

ASSEMBLY AND DISASSEMBLY KOMPRESOR AIR CONDITIONING ALAT BERAT TIPE SWASH PLATE

Peri Pitriadi^{1*}

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
*peri_pitriadi@poliupg.ac.id

Abstract: *The assembly and disassembly of Swash Plate Air Conditioning (AC) compressors involve dismantling and reassembling the components of the AC compressor. The compressor plays a crucial role in the AC system by circulating refrigerant and increasing the temperature and pressure of the refrigerant gas from the evaporator to the condenser. The objective of researching AC compressor assembly is to understand the process and sequence of assembling the AC compressor. This includes identifying and comprehending its components, adjusting and aligning them, and employing efficient assembly methods and techniques. The main goal is to ensure correct assembly and proper functioning of the AC compressor. The research method used is experimentation, allowing researchers to conduct compressor assembly and disassembly in a controlled research environment. They can practice the steps using either the original AC compressor or a similar model. The research outcome includes a teaching aid and step-by-step procedures for the assembly and disassembly of the Swash Plate AC compressor. During visual inspection, some components were found to have rust, but overall, they were in good condition. The measurements of the components were within the specified specifications. Magnetic clutch testing confirmed its proper functioning as it engaged well when electric current was supplied from the battery. Based on the implementation results with second-year students in the Heavy Equipment Maintenance program, it is evident that the theory and practical skills related to AC compressor assembly and disassembly have improved. The collected data indicates an average increase of 93% in theoretical knowledge and a 53% improvement in practical skills and students' understanding when practical media for the assembly and disassembly of Swash Plate AC compressors were provided.*

Keywords: *Air Conditioning, Assembly and disassembly, Swash Plate AC compressor.*

Abstrak: Pekerjaan assembly dan disassembly kompresor *Air Conditioning* (AC) tipe *Swash Plate* melibatkan pembongkaran dan perakitan bagian-bagian komponen kompresor AC. Kompresor merupakan komponen penting dalam sistem AC yang berfungsi untuk sirkulasi *refrigeran* dalam sistem AC dan meningkatkan temperatur dan tekanan gas *refrigeran* dari *evaporator* ke kondensor. Penelitian *assembly* kompresor AC bertujuan memahami proses dan urutan perakitan kompresor AC, termasuk identifikasi dan pemahaman bagian-bagian kompresor, pengaturan dan penyesuaian komponen, serta metode dan teknik perakitan yang efisien. Tujuan utamanya adalah memastikan kompresor AC dirakit dengan benar dan berfungsi dengan baik. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen. Metode eksperimen memungkinkan peneliti melakukan *assembly* dan *disassembly* kompresor AC dalam lingkungan penelitian yang terkontrol. Peneliti dapat mempraktikkan langkah-langkah perakitan dan pembongkaran menggunakan kompresor AC asli atau model yang serupa. Hasil penelitian adalah alat peraga dan langkah-langkah *Assembly and disassembly*, kompresor *Swash Plate AC*. Pada *Visual Inspection* ada komponen yang telah berkarat tetapi secara keseluruhan dalam kondisi baik. Untuk pengukuran komponen dimensi masih dalam spesifikasi yang ditentukan. Pada pengujian *magnetic clutch* kompresor masih berfungsi dengan baik karena apabila dialiri arus listrik dari *battery*, *magnetic clutch* menekan dengan baik. Berdasarkan hasil pengaplikasian yang dilakukan pada mahasiswa kelas 2 program studi perawatan alat berat dapat dilihat bahwa dapat meningkatkan keterampilan teori dan praktik mengenai *assembly* dan *disassembly* kompresor AC. Untuk pengambilan data terhadap teori rata-rata peningkatan yang terjadi pada mahasiswa sebesar 93% dan untuk praktik meningkat sebesar 53% terhadap waktu pengerjaan serta pemahaman mahasiswa dalam tersedianya media praktik *assembly* dan *disassembly* kompresor AC tipe *swash plate*.

Kata kunci : *Air Conditioning, Assembly and disassembly, kompresor AC Swash Plate*

I. PENDAHULUAN

Assembly adalah proses menggabungkan komponen-komponen yang terpisah menjadi produk yang utuh atau jadi termasuk mengatur, memasang, dan menghubungkan komponen-komponen sesuai dengan spesifikasi desain untuk menciptakan produk yang fungsional. *Disassembly* adalah proses pembongkaran atau penguraian produk menjadi komponen-komponen yang terpisah. Tujuan dari *disassembly* adalah memperoleh akses ke komponen individu untuk perbaikan, pemeliharaan, penggantian, atau daur ulang [1]. *Assembly* kompresor *Air Conditioning* (AC) mengacu pada proses merakit atau menyatukan semua bagian komponen yang membentuk kompresor AC yang utuh. Ini melibatkan pengaturan, penyesuaian, dan pemasangan semua bagian kompresor AC sesuai dengan urutan dan spesifikasi yang ditentukan.

Disassembly, di sisi lain, adalah proses pembongkaran atau pemisahan kompresor AC menjadi komponen-komponen individu. Ini melibatkan pembukaan dan pembongkaran kompresor AC untuk memisahkan bagian-bagian yang membentuknya. Proses ini dapat mencakup penghilangan sekrup, baut, atau sambungan lainnya, serta melepaskan dan memisahkan bagian-bagian utama kompresor AC [3]. Kompresor merupakan komponen kunci dalam sistem AC yang berfungsi untuk sirkulasi refrigeran dan meningkatkan temperatur dan tekanan gas *refrigeran*. Kompresor Tipe *Swash Plate* adalah jenis kompresor yang menggunakan mekanisme pelat miring (*swash plate*) untuk menghasilkan tekanan dan kompresi gas. *Swash Plate* terhubung dengan poros putar kompresor, dan ketika poros putar berputar, gerakan pelat miring mengubah volume ruang kerja dalam kompresor. Hal ini menyebabkan kompresi gas *refrigeran* dan peningkatan tekanan sebelum gas tersebut dialirkan melalui sistem AC [4]. Karena peran pentingnya dalam sistem, penting untuk memahami proses perakitan dan pembongkaran kompresor agar dapat memastikan kinerja yang optimal. Melakukan *assembly* dan *disassembly* kompresor AC merupakan langkah penting dalam pemeliharaan, perbaikan, dan optimalisasi kinerja sistem. Dengan melakukan proses ini dengan hati-hati dan tepat, dapat memastikan kinerja optimal, meningkatkan masa pakai, dan menjaga keselamatan dalam penggunaan sistem AC. Proses *assembly* dan *disassembly* kompresor *Air Conditioning* yang di buat dalam bentuk panduan sangat penting untuk meningkatkan pemahaman langkah pembongkaran dan pemasangan kompresor secara efektif dan efisien khususnya pada mahasiswa alat berat. Alat peraga tersebut membantu memberikan praktik langsung dalam langkah-langkah perakitan, membantu mengidentifikasi masalah dan solusi, meningkatkan kesadaran akan keamanan dan keselamatan, serta meningkatkan pemahaman melalui pengalaman langsung.

Ada beberapa metode yang dilakukan dalam proses perakitan dan pembongkaran salah satunya adalah prinsip-prinsip *Lean* yakni pendekatan manajemen yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan kualitas dalam proses produksi [5]. Untuk mengidentifikasi potensi pemborosan waktu, biaya, atau sumber daya lainnya dalam proses pembongkaran, dan mencari cara untuk mengoptimalkan proses tersebut dilakukan teknik optimasi untuk merancang ulang dan memperbaiki proses pembongkaran kompresor. Termasuk identifikasi langkah-langkah yang tidak perlu, pengurangan waktu tunggu, pengurangan pergerakan yang tidak perlu, pengaturan ulang aliran material, atau penerapan teknologi atau alat yang lebih efisien [6]. Dalam proses *assembly* dan *disassembly* diperlukan pemetaan untuk identifikasi pemborosan, dan rekomendasi perbaikan atau perubahan yang dapat dilakukan dalam proses pembongkaran kompresor AC [7]. Melalui penerapan algoritma genetika, menghasilkan variasi solusi desain proses perakitan kompresor AC. Solusi-solusi ini kemudian dinilai berdasarkan kriteria tertentu, seperti waktu perakitan, penggunaan sumber daya, atau kualitas hasil akhir. Selain itu metode algoritma genetika secara efektif memperbaiki dan mengoptimalkan desain proses perakitan kompresor AC [8]. Simulasi komputer juga dapat memodelkan proses perakitan kompresor AC secara virtual dengan memperhitungkan berbagai variabel, seperti urutan langkah-langkah, waktu perakitan, aliran material, dan penggunaan sumber daya. Dengan demikian, dapat mengevaluasi kinerja proses perakitan secara rinci dan memperoleh wawasan yang mendalam tentang potensi perbaikan atau pengoptimalan [2].

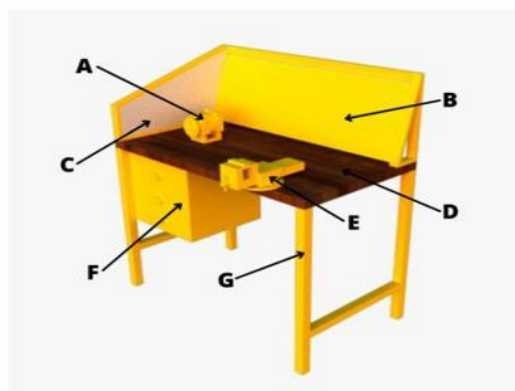
II. METODE PENELITIAN

A. Pembuatan Rancangan Dudukan Alat Peraga

1. Membuat gambar rancangan pembuatan rangka dudukan alat peraga.
2. Memilih bahan untuk rancangan dudukan.
3. Mempersiapkan alat yang digunakan dalam membuat rangka dudukan.
4. Membuat kerangka utama dudukan menggunakan bahan besi sesuai dengan rancangan.
5. Membuat *manual book assembly* dan *disassembly* kompresor AC tipe *Swash Plate*.
6. Memasang komponen kompresor AC tipe *Swash Plate* pada tempat rancangan dudukan yang telah selesai dibuat.

B. Rancangan pembuatan rangka dudukan kompresor

Adapun gambar rancangan pembuatan meja kerja proses *assembly* dan *disassembly* kompresor yang dibuat dengan cara menggambar pada komputer dengan menggunakan aplikasi *sketchup*. Berikut adalah gambar dan keterangan rancangan alat:



Keterangan :

- A) Kompresor
- B) Papan panduan
- C) Papan pembatas
- D) Meja kerja
- E) Ragum
- F) Lemari penyimpanan
- G) Kaki Meja

Gambar 1. Desain rancangan alat peraga *assembly* dan *disassembly* kompresor AC *Swash Plate*

Pembuatan kerangka utama dudukan menggunakan bahan yang telah disediakan. Kerangka dari dudukan ini berfungsi sebagai *housing* dari komponen komponen yang terdapat pada kompresor tipe *Swash Plate*. Adapun rangka dari meja kerja ini sebagian besar terbuat dari besi dan untuk bagian mejan terbuat dari kayu. Meja kerja *assembly and disassembly* kompresor terbuat dari kayu dengan panjang 135 cm dan lebar 81 cm, dan kaki meja terbuat dari besi dengan tinggi 80 cm, panjang besi penghubung 75 cm, tinggi dari lantai 14 cm. Meja kerja memiliki lemari penyimpanan dengan panjang 50 cm dan lebar 70 cm serta tinggi 35 cm untuk menyimpan *tools* dan peralatan lain untuk pekerjaan, dan memiliki papan panduan dengan panjang 135 cm dan tinggi 55 cm sedangkan untuk papan pembatas memiliki panjang 80 cm dan tinggi 20 cm. Setelah melakukan pengadaan bahan dan pembuatan rangka dudukan untuk komponen dilakukan proses perakitan dimulai dari pembuatan tempat dudukan yang sesuai dengan rancangan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun hasil pembuatan media praktik *assembly* dan *disassembly* kompresor AC tipe *swash plate* adalah :



Gambar 2. Alat peraga *assembly* dan *disassembly* AC Swash Plate

A. Panduan Pembongkaran (*disassembly*) Komponen Kompresor AC Swash Plate

1. Memasang kompresor pada ragum dengan posisi tegak untuk mempermudah pembongkaran pada bagian *clutch assembly*
2. Melepas baut pengunci dari *clutch*
3. Melonggarkan *clutch* dengan bantuan *screw driver*
4. Melepas *clutch* dari *pulley*
5. Melepas *retaining ring* pengunci dari *pulley* menggunakan *snap ring*.
6. Mengangkat *retaining ring pulley* dan *filter clutch*
7. Memasang *bearing puller* ke *pully assembly*
8. Melepas *retaining ring magnetic clutch* dengan menggunakan *snap ring*.
9. Mengangkat *magnetic clutch* dari *housing*
10. Membuka baut *cover housing* dengan menggunakan *tool socket*
11. Mengangkat *drive plate* dan *cover* dari *housing*
12. Melepas *bearing* dari *swash plate*
13. Melepas *o ring seal* dari *housing*
14. Mengubah posisi kompresor dari tegak ke posisi datar
15. Membuka baut *cover suction valve* dan *discharge valve*
16. Melepas *gasket* dari *valve*
17. Membuka baut pengunci *valve* dengan menggunakan *socket*.
18. Melepas *valve intake* dari *shaft*.
19. Melepas *valve exhaust* dari *cylinder*.
20. Tampak *cylinder* kompresor setelah *valve* dilepas terdapat 7 piston yang sebagian piston berada pada posisi menghisap dan yang lain ada yang posisi mendorong.
21. Melepas secara perlahan *swash plate* dari *housing*
22. Menarik *swash plate* beserta *connecting rod* dan piston dari *cylinder* kompresor dengan perlahan.
23. Melepas *cam rotor*, *spring* dan *pin lock* dari *housing*
24. Melepas *housing* dari ragum untuk dilakukan pemeriksaan
25. Menyusun semua komponen yang telah di bongkar sesuai dengan urutan di meja yang telah disediakan dengan tetap menjaga *contamination control*.



Gambar 3. Komponen kompresor AC Swash Plate yang telah di bongkar

B. Tahap perakitan (Assembly) kompresor AC Swash Plate







1. Mempersiapkan *housing* yang telah dibersihkan.
2. Memasang *cam rotor*, *spring* dan *pin lock* dari *housing*.
3. Memasang *swash plate* beserta *connecting rod* dan *piston* pada *cylinder housing* kompresor dengan perlahan.
4. Memasang *valve exhaust* pada *cylinder housing*.
5. Memasang *valve intake* pada *shaft bolt*.
6. Mengencangkan baut pengunci *valve* dengan menggunakan *socket*.
7. Memasang *gasket* pada *valve*.
8. Memasang baut cover *suction valve* dan *discharge valve*.
9. Posisikan *housing* pada posisi tegak lalu pasang *seal O-ring* pada *housing*.
10. Memasang bearing pada *swash plate*.
11. Memasang *drive plate* pada *swash plate* dengan menyesuaikan posisi *swash plate* dalam *housing*.
12. Memasang serta mengencangkan baut *drive plate* pada *housing*.
13. Memasang *magnetic clutch* pada *shaft drive plate*.
14. Memasang *retaining ring magnetic clutch* dengan menggunakan *snap ring*.
15. Memasang *pulley aseembly* pada *magnetic clutch*.
16. Memasang *retaining ring pulley* dan *filter clutch*.
17. Memasang *retaining ring* pengunci pada *pulley* menggunakan *snap ring*.
18. Memasang *clutch* pada *pulley assembly*.
19. Memasang baut pengunci pada *clutch* untuk mengencangkan semua komponen *clutch assembly*.
20. Memasang kompresor pada *stand* yang disediakan dan menutupnya dengan kotak penutup untuk menghindari *contaminant* masuk kedalam *system* kompresor.

C. Visual Inspection and Measurement AC Swash Plate


Pengambilan data dilakukan setelah meja praktik telah selesai dibuat serta buku panduan. Maka kami melakukan pengambilan data alat praktik yaitu dengan cara melakukan *visual inspection* dan *measurement* serta penjujian. Adapun hasil pengambilan data sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil *Visual Inspection* Pada Komponen Utama Kompresor AC

No	Komponen AC	Reusability (Yes/No)	Remarks
1	<p><i>Clutch</i></p> 	Yes	Terdapat karat dan goresan.
2	<p><i>Pulley</i></p> 	Yes	Tidak ada kerusakan/cacat.
3	<p><i>Magnetic Clutch</i></p> 	Yes	Masih bagus karena jika dialiri arus magnetnya masih menekan dengan baik.
4	<p><i>Drive plate</i></p> 	Yes	Tidak ada kerusakan/cacat.
5	<p><i>Bearing</i></p> 	Yes	Masih bagus/roller masih berputar dengan baik.
6	<p><i>Piston</i></p> 	Yes	Masih bagus/tidak ada kerusakan.

7	<p><i>Conneting Rod</i></p> 	Yes	Masih bagus karena tidak ada kerusakan atau cacat.
8	<p><i>Cam Rotor</i></p> 	Yes	Masih bagus karena tidak ada kerusakan atau cacat.
9	<p><i>Swash Plate</i></p> 	Yes	Masih bagus dan layak digunakan karena tidak ada kerusakan atau cacat.
10	<p><i>Intake/Exhaust valve</i></p> 	Yes	Masih bagus karena tidak ada kerusakan atau cacat.
11	<p><i>Suction valve dan discharge valve</i></p> 	Yes	Masih bagus karena tidak ada kerusakan atau cacat.
12	<p><i>Housing</i></p> 	No	Terdapat goresan apada dinding dalam <i>Housing</i> .


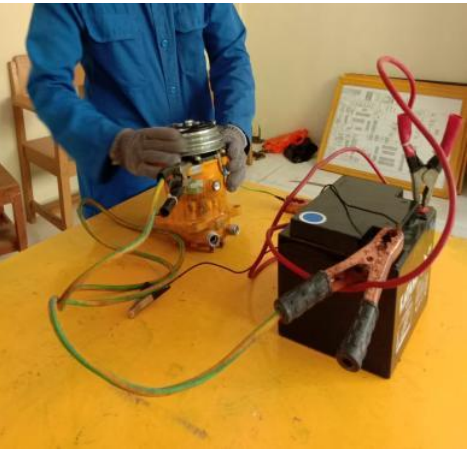
Tabel 2. Hasil pengukuran (*Measurement*) AC Swash Plate

No	Pengukuran Komponen AC	Hasil Pengukuran
1	<p>Diameter <i>Selinder Bore</i></p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. x = 29,10 mm y = 29,10 mm 2. x = 29,10 mm y = 29,10 mm 3. x = 29,10 mm y = 29,10 mm 4. x = 29,10 mm y = 29,10 mm 5. x = 29,10 mm y = 29,10 mm 6. x = 29,10 mm y = 29,10 mm 7. x = 29,10 mm y = 29,10 mm
2	<p>Diameter <i>Piston</i></p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. x= 29,05 mm y= 29,05 mm 2. x= 29,05 mm y= 29,05 mm 3. x= 29,05 mm y= 29,05 mm 4. x= 29,05 mm y= 29,05 mm 5. x= 29,05 mm y= 29,05 mm 6. x= 29,05 mm y= 29,05 mm 7. x= 29,05 mm y= 29,05 mm
3	<p>Ketinggian kepala piston</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 14,90 mm 2. 14,90 mm 3. 14,90 mm 4. 14,90 mm 5. 14,90 mm 6. 14,90 mm 7. 14,90 mm
4	<p>Ketebalan <i>Valve</i></p> 	<p>I = 0,30 mm E = 0,50 mm</p>
5	<p><i>Shaft Cam (Poros Cam)</i></p> 	<p>x= 22,50 mm y= 22,50 mm</p>

Keterangan : x= *Horizontal*
y= *Vertikal*

I = *Intake*
E = *Exhaust*

Tabel 3. Hasil Pengujian AC Swash Plate

No	Pengujian AC	Hasil
1	<p>Pengujian aliran listrik pada <i>Magnetic clutch</i> kompresor dengan multimeter.</p> 	<p>Pada pengujian <i>magnetic clutch</i> dengan menggunakan alat ukur multimeter, didapatkan hasil bahwa <i>magnetic clutch</i> masih berfungsi dengan baik karena pada saat dilakukan pengujian dengan multimeter masih terbaca nilai tahanan pada belitan sehingga <i>magnetic clutch</i> masih bisa digunakan dan bisa menekan <i>clutch</i> dengan baik.</p>
2	<p>Pengujian aliran listrik pada <i>magnetic clutch</i> dengan menggunakan <i>battery</i>.</p> 	<p>Pada pengujian <i>magnetic clutch</i> dengan menggunakan <i>battery</i> untuk menguji apakah <i>magnetic clutch</i> dapat menekan <i>clutch</i> dengan baik apabila dialiri listrik. Hasilnya <i>magnetic clutch</i> kompresor masih berfungsi dengan baik karena apabila dialiri arus listrik dari <i>battery</i>, <i>magnetic clutch</i> menekan dengan baik <i>clutch</i> sehingga apabila diputar maka <i>clutch</i> akan ikut berputar menekan <i>pulley</i> sehingga dapat menghubungkan tenaga dari putaran <i>engine</i> untuk bisa menghasilkan dan mensirkulasikan cairan <i>refrigerant</i> yang bertekanan ke seluruh system AC.</p>

D. Hasil Pengujian Pemahaman Mahasiswa

Berdasarkan pengujian *kuisisioner* yang dilakukan pada mahasiswa perawatan alat berat yang memperlihatkan bahwa terjadinya peningkatan kepehaman mahasiswa pada saat sebelum dilakukan proses *assembly* dan *disassembly* terhadap kompresor. Pada soal pratest mahasiswa hanya mampu menjawab soal dengan benar yaitu 4 sampai 5 sedangkan pada soal *post test* setelah dilakukan proses *assembly* dan *disassembly* mahasiswa mampu menjawab soal dengan benar yaitu 9 sampai 10 sehingga dengan adanya alat praktik *assembly* dan *disassembly* kompresor AC tipe *swash plate* ini sehingga dapat meningkatkan pemahaman teori tentang komponen dan cara kerja serta fungsi dari kompresor. Peningkatan pemahaman teori yang terjadi pada mahasiswa sebesar 93% dan untuk praktik meningkat sebesar 53% terhadap waktu pengerjaan serta pemahaman mahasiswa dalam tersedianya media praktik *assembly* dan *disassembly* kompresor AC tipe *swash plate*.

IV. KESIMPULAN

1. *Assembly* dan *disassembly* kompresor AC tipe *swash plate* menghasilkan panduan dalam bentuk langkah-langkah pembongkaran, pemasangan ,pengecekan secara visual dan pengujian dengan melakukan secara langsung pada alat peraga.
2. Hasil pengujian baik secara visual dan pengukuran menunjukkan kompresor AC tipe *swash plate* masih dalam kondisi yang baik yaitu semua komponen tidak terdapat cacat atau rusak serta dimensi masih sesuai dengan spesifikasi.
3. Rata-rata peningkatan pemahaman teori *Assembly* dan *disassembly* kompresor AC tipe *swash plate* pada mahasiswa sebesar 93% dan praktik meningkat sebesar 53% .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chabrol, G., Lepage, R., & Montreuil, B. Disassembly processes: A review. *International Journal of Production Research*, 2009, 47(6), 1449-1472.
- [2] Mehat, A. K., Faeiz, A. S., & Kasim, M. S, "Analysis of Assembly Process for Air Conditioning Compressor Using Computer Simulation", *Procedia Manufacturing*, 2015, pp. 244-248.
- [3] Pressman, A. *Assembly Line Design: Methodology and Applications*, 2014, CRC Press.
- [4] Sayuti, M., & Wibowo, A, "Analysis of the Performance of Swash Plate Compressor with Refrigerant R134a", *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 2018, pp. 3665-3677.
- [5] Sutanto, A., & Lee, K, "Assembly Process Optimization of Air Conditioning Compressor Using Lean Principles", *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2019, pp. 86-103.
- [6] Sun, L., Li, L., & Xu, X, "Study on the Disassembly Process Optimization of Air Conditioning Compressor", *International Conference on Mechanical Engineering and Intelligent Systems (ICMEIS)*, 2018, pp. 235-239.
- [7] Zhang, S., Li, J., & Yang, X, "Analysis of Disassembly Process for Automotive Air Conditioning Compressor Based on Value Stream Mapping", In *2017 13th IEEE International Conference on Control & Automation (ICCA)*, 2017, pp. 789-794.
- [8] Zhang, Y., Ding, X., & Liu, J, "Design Optimization of Assembly Process for Air Conditioning Compressor Based on Genetic Algorithm", In *2016 IEEE International Conference on Information and Automation (ICIA)*, 2016, pp. 638-643.