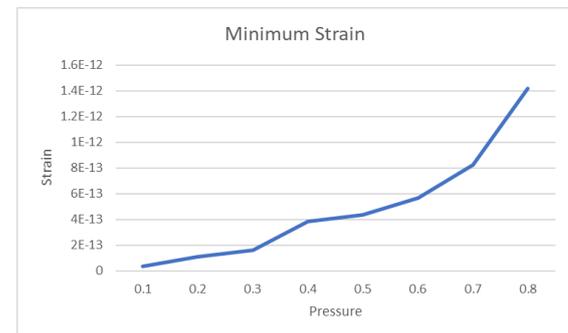
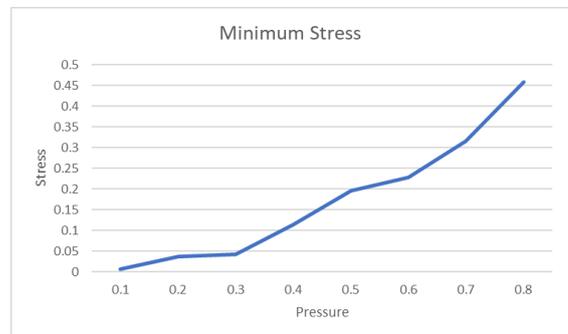
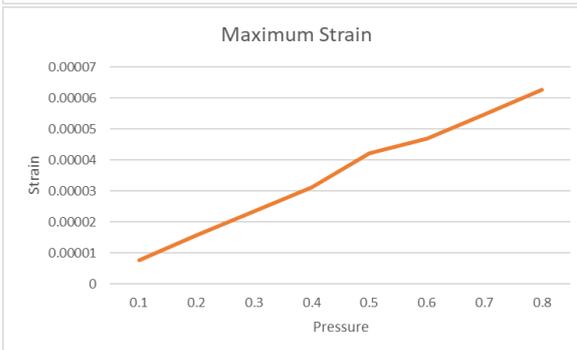
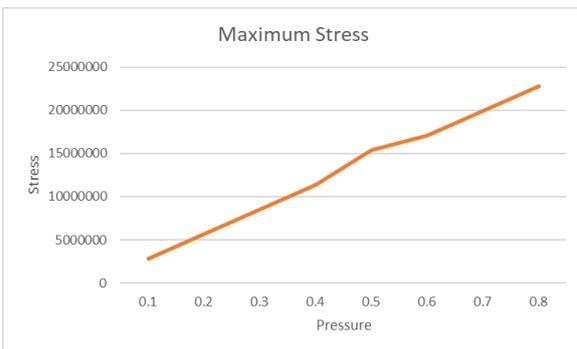
Gambar 4. Merupakan gambar hasil pembuatan mesin penghancur kaleng yang dibuat melalui beberapa proses yaitu pengukuran, pemotongan, pembuatan lubang, penghalusan menggunakan mesin gerinda, dilakukan pengecatan, dan terakhir dilakukan pemasangan. Gambar 4. Juga sudah menunjukkan hasil akhir pembuatan yang terdiri dari pneumatik, *valve*, penampang pendorong kaleng, dan *feeder*.

Hasil simulasi menyatakan, seiring besarnya tekanan kompresor yang diberikan maka semakin besar pula tegangan maksimum yang dihasilkan dimana tren peningkatan yang terbentuk terjadi secara linier, hal yang sama berlaku juga terhadap regangan maksimum dan perpindahan maksimum sesuai Gambar 5.



Gambar 5. Grafik tegangan, regangan, dan perpindahan maksimum pada 0,4 MPa

Hasil simulasi menyatakan, seiring besarnya tekanan kompresor yang diberikan maka semakin besar pula tegangan minimum yang dihasilkan dimana tren peningkatan yang terbentuk terjadi secara eksponensial, hal yang sama berlaku juga terhadap regangan minimum. Untuk perpindahan minimum, bertahan dinilai konstan 1×10^{-30} mm sesuai Gambar 6.



Gambar 6. Grafik tegangan, regangan, dan perpindahan maksimum pada 0,8 MPa

4. SIMPULAN

Telah berhasil dirancang dan diwujudkan alat penghancur kaleng berbasis system pneumatik. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan hasil pengujian seperti terdapat perbedaan gaya yang dihasilkan antara percobaan, perhitungan dan spesifikasi pabrikan. Hasil ini dapat disebabkan beberapa faktor seperti adanya gesekan sebesar 20%, *pressure drop*, terbatasnya instrumen pengukuran serta perbedaan luas efektif piston yang digunakan oleh pabrikan dengan luas efektif berdasarkan perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggraini R, Alva S, Yuliarty P, Kurniawan T. Analisis Potensi Limbah Logam/Kaleng, Studi Kasus di Kelurahan Meruya Selatan, Jakarta Barat. *Jurnal Teknik Mesin*. 2018 Oct 31;7(2):83.
- [2] Jiménez M, Kurmyshev E, Castañeda CE. Experimental Study of Double-Acting Pneumatik Cylinder. *Experimental Techniques*. 2020 Jun 1;44(3):355–67.
- [3] Dutt K. ANALYTICAL DESCRIPTION OF PNEUMATIK SYSTEM. *International Journal of Scientific & Engineering Research* [Internet]. 2013;4(9). Available from: <http://www.ijser.org>
- [4] Kostukov R, Nachev V, Titova T. System analysis and opportunities for optimization of pneumatik systems in manufacturing plants. *TEM Journal*. 2019;8(3):749–63.
- [5] SimScale. What is Von Mises Stress in FEA? | SimWiki | SimScale [Internet]. 2021 [cited 2021 Jun 25]. Available from: <https://www.simscale.com/docs/simwiki/fea-finite-element-analysis/what-is-von-mises-stress/>