

Rancang Bangun Model Penerapan *Air To Hydraulic Pressure Booster (AHPB)* Pada Sistem Hidrolik Penggerak *Lift Table* Berbasis Kontrol PLC

Iwan Agustawan, Eka Taufiq, Riswan Alpariji dan Hardian Yusuf
Program Studi Teknik Mesin , Fakultas Teknologi Industri Itenas Bandung
Jl. PHH. Mustafa No.23 Bandung 40124
e-mail : gusti@itenas.ac.id

Received 29 September 2025 | Revised 6 Februari 2026 | Accepted 9 Februari 2026

ABSTRAK

Air to Hydraulic Pressure Booster (AHPB) adalah komponen yg digunakan untuk meningkatkan tekanan udara (air pressure) sistem pneumatik menjadi tekanan hidrolik (hydraulic pressure) yang digunakan sebagai penggerak hidrolik mesin. Aplikasi AHPB pada sistem hidrolik sudah komersil digunakan dalam berbagai mesin antara lain hydraulic steam machine, automotive lift machine dan punch press machine. Tujuan dari rancang bangun adalah memperoleh model fisik dan kinerja aktual AHPB dalam kombinasi sistem pneumatik dan hidrolik yang bekerja secara otomatis berdasarkan kontrol PLC untuk diaplikasikan sebagai penggerak hidrolik lift table. Metodologi penelitian yang dilaksanakan secara garis besar yaitu perancangan AHPB serta rangkaian terintegrasi sistem pneumatik-hidrolik-kontrol PLC, perhitungan energi pneumatik dan hidrolik, dan pengujian kinerja AHPB dalam kombinasi sistem pneumatik dan hidrolik berbasis kontrol PLC sebagai penggerak hidrolik lift table. Hasil yang diperoleh dari rancang bangun adalah model fisik konstruksi AHPB menggunakan 1 (satu) pneumatic cylinder double acting with double rod dan 2 (dua) hydraulic cylinder double acting with single rod dengan perbandingan luas penampang pneumatic piston terhadap hydraulic piston sebesar 16 : 1 dapat meningkatkan air pressure menjadi hydraulic pressure secara teoritik sebesar 16 kali dan secara eksperimental sebesar 10 kali dengan efisiensi 63%. Dibutuhkan tekanan pneumatik (air pressure) sebesar 3 Bar di service unit (FRL) untuk dapat mengangkat lift table muatan kosong pada beban angkat sebesar 495,41 Newton.

Kata kunci ; *Lift table, pressure booster, pneumatic booster.*

ABSTRACT

Air to Hydraulic Pressure Booster (AHPB) is a component used to increase the air pressure of a pneumatic system into hydraulic pressure which is used as a hydraulic drive for the machine. AHPB applications in hydraulic systems have been commercially used in various machines including hydraulic steam machines, automotive lift machines and punch press machines. The purpose of the design is to obtain a physical model and actual performance of the AHPB in a combination of pneumatic and hydraulic systems that work automatically based on PLC control to be applied as a hydraulic lift table drive. The research methodology implemented in general is the design of the AHPB and an integrated series of pneumatic-hydraulic-PLC-controlled systems, pneumatic and hydraulic energy calculations, and testing the performance of the AHPB in a combination of pneumatic and hydraulic systems based on PLC control as a hydraulic lift table drive. The results obtained from the design are a physical model of the AHPB construction using 1 (one) double acting pneumatic cylinder with double rod and 2 (two) double acting hydraulic cylinders with single rod with a cross-sectional area ratio of the pneumatic piston to the hydraulic piston of 16: 1 which can increase the air pressure to hydraulic pressure theoretically by 16 times and experimentally by 10 times with an efficiency of 63%. A pneumatic pressure (air pressure) of 3 Bar is required in the service unit (FRL) to be able to lift the empty load lift table at a lifting load of 495.41 Newtons.

Keywords ; *Lift table, pressure booster, pneumatic booster.*

1. Pendahuluan

Lift table merupakan perangkat mekanis yang digunakan untuk mengangkat dan menurunkan beban ke ketinggian tertentu sesuai kebutuhan proses kerja. Pengaturan ketinggian ini berkaitan erat dengan aspek ergonomi [1] yang harus diperhatikan demi keselamatan dan kesehatan kerja. Secara umum, *lift table* terdiri dari sebuah *platform* yang dapat dinaikkan atau diturunkan menggunakan sistem hidrolik, pneumatik, atau mekanis. Sistem pneumatik [2] memanfaatkan udara terkompresi untuk menghasilkan gerakan mekanis atau melakukan pekerjaan, sedangkan sistem hidrolik menggunakan fluida [3], umumnya minyak hidrolik, untuk mentransmisikan tekanan sehingga mampu menghasilkan gaya yang lebih besar melalui komponen seperti silinder, motor hidrolik, dan katup. Oleh karena itu, sistem hidrolik banyak digunakan pada aplikasi pengangkatan yang memerlukan kapasitas beban besar dan kestabilan gaya.

Pada penelitian ini dilakukan rancang bangun sumber gaya dorong *lift table* dengan mengombinasikan sistem hidrolik dan sistem pneumatik melalui *Air to Hydraulic Pressure Booster* (AHPB). AHPB merupakan perangkat yang berfungsi meningkatkan tekanan hidrolik dengan memanfaatkan udara terkompresi sebagai sumber energi penggerak. Melalui perbedaan luas penampang piston pneumatik dan piston hidrolik, AHPB mampu melipatgandakan tekanan dari sistem pneumatik menjadi tekanan hidrolik yang jauh lebih tinggi, sehingga sesuai untuk aplikasi yang membutuhkan gaya besar dengan sistem yang relatif sederhana. Namun, karakteristik kerja AHPB menuntut adanya sistem pengendalian yang andal agar *lift table* dapat dioperasikan secara aman, presisi, dan berulang.

Perkembangan sistem pengendalian industri mendorong penggunaan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai solusi pengendali yang fleksibel dan efisien. PLC [4] merupakan perangkat pengendali berbasis komputer industri yang dirancang untuk mengontrol dan memantau proses secara otomatis melalui bahasa pemrograman terstruktur, salah satunya *Ladder Diagram*. Dalam penelitian ini, PLC digunakan untuk mengendalikan kerja *lift table* secara otomatis, sementara pemrograman *Ladder* dan simulasi sistem dilakukan menggunakan perangkat lunak TIA Portal V15 [5] sebelum implementasi pada sistem nyata. Integrasi PLC dengan sensor dan aktuator diharapkan mampu meningkatkan akurasi pengendalian ketinggian, keselamatan, serta kenyamanan pengoperasian *lift table*.

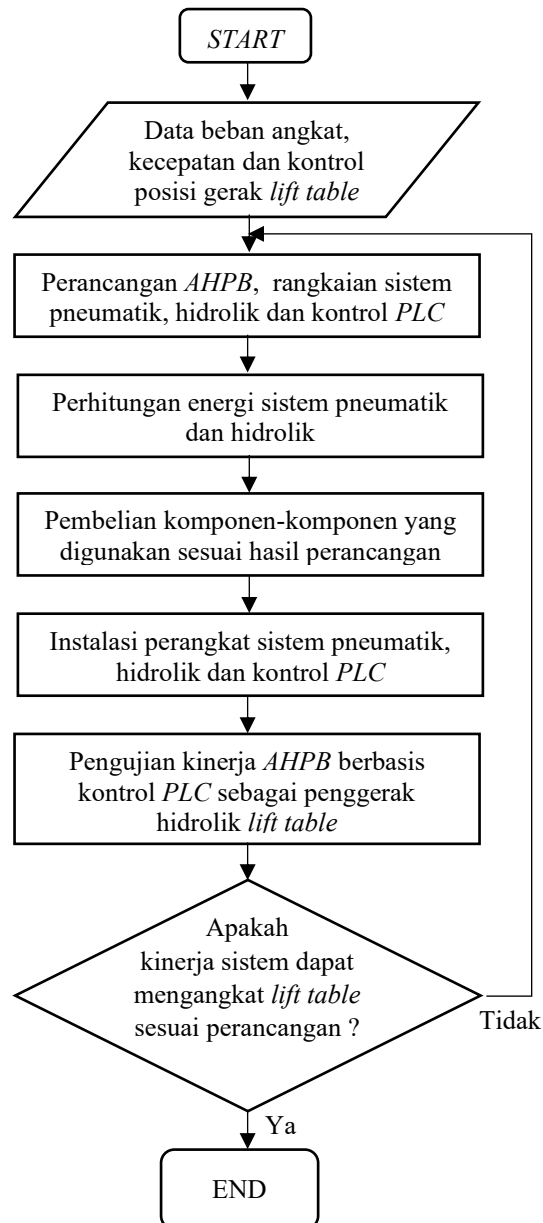
Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji teknologi penguat tekanan pneumatik dan hidrolik [6], [7], [8], [9]. Penelitian pada tahun 2017 [10] melaporkan pemodelan, simulasi, dan pengujian eksperimental *Pneumatic Booster Regulator* (PBR) tipe VBA-R menggunakan MATLAB/Simulink, dengan hasil simulasi yang konsisten terhadap eksperimen. Efisiensi tertinggi diperoleh pada rasio diameter mendekati 1,3, dan penambahan ruang pemulihan mampu meningkatkan rasio pendorong serta efisiensi sistem secara signifikan. Penelitian lain pada tahun 2018 [11] membahas penerapan konsep konverter DC-to-DC elektrik pada sistem pneumatik untuk meningkatkan efisiensi penguat tekanan, sekaligus menunjukkan bahwa penguat tekanan pneumatik konvensional memiliki efisiensi relatif rendah, sekitar 40–50%, dan menghasilkan kehilangan udara yang cukup besar. Selanjutnya, penelitian tahun 2019 [12] mengusulkan optimasi efisiensi penguat tekanan pneumatik melalui mekanisme mekanis non-linier dengan memanfaatkan perangkat penyimpan energi adaptif, yang mampu meningkatkan efisiensi hingga sekitar 10% pada faktor penguatan yang tinggi. Meskipun demikian, kajian mengenai penerapan AHPB pada sistem hidrolik *lift table* yang dikendalikan secara otomatis menggunakan PLC masih terbatas, khususnya terkait kinerja aktual, kebutuhan energi, dan kestabilan output gaya.

Berdasarkan latar belakang dan kajian tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun sistem penggerak *lift table* berbasis hidrolik yang diperkuat oleh *Air to Hydraulic Pressure Booster* (AHPB) dan dikendalikan secara otomatis menggunakan PLC. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh model fisik dan kinerja aktual AHPB dalam sistem gabungan pneumatik–hidrolik, menganalisis kebutuhan energi yang diperlukan, serta mengevaluasi

pengaruh perbandingan luas penampang piston pneumatik dan piston hidrolik terhadap peningkatan tekanan hidrolik, baik secara teoritik maupun eksperimental. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan menentukan tekanan pneumatik minimum yang diperlukan untuk menghasilkan tekanan hidrolik tertentu, menghitung rasio penguatan (*boost factor*) AHPB [13], serta menilai kestabilan dan kelayakan sistem sebagai penggerak hidrolik *lift table*.

2. Metodologi

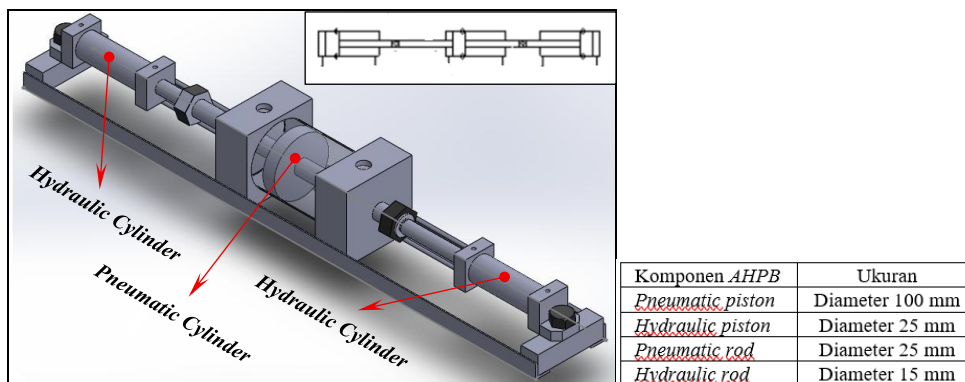
Secara garis besar metodologi yang digunakan dalam rancang bangun *Air to Hydraulic Pressure Booster (AHPB)* dalam kombinasi sistem pneumatik dan hidrolik yang bekerja secara otomatis berdasarkan kontrol PLC sebagai penggerak hidrolik *lift table* dinyatakan pada gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Rancang Bangun AHPB Sebagai Penggerak Hidrolik *Lift Table*

2.1 Perancangan Air to Hydraulic Pressure Booster (AHPB)

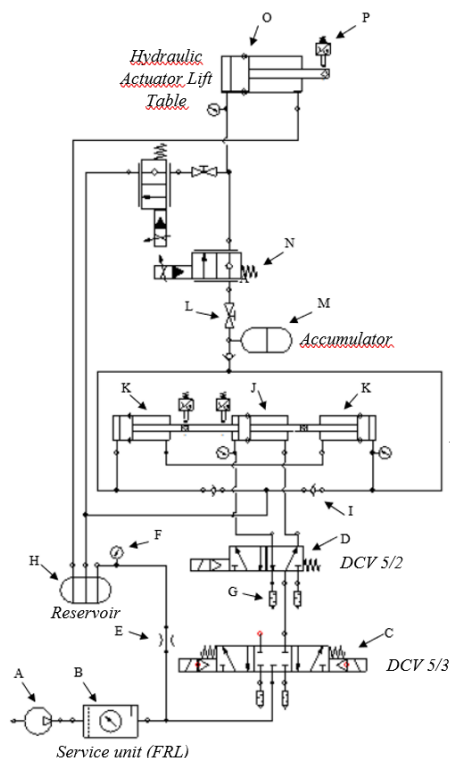
Gambar 2 memperlihatkan spesifikasi AHPB hasil perancangan yang tersusun atas 1 (satu) *pneumatic cylinder double acting with double rod* dan 2 (dua) *hydraulic cylinder double acting with single rod* dengan perbandingan luas penampang *pneumatic piston* terhadap *hydraulic piston* sebesar 16 : 1. Prinsip kerja AHPB adalah menggunakan *air pressure* yang masuk ke *pneumatic cylinder* menjadi gaya pada *pneumatic piston* untuk menekan *hydraulic oil* dan menyebabkan kenaikan *hydraulic pressure* di *hydraulic cylinder*. Kerja AHPB berlangsung pada kedua sisinya secara periodik bergantian yang dikendalikan oleh kontrol PLC. *Air pressure* masuk ke AHPB berasal dari *service unit (FRL)* dan *hydraulic pressure* keluar dari AHPB menuju *hydraulic accumulator* sebelum diteruskan ke aktuator hidrolik penggerak *lift table*.



Gambar 2. Spesifikasi Air to Hydraulic Pressure Booster (AHPB)

2.2 Perancangan Sistem Hidrolik Dan Pneumatik

Gambar 3 memperlihatkan rangkaian gabungan sistem pneumatik dan hidrolik yang di dalamnya terdapat AHPB sebagai penggerak hidrolik *Lift Table*.



Keterangan :

- A. Kompresor
- B. Service Unit (FRL)
- C. DCV 5/3, double solenoid with spring return
- D. DCV 5/2, single solenoid with spring return
- E. Throttle Valve
- F. Pressure gauge
- G. Silencer
- H. Reservoir
- I. Check Valve
- J. Actuator Double Acting and Double Rod Booster
- K. Aktuator Hydraulic Sebagai Booster
- L. Manual valve
- M. Akumulator Hidrolik
- N. Solenoid valve
- O. Actuator Hydraulic Lift Table
- P. Limit Switch

Gambar 3. Rangkaian Sistem Pneumatik dan Hidrolik

Kompresor (A) mensuplai *air pressure* dengan besar tekanan yang diatur melalui *servis unit* (B) menuju *reservoir* (H) dan diarahkan oleh *DCV* (C dan D) masuk ke *pneumatic cylinder AHPB* tipe *double acting and double rod* (J). *Air pressure* di *AHPB* digunakan menekan dan menaikkan tekanan *hydraulic oil* di *hydraulic cylinder* (K). *Hydraulic pressure* keluar dari *AHPB* dialirkan menuju *accumulator* (M) yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara dan selanjutnya dialirkan menuju *hydraulic actuator* mengangkat *lift table* (O). *Hydraulic pressure* keluar dari *AHPB* tidak dialirkan langsung menuju *hydraulic actuator lift table* (O) dengan maksud untuk mengangkat *lift table* dengan mulus tidak terputus-putus (*intermitent*).

2.3 Perhitungan Energi Sistem Hidrolik dan Pneumatik

Proses perhitungan dilakukan berdasarkan beban angkat *lift table* sebesar 495,41 Newton untuk mengetahui *hydraulic pressure* di aktuator hidrolik *lift table* dan *AHPB* serta *pneumatic pressure* di *AHPB* dan *service unit (FRL)* dengan memperhitungkan kerugian tekanan (*pressure loss*) *mayor* dan *minor* akibat gesekan di pipa lurus dan *fitting* sambungan termasuk *valve*.

Persamaan-persamaan utama yang digunakan dalam perhitungan [14] yaitu sebagai berikut :

- Menghitung *air pressure* dan *hydraulic pressure* di aktuator :

$$P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

- Menghitung kecepatan aktuator :

$$V = \frac{Q}{A} \quad (2)$$

- Menghitung *headloss mayor* :

$$H_{l\text{ mayor}} = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (3)$$

- Menghitung *headloss minor* :

$$H_{l\text{ minor}} = n K \frac{V^2}{2g} \quad (4)$$

- Menghitung tekanan total sistem hidrolik :

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + H_P - H_m - H_L = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} \quad (5)$$

- Menghitung *air pressure loss* sistem pneumatik :

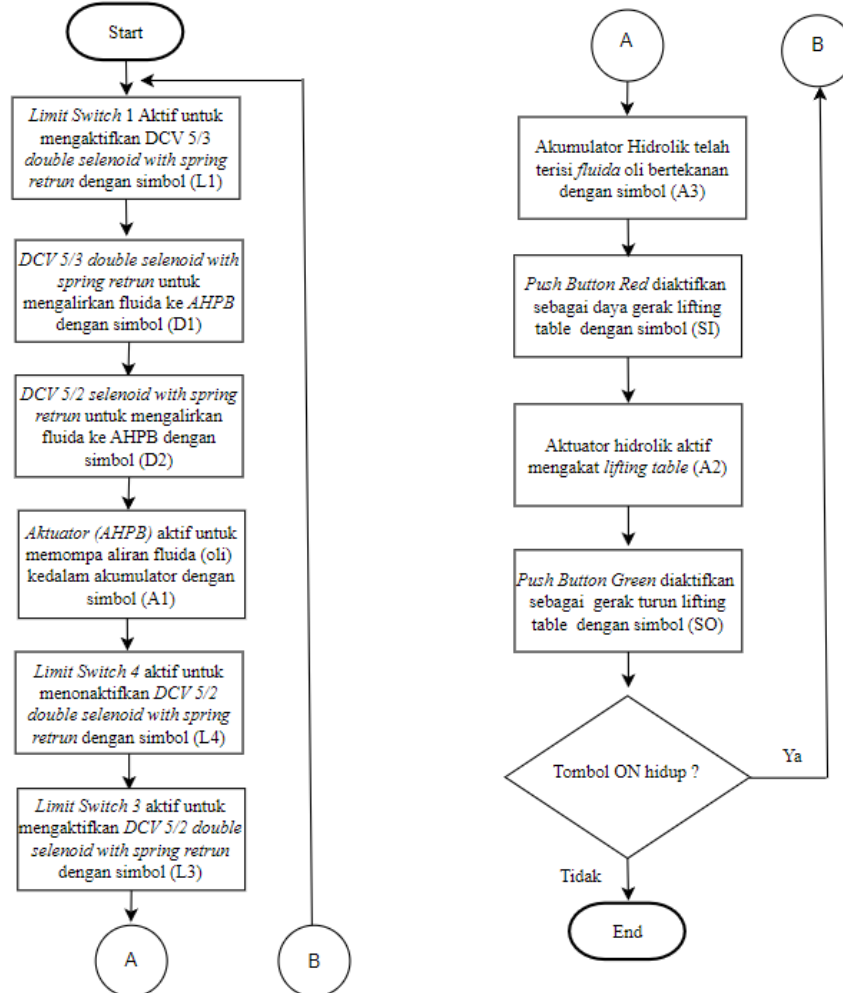
$$P_f = \frac{c.L.Q^2}{3600(CR).d^{5.31}} \quad (6)$$

- Menghitung energi sistem hidrolik dan pneumatik :

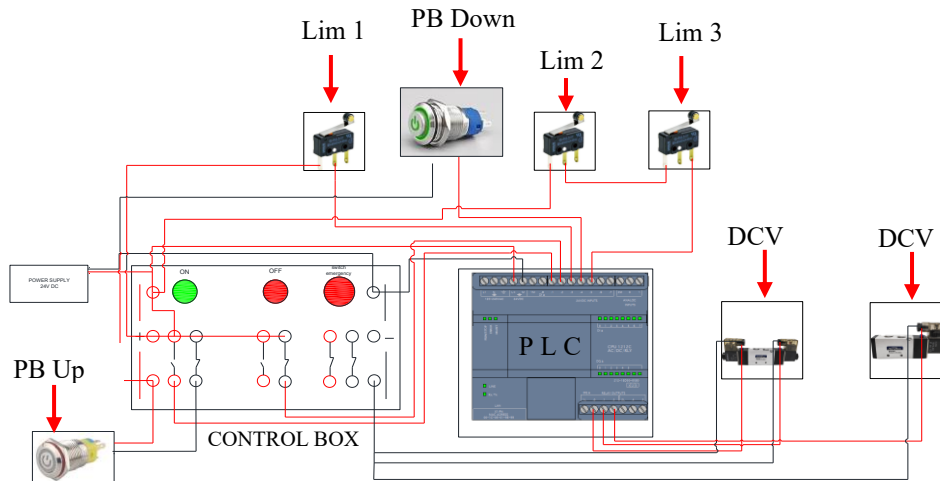
$$E = P \times Q \quad (7)$$

2.4 Perancangan Sistem Kontrol PLC

Perancangan sistem kontrol dimulai dengan terlebih dahulu memahami prinsip kerja sistem pneumatik dan hidrolik beserta *AHPB* dalam menghasilkan *hydraulic pressure* dengan *input air pressure* sebagai penggerak hidrolik *lift table*. Untuk dapat mendukung prinsip kerja sistem, dibuat urutan langkah sistem kontrol yang dapat dilihat pada gambar 4, selanjutnya dibuat skema *wiring diagram* sistem kontrol dengan *PLC* sebagai prosesornya ditunjukkan pada gambar 5.

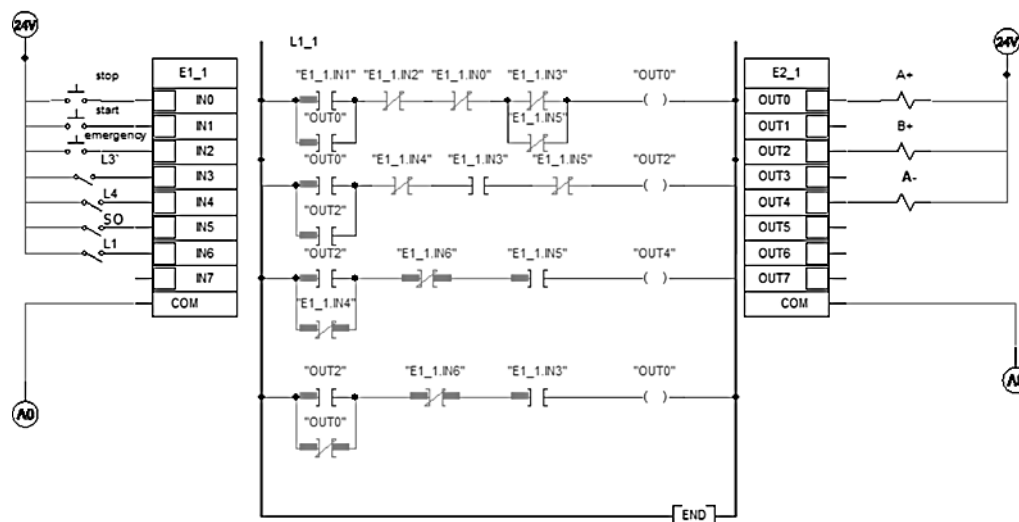


Gambar 4. Urutan Langkah Sistem Kontrol



Gambar 1. Skema *Wiring Diagram* Sistem Kontrol

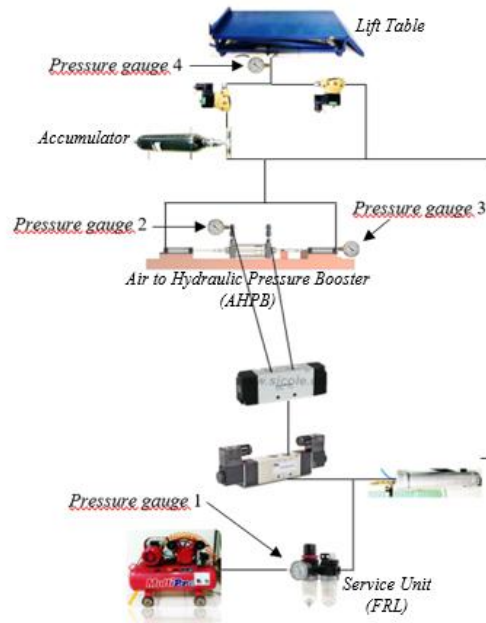
PLC dapat bekerja sebagai prosesor mengatur kerja DCV (*Directional Control Valve*) berdasarkan masukan dari Lim (*Limit Switch*) dan PB (*Push Button Switch*) mengikuti program *ladder*. Skema hubungan program *ladder* dan bagian *input output* PLC dibuat menggunakan bantuan *software Automation Studio V.6* dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Diagram *Ladder* dan *Input Output* PLC

2.5 Prosedur Pengujian

Untuk mengetahui kebutuhan energi aktual penggunaan *Air to Hydraulic Pressure Booster (AHPB)* sebagai penggerak *lift table*, dilakukan pengujian dan pengukuran tekanan pada *service unit (FRL)* yang bervariasi, yaitu mulai dari tekanan 1 sampai dengan 4 bar. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur tekanan menggunakan *pressure gauge* yang terdapat pada sistem. Terdapat 4 *pressure gauge* yang digunakan untuk mengukur tekanan pada sistem. Gambar 7 memperlihatkan lokasi 4 *pressure gauge* pada posisi ukurnya masing-masing.



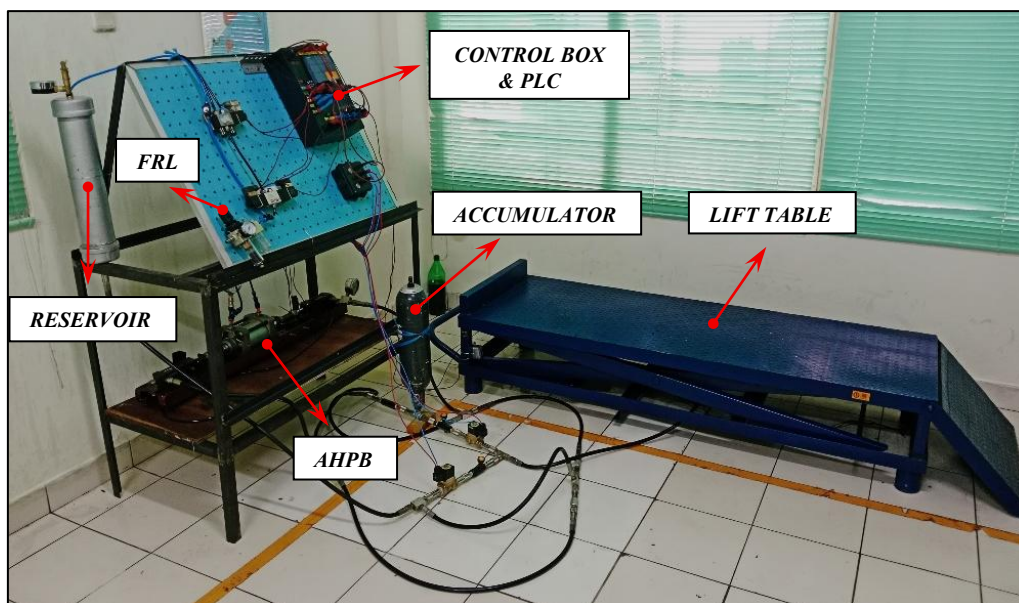
Gambar 7. Lokasi *Pressure Gauge*

Pressure gauge 1 terdapat pada *service unit (FRL)* digunakan untuk mengukur tekanan udara (*air pressure*) dari kompresor yang masuk kedalam sistem, *pressure gauge 2* terletak pada bagian *input pneumatic cylinder AHPB* digunakan untuk mengukur tekanan udara (*air pressure*) yang masuk ke dalam *pneumatic cylinder AHPB*, *pressure gauge 3* terletak pada bagian *output hydraulic cylinder AHPB* digunakan untuk mengukur tekanan hidrolik (*hydraulic pressure*) yang keluar dari *hydraulic cylinder AHPB*, *pressure gauge 4* terletak pada aktuator hidrolik penggerak *lift table* digunakan untuk mengukur tekanan hidrolik (*hydraulic pressure*) untuk mengangkat *lift table*.

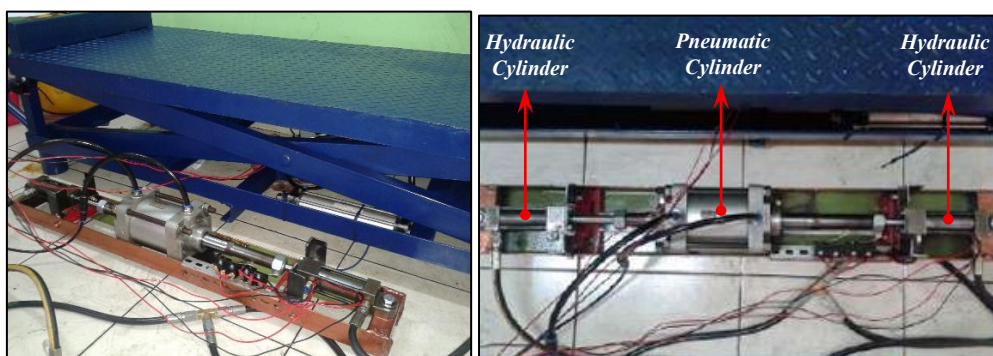
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Model AHPB Sebagai Penggerak Hidrolik *Lift Table*

Setelah melalui proses perancangan dan instalasi, maka diperoleh model fisik dan kinerja aktual *Air to Hydraulic Pressure Booster (AHPB)* dalam kombinasi sistem pneumatik dan hidrolik yang bekerja secara otomatis berdasarkan kontrol *PLC* sebagai penggerak hidrolik *lift table*, yang ditunjukkan pada gambar 8. Model fisik *AHPB* diperlihatkan pada gambar 9.



Gambar 8. Model Sistem Hidrolik, Pneumatik dan AHPB Sebagai Penggerak *Lift Table*



Gambar 9. Model AHPB Sebagai Penggerak *Lift Table*

Sebagai prosesor untuk mengendalikan kerja sistem, digunakan *PLC Siemens S7-1200* yang memiliki 14 *input digital* dan 10 *output digital*, serta kemampuan *switch 2 input* sebagai *analog*. Program ladder untuk mengoperasikan *PLC* dibuat dengan *software Totally Integrated Automation (TIA) portal V15* dan diinstal pada *PLC Siemens S7-1200* [15].

3.2 Kebutuhan Energi Untuk Mengangkat *Lift Table*

Perhitungan kebutuhan energi dilakukan untuk mengetahui besarnya daya pneumatik dan tekanan udara (*air pressure*) minimal yang dibutuhkan untuk mengangkat *lift table* dalam kondisi kosong (tidak bermuatan). Secara teoritik dibutuhkan mdaya pneumatik sebesar 4,0 Watt pada tekanan udara (*air pressure*) sebesar 0,45 Bar di bagian *service unit (FRL)* untuk mengangkat *lift table* pada beban angkat 495,41 Newton dan tekanan aktuator hidrolik sebesar 3.94 Bar. Unit *Air to Hydraulic Pressure Booster (AHPB)* dapat meningkatkan tekanan sebesar 9 kali (4,1 Bar : 0,45 Bar). Data kebutuhan energi hasil perhitungan lebih lengkap disajikan pada table 1.

Tabel 1. Data Kebutuhan Energi Pneumatik dan Hidrolik

No	Keterangan	Hasil
1	Tekanan aktuator <i>lift table</i>	3,94 Bar
2	Kecepatan kenaikan <i>lift table</i>	0,008 m/s
3	Debit fluida pada aktuator hidrolik	0,01 l/s
4	Kecepatan fluida hidrolik	0,15 m/s
5	Nilai <i>reynold</i>	37,3 (laminar)

6	Faktor gesek	1,72
7	Berat jenis fluida	8436,6 N/m ³
8	Head loss total sistem hidrolik	1,6 m
9	Tekanan aktuator hidrolik (<i>booster</i>)	4,1 Bar
10	Energi sistem hidrolik	3,96 Watt
11	Gaya aktuator hidrolik sebagai <i>booster</i>	199,89 N
12	Tekanan aktuator pneumatik (<i>booster</i>)	0,45 Bar
12	Debit aktuator hidrolik (<i>booster</i>)	0,01 l/s
13	Kecepatan aktuator hidrolik (<i>booster</i>)	0,02 m/s
14	Debit aktuator pneumatik (<i>booster</i>)	0,0884 l/s
15	Kecepatan udara sistem pneumatik	7,03 m/s
16	Energi sistem pneumatik (<i>service unit, FRL</i>)	4,0 Watt
17	Tekanan sistem pneumatik (<i>service unit, FRL</i>)	0,45 Bar

3.3 Hasil Pengujian Tekanan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui tekanan pneumatik booster (*AHPB*), tekanan hidrolik booster (*AHPB*) dan tekanan aktuator hidrolik *lift table* dengan menetapkan tekanan udara di *service unit (FRL)* sebesar 1 Bar sampai dengan 4 Bar. Pengujian dilakukan dengan mengukur tekanan menggunakan 4 (empat) *pressure gauge* yang dialokasikan seperti ditunjukkan pada gambar 7. Data hasil pengukuran tekanan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Tekanan

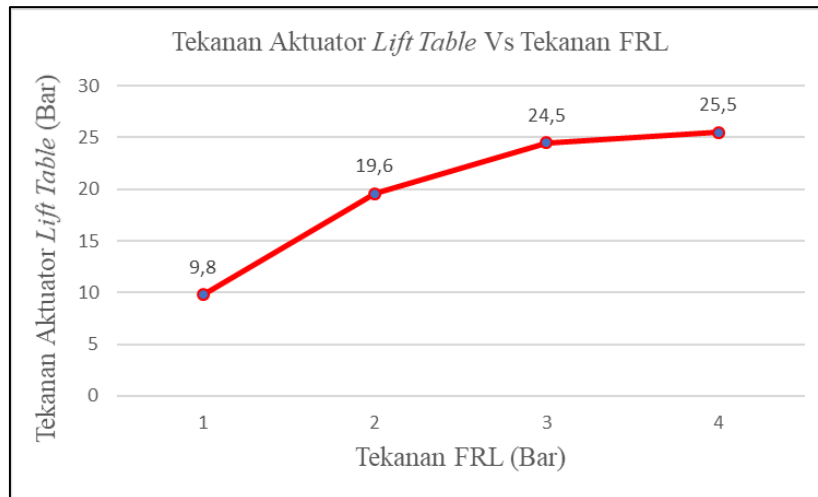
<i>Tekanan Service Unit (FRL)</i>	<i>Tekanan Pneumatik Booster (AHPB)</i>	<i>Tekanan Hidrolik Booster (AHPB)</i>	<i>Tekanan Aktuator Lift Table</i>
1 Bar	0,98 Bar	9,8 Bar	9,8 Bar
2 Bar	1,96 Bar	19,6 Bar	19,6 Bar
3 Bar	2,74 Bar	25,5 Bar	24,5 Bar
4 Bar	3,43 Bar	30,8 Bar	25,5 Bar

Peningkatan tekanan hidrolik di aktuator *lift table* terhadap pertambahan tekanan udara (*air pressure*) di *service unit (FRL)* disajikan pada grafik gambar 10.

Peningkatan tekanan hidrolik *Booster (AHPB)* terhadap tekanan pneumatik *Booster (AHPB)* disajikan pada grafik gambar 11 dan gambar 12.

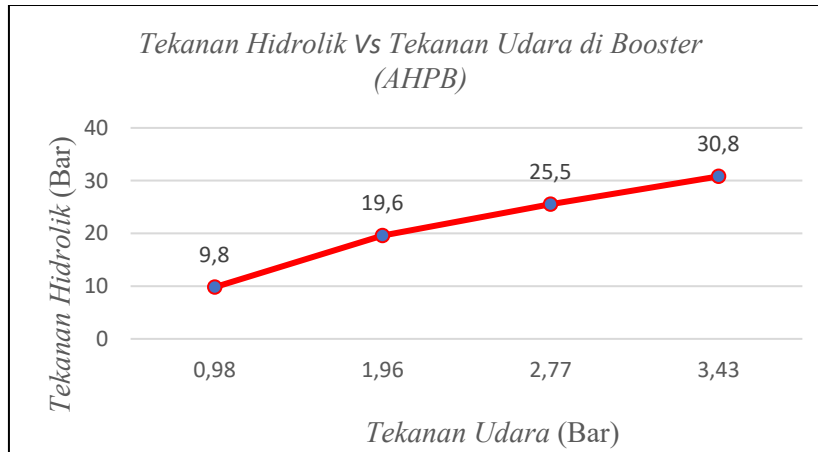
3.4 Analisis Kinerja Sistem

Dari data hasil perhitungan yang disajikan pada tabel 1, secara teoritik dibutuhkan tekanan udara (*air pressure*) sebesar 0,45 Bar di bagian *service unit (FRL)* untuk mengangkat *lift table* pada beban angkat 495,41 Newton dan tekanan aktuator hidrolik sebesar 3.94 Bar. Pada saat pengujian, *lift table* baru dapat mengangkat pada tekanan udaran (*air pressure*) di *service unit (FRL)* sebesar 3 Bar bukan 0,45 Bar. Perbedaan ini disebabkan terdapat beban gesekan yang lebih besar jauh melebihi estimasi perhitungan. Gesekan tidak hanya terjadi di pipa lurus, *sambungan-sambungan (fitting)*, *valve*, aktuator dan *booster (AHPB)*, juga terjadi di konstruksi *lift tabel* sehingga di awal gerak angkat membutuhkan energi hidrolik yang lebih besar dan berpengaruh membutuhkan lebih besar juga tekanan udara (*air pressure*) di *service unit (FRL)*.

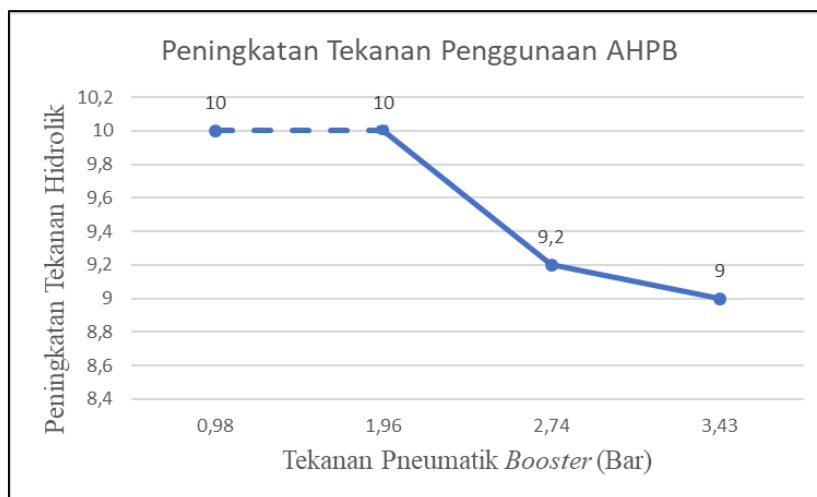


Gambar 10. Tekanan Hidrolik Aktuator *Lift Table* Terhadap Tekanan Udara *FRL*

Dari data hasil pengujian yang disajikan pada gambar 10, peningkatan *input* suplai tekanan udara (*air pressure*) di *service unit* (*FRL*) tidak menghasilkan *output* tekanan hidrolik di aktuator *lift table* secara linier, perbandingan tekanan *ouput* terhadap *input* semakin kecil. Hal ini disebabkan kenaikan tekanan udara dan hidrolik mendorong kerugian akibat gesekan lebih besar di semua tempat yaitu di pipa lurus, sambungan-sambungan (*fitting*), *valve*, aktuator dan *booster* (*AHPB*). Dengan kata lain efisiensi penggunaan energi yang diperoleh dari sistem pneumatik, hidrolik dan booster semakin kecil dengan peningkatan suplai tekanan udara (*air pressure*) di *service unit* (*FRL*). Berdasarkan perbandingan terhadap kemampuan secara teoritik peningkatan tekanan oleh *Booster* (*AHPB*) sebesar 16 kali, efisiensi pada tekanan udara di *service unit* (*FRL*) sebesar 1 Bar (61%), 2 Bar (61%), 3 Bar (53%) dan 4 Bar (40%).



Gambar 11. Tekanan Hidrolik Terhadap Tekanan Udara di *Booster* (*AHPB*)



Gambar 12. Peningkatan Tekanan Hidrolik Terhadap Tekanan Udara di *Booster (AHPB)*

Dari data hasil pengujian yang disajikan pada gambar 11 dan 12, pertambahan peningkatan tekanan *air pressure* menjadi *hydraulic pressure* di *Booster (AHPB)* tidak terjadi secara linier. Hal ini disebabkan semakin tinggi tekanan udara yang masuk ke *pneumatic cylinder Booster* maka semakin besar pula kerugian akibat gesekan yang terjadi di semua tempat *AHPB* terutama gesekan *air piston* dan *hydraulic piston* terhadap dinding *cylinder*. Berdasarkan perbandingan terhadap kemampuan secara teoritik peningkatan tekanan oleh *Booster (AHPB)* sebesar 16 kali, efisiensi *Booster (AHPB)* pada tekanan udara masuk sebesar 0,98 Bar (63%, peningkatan tekanan 10 kali), 1,96 Bar (63%, peningkatan tekanan 10 kali), 2,74 Bar (58%, peningkatan tekanan 9,2 kali) dan 3,43 Bar (56%, peningkatan tekanan 9 kali).

Pengembangan yang dilakukan pada sistem untuk menstabilkan suplai *hydraulic pressure* ke aktuator hidrolik *lift table* dengan menggunakan *accumulator* berhasil dilakukan, terlihat dari pengujian yang dilakukan *lift table* mengangkat dengan mulus (*smooth*), tidak mengalami gerak terputus-putus (*intermitent*). *Hydraulic pressure* keluar dari *Booster AHPB* dialirkan menuju *accumulator* (tidak langsung ke aktuator hidrolik *lift table*) yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara dan selanjutnya dialirkan menuju aktuator hidrolik untuk mengangkat *lift table*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan proses perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

Diperoleh model fisik konstruksi *Air to Hydraulic Pressure Booster (AHPB)* menggunakan 1 (satu) *pneumatic cylinder double acting with double rod* dan 2 (dua) *hydraulic cylinder double acting with single rod* dengan perbandingan luas penampang *pneumatic piston* terhadap *hydraulic piston* sebesar 16 : 1 dapat meningkatkan *air pressure* menjadi *hydraulic pressure* secara teoritik sebesar 16 kali dan secara eksperimental sebesar 10 kali dengan efisiensi 63%. Peningkatan *air pressure* di *service unit (FRL)* menghasilkan pertambahan keluaran *hydraulic pressure* di aktuator *lift table* secara tidak linier (terus menurun) dan efisiensi terbesar yang dapat dicapai sebesar 61%. Dibutuhkan tekanan pneumatik (*air pressure*) sebesar 3 Bar di *service unit (FRL)* untuk dapat mengangkat *lift table* muatan kosong pada beban angkat sebesar 495,41 Newton. Penggunaan *PLC* sebagai prosesor untuk mengendalikan kerja *AHPB* dan sistem secara keseluruhan berhasil bekerja sesuai kebutuhan.

5. Daftar Pustaka

- [1] Safitri, P.M., Kurnia, I., Tresia, L., 2018, Perancangan Footrest Stairs dan Scissor Lift di Area Mesin CNC Bor Melalui Pendekatan Ergonomi dengan Metode Posture Evaluation Index (PEI) di PT PINDAD (Persero) Bandung, Jurnal Teknologi dan Manajemen, Volume

16 No 2, Agustus 2018.

- [2] Santosa, A., Hanifi, R., 2025, Dasar-dasar Pneumatik dan Aplikasi di Industri Manufaktur, Mega Press Nusantara.
- [3] Syarif, H.U., dkk, 2024, Sistem Hidrolik, CV. Gita Lentera.
- [4] Shi, Y.; Wu, T.C.; Cai, M.L.; Wang, Y.X.; Xu, W.Q. Energy conversion characteristics of a hydropneumatics transformer in a sustainable-energy vehicle. *Appl. Energy* 2016, 171, 77–85.
- [5] Shi, Yan, Cai, Maolin, Xu, Weiqing and Lü, Jie. “Flow Characteristics of Expansion Energy Used Pneumatic Booster”, *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, pp.889-896, Vol. 25, No. 5, 2012
- [6] Kumar, M. Kiran, et al. "Design & analysis of hydraulic scissor lift." *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* 3.6 (2016): 1647-1653.
- [7] Latas, Waldemar, and Jerzy Stojek. "A new type of hydrokinetic accumulator and its simulation in hydraulic lift with energy recovery system." *Energy* 153 (2018): 836-848.
- [8] Liu, Yanxiong, et al. "Analysis of energy characteristic and working performance of novel controllable hydraulic accumulator with simulation and experimental methods." *Energy Conversion and Management* 221 (2020): 113196.
- [9] Wang, Weiping, Xinyi Zhou, and Shun Lu. "High-energy density hydraulic energy storage method based on the principle of gas-liquid dissolution." *Journal of Energy Storage* 123 (2025): 116768.
- [10] Pranowo, 2016, Panduan Belajar PLC Teori Dan Praktek, Sanata Dharma University Press, Yogyakarta.
- [11] Yusuf, H.M., 2024, Pembuatan Penerapan dan Simulasi Program PLC Ladder pada Sistem Kontrol Penggerak Lift Table menggunakan Air to Hydraulic Pressure Booster (AHPB), Skripsi, Institut Teknologi Nasional Bandung.
- [12] Cai,M.L.;Kagawa,T.Energy consumption assessment and energy loss analysis in pneumatics ystem.*Chin.J.Mech.Eng.*2007,43,69–74.
- [13] Wang,H.T.;Xiong,W.;Wang,X. Research on the static characteristics of air driven gas booster.*Proc. JFPS Int.Symp.FluidPower2008*,2008,715–718..
- [14] Esposito A, 2015, Fluid Power With Applications, Seventh Edition, Prentice Hall, USA.
- [15] Siemens Automation Cooperates with Education (SCE), 2020, Handbook Training PLC S7-1200 With TIA PORTAL, Siemens.