

Aplikasi Software Automation Studio dalam Desain dan Simulasi Sistem Hidrolik pada Truk Sampah

Application of Automation Studio Software in Hydraulic System Design and Simulation in Garbage Trucks

Ade Lukman¹, Hendri Maja Saputra², Abdurrahman Nurhakim³

¹Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik Caltex Riau

Jl. Umbansari No.1 Rumbai, Pekanbaru 28265 - Riau Telp: 0761-53939, Fax:0761-554224

²Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

Jl. Cisit, No.21/154D, Bandung 40135, Indonesia (022) 2503055

³Department of Electrical Engineering, UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Jalan A.H Nasution 105, Cibiru - Bandung 40614, Indonesia

ade17tm@mahasiswa.pcr.ac.id^{1*}, hendri.maja@gmail.com², abdurrahmannurhakim@gmail.com³

Abstrak – Tren terbaru dalam pengembangan truk sampah adalah menggunakan pemodelan desain sistem. Truk sampah memerlukan pemodelan untuk merancang dan mensimulasikan sistem kendali. Oleh karena itu, pemodelan merupakan langkah awal yang penting. Paper ini mengulas hasil studi tentang pemodelan hidrolik untuk sistem truk sampah. Upaya pemodelan kinematik dan dinamis ditinjau terlebih dahulu dengan berbagai pendekatan dalam pemodelan sistem hidrolik. Truk sampah mengacu pada truk yang dirancang khusus untuk mengumpulkan limbah dan mengangkut sampah yang dikumpulkan ke pengolahan limbah padat seperti tempat pembuangan sampah. Automation Studio merupakan perangkat lunak untuk mendesain rangkaian, simulasi, dan dokumentasi proyek untuk sistem tenaga fluida dan listrik. Automation Studio dapat diterapkan dalam desain, pelatihan dan pemecahan masalah dari hidrolika, pneumatik, HMI maupun sistem kontrol listrik. Hidrolik adalah teknologi dan ilmu terapan yang menggunakan teknik dan ilmu lain yang melibatkan sifat mekanik dan penggunaan cairan. Pada aplikasi tenaga fluida, hidrolik digunakan untuk menghasilkan dan mentransmisikan daya dengan menggunakan cairan bertekanan. Salah satu aplikasi dari sistem hidrolik sendiri terdapat pada truk sampah. Terdapat beberapa bagian dari pergerakan truk sampah tersebut menggunakan sistem hidrolik seperti pada bagian pengangkatan tempat sampah, penuangan sampah dan pengepresan bak sampah. Pada artikel ini Automation Studio sebagai aplikasi desain dan simulasi diaplikasikan untuk merancang serta mensimulasikan sistem operasi hidrolik yang ada pada truk sampah.

Kata Kunci: Automation Studio, desain dan simulasi, sistem hidrolik, truk sampah

Abstract – The latest trend in developing garbage trucks is to use system design modeling. Garbage trucks require modeling to design and simulate control systems. Therefore, modeling is an important first step. This paper reviews the results of studies on hydraulic modeling for garbage truck systems. The kinematic and dynamic modeling efforts are first reviewed with various approaches in hydraulic system modeling. Garbage trucks refer to trucks that are specifically designed to collect waste and transport collected garbage to solid waste treatment such as landfills. Automation Studio is software for designing circuit, simulation and project documentation for fluid power systems and electricity projects. Automation Studio

SENTER 2019, 23 - 24 November 2019, pp. 426-432

ISBN: 978-602-60581-1-9

■ 426

can be applied in the design, training and problem solving of hydraulics, pneumatics, HMI and electrical control systems. Hydraulic is a technology and applied science that uses techniques and other sciences that involve mechanical properties and fluid usage. In fluid power applications, hydraulics are used to generate and transmit power using pressurized fluids. One application of the hydraulic system itself is found in garbage trucks. There are several parts of the movement of the garbage truck using a hydraulic system such as in the removal of the trash, pouring garbage and pressing the garbage bin. In this article Automation Studio as a design and simulation application is applied to design and simulate the existing hydraulic operating system in a garbage truck.

Keywords: Automation Studio, design and simulation, hydraulic system, garbage truck

1. Pendahuluan

Sistem hidraulik banyak digunakan dalam bidang industri karena keunggulan dalam transmisi daya melalui fluida bertekanan [1]. Kata hidrolik berasal dari bahasa Inggris yaitu *hydraulic* yang berarti cairan atau minyak. Prinsip dari peralatan hidrolik memanfaatkan konsep tekanan, yaitu tekanan yang diberikan pada salah satu silinder akan diteruskan ke silinder yang lain, sesuai dengan hukum Pascal [3].

Pada kebanyakan aplikasi, sistem hidrolik banyak digunakan seperti halnya memindahkan beban yang berat, sebagai alat penekan dan pengangkat [9]. Pada industri banyak ditemui penggunaan sistem hidrolik pada alat-alat berat, seperti truk sampah (*garbage truck*), mesin *moulding*, mesin *press*, *forklift*, *crane*, dan lain-lain. Pada saat ini penggunaan sistem hidrolik sudah dilengkapi dengan berbagai peralatan kontrol yang menunjang pengendalian dan ketepatan (presisi) dalam penggunaannya [8]. Pada aplikasi tenaga fluida, hidrolik digunakan untuk menghasilkan dan mentransmisikan daya dengan menggunakan cairan bertekanan. Dalam sistem hidrolik dibutuhkan sebuah *software* untuk merancang dan mensimulasikannya seperti contohnya *software Automation Studio* [10].

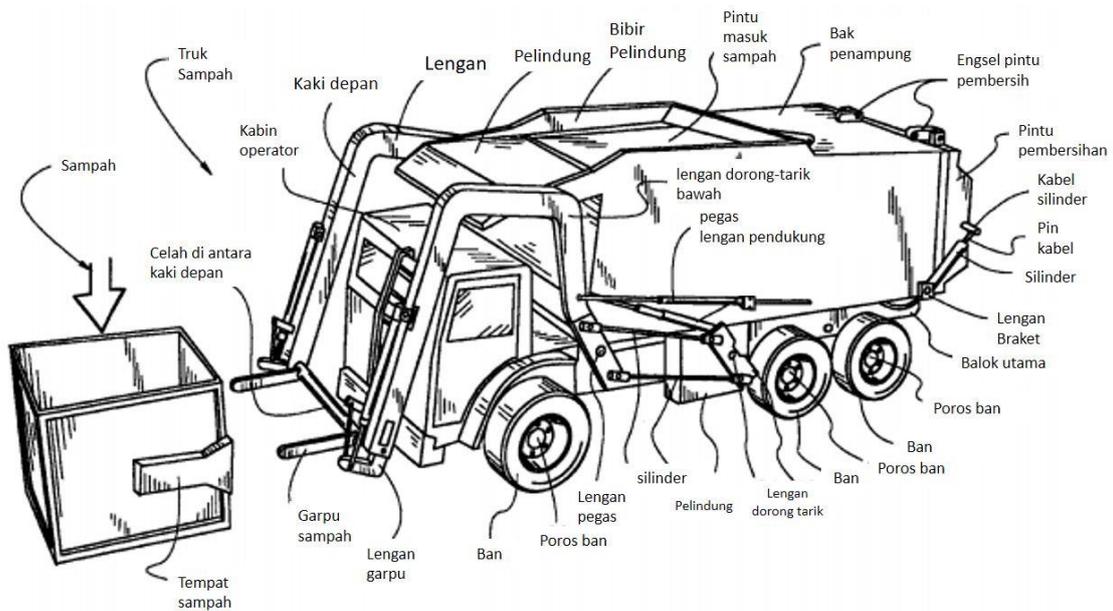
Automation Studio merupakan perangkat lunak untuk mendesain rangkaian, simulasi dan dokumentasi proyek untuk sistem tenaga fluida dan proyek listrik. *Automation Studio* dapat diterapkan dalam desain, pelatihan dan pemecahan masalah dari hidrolika, pneumatik, *Human Machine Interface* (HMI), maupun sistem kontrol listrik. Fungsi *Automation Studio Hydraulics* digunakan untuk tujuan rekayasa sistem hidrolik [4]. *Automation Studio Hydraulics* mencakup perpustakaan simbol tertentu dan menggunakan teknik pemodelan seperti hukum Bernoulli dan metode gradien dimana merupakan aspek utama yang digunakan untuk menyusun dan menguji sistem hidrolik sambil mempertimbangkan parameter termal. Pustaka *Automation Studio* mencakup elemen tambahan seperti perintah dan perangkat kendali diantaranya pengontrol PID, CAN bus, dan arah servo [11].

Truk sampah dikembangkan dengan menggunakan sistem hidrolik sebagai penggerak utama, diantaranya untuk mengangkat tempat sampah, menuangkan sampah pada bak, mengepres sampah dan membuka/ menutup truk sampah. Sistem hidrolik pada unit ini terdiri dari tiga komponen utama, yaitu *power pack*, elemen kendali, dan aktuator. Unit ini bisa bekerja dengan baik, jika pada sistem hidrolik dilakukan perancangan dan perhitungan untuk pemilihan komponen yang akan digunakan, terutama pada *cylinder hydraulic*, *hydraulic pump*, dan *reservoir* (tangki hidrolik) [5].

Pada penelitian ini, *Automation Studio* sebagai aplikasi desain dan simulasi diaplikasikan untuk merancang serta mensimulasikan sistem operasi hidrolik yang ada pada truk sampah yang telah dijelaskan sebelumnya.

2. Metode Penelitian

Pada proses perancangan perlu dilakukan sistematika alur yang jelas dan tepat untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah, kemudian studi literatur terkait dengan isu yang diangkat. Setelah diperoleh informasi dan perbandingan maka dilakukan perancangan sistem untuk kemudian dianalisa. Proses studi literatur yakni dengan mencari referensi patent truk sampah. Salah satu contoh paten truk sampah dapat dilihat pada **Gambar 1** [6].



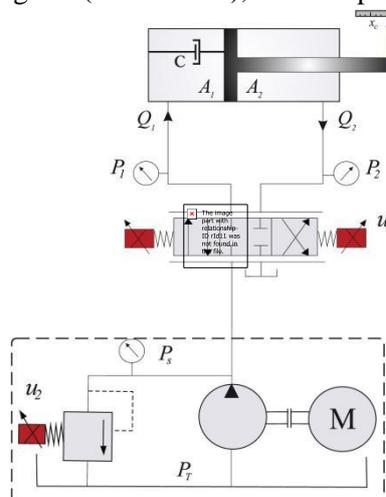
Gambar 1. Bagian-bagian sistem hidrolik pada truk sampah

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa pada sistem truk sampah menggunakan hidrolik sebagai aktuator. Terdapat 5 hidrolik yang digunakan pada truk sampah, diantaranya adalah digunakan untuk menjepit tempat sampah, mengangkat tempat sampah dan menuangkan sampah kedalam truk, setelah dimasukkan kedalam truk maka terdapat hidrolik untuk memampatkan sampah agar dapat memuat lebih banyak sampah dan terdapat hidrolik untuk membuka atau menutup truk sampah untuk proses penuangan.

Setelah dilakukan proses studi literatur, tahap selanjutnya adalah melakukan perancangan sistem yang didalamnya terkandung, pemodelan dan perancang diagram rangkaian sistem hidrolik berdasarkan hasil studi desain dan mensimulasikan cara kerja dan parameter diagram rangkaian sistem hidrolik yang telah dirangkai,

2.1. Komponen Yang Digunakan Dalam Sistem Hidrolik

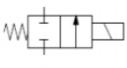
Skema dari sistem hidrolik tunggal yang ada pada truk sampah dapat dilihat pada **Gambar 2** [2]. Secara umum, sistem tersebut dapat terbagi atas tiga sub-bagian utama antara lain: unit tenaga (*powerpack unit*), unit pengatur (*control unit*), dan unit penggerak (*actuator*).



Gambar 2. Skema sistem hidrolik

Pada unit tenaga terdiri dari penggerak utama beserta pompa yang mana penggerak utamanya berasal dari motor elektrik, kemudian pada unit pengatur terdiri dari katup (*valve*) yang akan diatur berdasarkan tekanan dan aliran fluida yang dialirkan oleh penggerak utama yang nantinya akan menggerakkan *actuator*. **Tabel 1** memaparkan komponen-komponen dasar yang digunakan dalam sistem hidrolik pada truk sampah.

Tabel 1. Komponen dasar hidrolik pada truk sampah

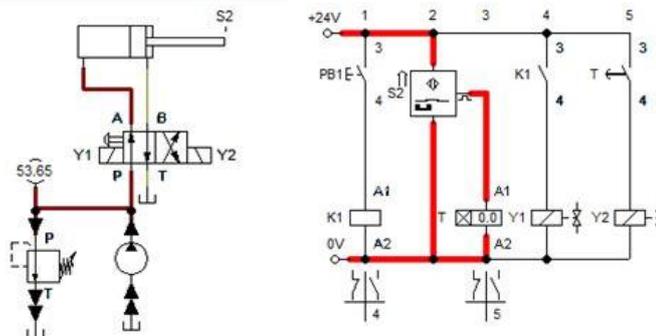
| Bagian | Fungsi | Gambar |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Pompa hidrolik | Mengubah energi mekanik menjadi tenaga tekan hidrolik dengan cara mendorong fluida ke sistem |  |
| Motor listrik/ <i>prime mover</i> | Sebagai penggerak utama yang memberikan energi kinetik pada pompa |  |
| Tangki hidrolik/ <i>reservoir</i> | Sebagai penampung fluida hidrolik sistem |  |
| <i>Solenoid valve normally closed</i> | Untuk mengontrol fluida yang bertekanan ke actuator |  |
| <i>Pressure gauge</i> | Untuk mengukur tekanan fluida dalam pipa yang mengalir |  |
| <i>Double acting cylinder</i> | Mengubah energi tekanan menjadi energi kinetik. Silinder digunakan untuk mengangkat/ menahan beban pada unit |  |

Pada pembuatan diagram rangkaian dalam *Automation Studio* dapat menggunakan fitur *Library Explorer*, yang mana didalamnya terdapat berbagai macam *library* atau kumpulan simbol komponen termasuk *library* simbol komponen sistem hidrolik. Komponen yang tersedia pada *library* dapat langsung di drag atau ditarik menuju lembar kerja sehingga dapat dengan mudah untuk merancang diagram rangkaian sesuai dengan sistem yang diinginkan.

Gambar 3 memaparkan contoh sederhana dari diagram rangkaian sistem hidrolik. Jika simbol komponen yang diinginkan tidak terdapat dalam *library* seperti contohnya terdapat perbedaan pada ukuran dan tipe komponennya, maka dapat dengan mudah ditambahkan dengan menggunakan *Component Properties* yang mana didalamnya terdapat opsi untuk mengubah bentuk, ukuran maupun tipe suatu komponen sesuai dengan yang diinginkan.

2.3. Desain Rangkaian Elektro-Hidrolik

Mempermudah dalam mengontrol dan mengatur sistem hidrolik yang ada pada umumnya, maka dibutuhkan sistem elektrikal didalamnya. Adapun contoh sederhana dari rangkaian elektrikal dalam sistem hidrolik atau yang biasa disebut sistem elektro-hidrolik dapat dilihat pada **Gambar 4** [7].



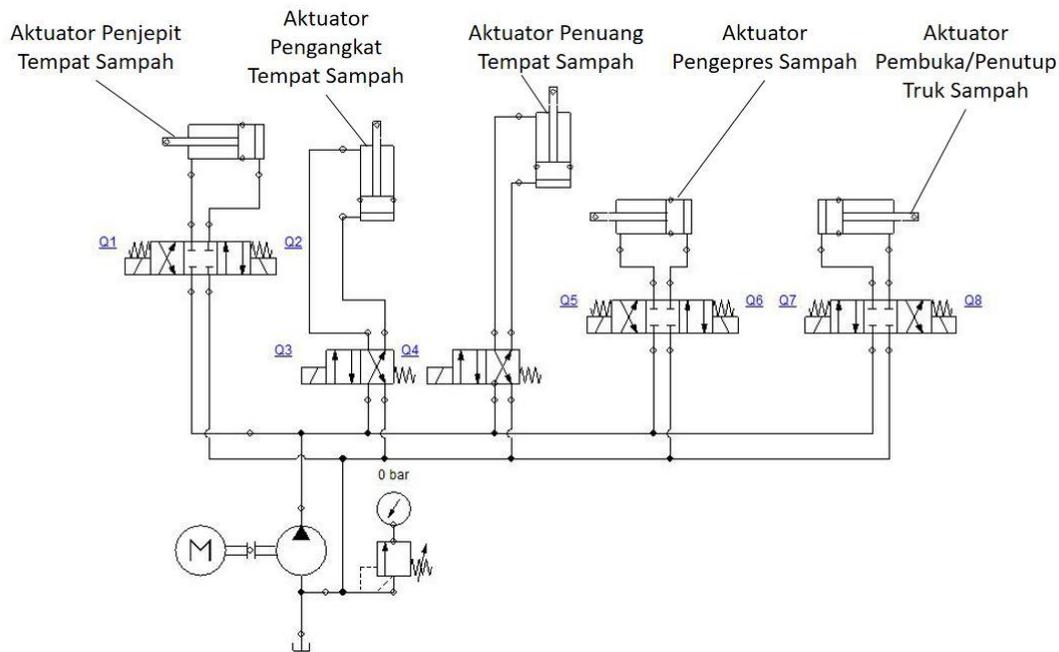
Gambar 4. Rangkaian elektro-hidrolik

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan Perancangan dan Simulasi Sistem Hidrolik Pada Truk Sampah menggunakan *Software Automation Studio Professional Edition*, maka hasil perancangan dan simulasi yang akan dibahas dibagi menjadi 2 sub bab, diantaranya diagram rangkaian hidrolik dan elektro-hidrolik serta hasil simulasi dan parameter sistem dan berikut ini penjelasan dari hasil perancangan dan simulasi tersebut.

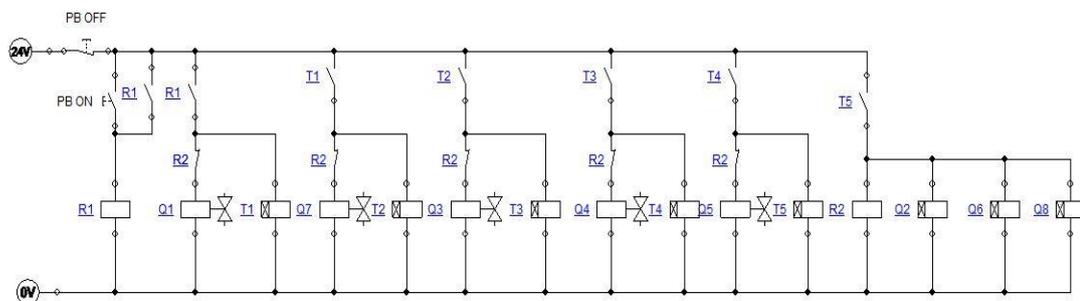
3.1. Diagram Rangkaian Hidrolik & Elektro-Hidrolik

Pada truk sampah terdapat 5 bagian utama yang menggunakan sistem hidrolik dimana sistem tersebut diantaranya terdapat pada mekanik untuk menjepit tong sampah, mengangkat tong sampah, menumpahkan isi tong sampah, mengepres sampah dan membuka/ menutup truk sampah.



Gambar 5. Rangkaian hidrolik pada truk sampah

Pada **Gambar 5** dapat dilihat bahwa sistem hidrolik pada truk sampah menggunakan 5 silinder hidrolik. Silinder yang digunakan adalah Double Action Cylinder (DAC). Pada unit tenaga terdiri dari penggerak utama beserta pompa yang mana penggerak utamanya berasal dari motor elektrik, kemudian pada unit pengatur terdiri dari katup (*valve*) yang diatur berdasarkan tekanan dan aliran fluida yang dialirkan oleh penggerak utama yang menggerakkan *actuator*.

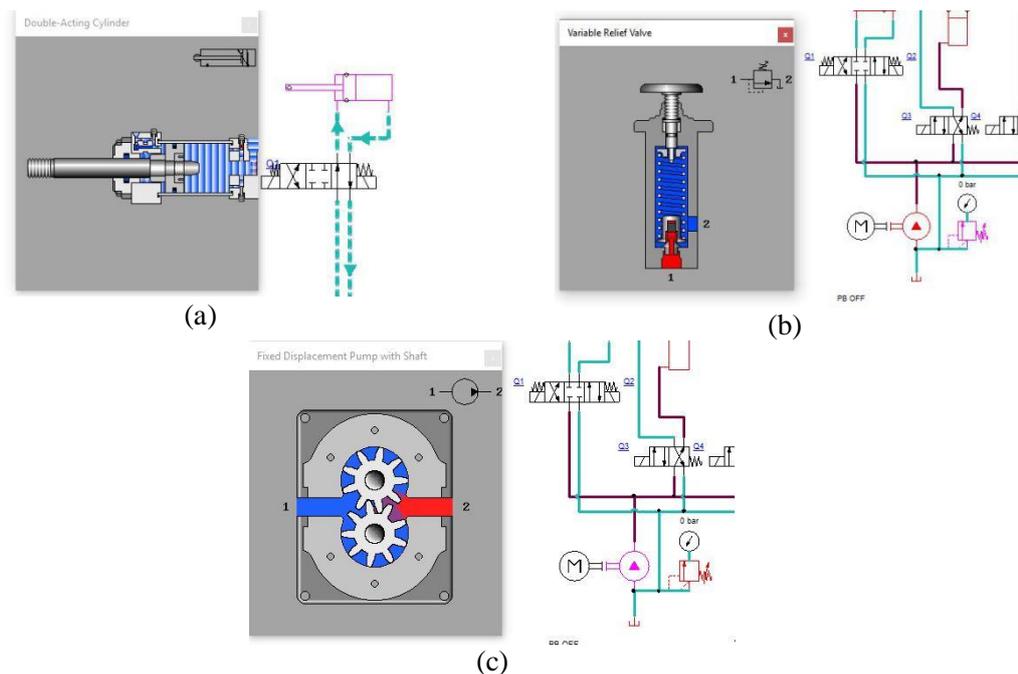


Gambar 6. Rangkain kontrol hidrolik pada truk sampah

Pada **Gambar 6** dapat dilihat bahwa sistem kontrol truk sampah menggunakan button untuk mengaktifkan sistem. Sistem kontrol di mulai dengan penekanan PB Start untuk mengaktifkan seluruh sistem. Pada saat PB Start ditekan sesaat maka arus mengaktifkan relay (R1) dan menjadi rangkaian self-Holding. R1 mengaktifkan Selenoid Valve (Q1) menyebabkan silinder 1 maju digunakan untuk menjepit tong sampah. Selain mengaktifkan Q1, relay juga mengaktifkan T1 (*timer1*). Setelah mencapai waktu yang di atur maka kontak T1 mengaktifkan R2, maka Q5 aktif. Silinder 5 maju untuk membuka bak truk sampah. Selain mengaktifkan Q5, relay juga mengaktifkan T2 (*timer2*). Setelah mencapai waktu yang di atur maka kontak T2 mengaktifkan R3, maka Q2 aktif. Selain mengaktifkan Q2, relay juga mengaktifkan T3 (*timer3*). Setelah mencapai waktu yang di atur maka kontak T3 mengaktifkan R3, maka Q2 aktif. Silinder 2 berfungsi untuk mengangkat tempat sampah. Selain mengaktifkan Q2, relay juga mengaktifkan T3 (*timer4*). Setelah mencapai waktu yang di atur maka kontak T4 mengaktifkan R4, maka Q3 aktif. Q3 berfungsi untuk menumpahkan isi tempat sampah kedalam truk. Selain mengaktifkan Q3, relay juga mengaktifkan T5 (*timer5*). Setelah mencapai waktu yang di atur maka kontak T5 mengaktifkan Q5, maka Q5 aktif. Q5 berfungsi untuk menekan sampah agar dapat memuat lebih banyak. PB5 sebagai tombol off, silinder kembali ke posisi semula.

3.2. Hasil Simulasi & Parameter Sistem

Setelah melakukan perancangan sistem hidrolik serta elektro-hidrolik untuk sistem penggerak truk sampah, tahapan selanjutnya adalah melakukan simulasi sistem hidrolik serta elektro-hidrolik tersebut. Berikut beberapa hasil simulasi pada software *Automation Studio* terhadap sistem hidrolik pada truk sampah.



Gambar 7. Hasil Simulasi: a) *Double Acting Cylinder*; b) *Variable Relief Valve*; c) *Fixed Displacement Pump with Shaft*

4. Kesimpulan

Automation Studio adalah salah satu perangkat lunak yang bagus untuk merancang proses dan sistem otomasi dengan karakteristik hidrolik, pneumatik, dan listrik. Konsep modular perangkat lunak memungkinkan integrasi berbagai fungsi dalam desain sistem hidrolik, mulai dari desain, pemilihan komponen, dan integrasi katalog produk hingga simulasi operasi sistem secara real time. Kemungkinan simulasi parameter sistem, lingkungan yang ramah pengguna dan

desain grafis yang menarik, menjadikan *Automation Studio* sebagai perangkat lunak alat yang menarik untuk digunakan dalam desain sistem hidrolis. Selain itu, sangat penting untuk menekankan tujuan utamanya, yaitu pemenuhan persyaratan praktis (rekayasa) khusus, serta persyaratan pelatihan staf, dan pengujian sistem.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia yang telah mengizinkan kami untuk kerja praktek, selain itu kami berterima kasih pula dengan para anggota di kelompok penelitian otomasi industri yang turut memberikan motivasi dan membimbing.

Referensi

- [1] Achmad, S, Anggun, *Troubleshooting* Sistem Pneumatik Pada Mesin Bor Dengan Kontrol Elektro Pneumatik (proyek akhir), Jurusan Teknik Mesin D3 Fakultas Teknik, UNNES, 2006.
- [2] Bahrami, M., Naraghi, M., & Zareinejad, M. (2018). Adaptive super-twisting observer for fault reconstruction in electro-hydraulic systems. *ISA Transactions*, 76, 235–245.
- [3] Cao H., Guao J., Song G.: Application of Automation Studio in Hydraulic System Design, College of Mechanical Engineering, Heilongjiang, China, 2010.
- [4] Famic Technologies Inc: Users Manual, Cavendish Blv., Canada, 2010.
- [5] Goharrizi AY, Sepehri N. A wavelet-based approach for external leakage detection and isolation from internal leakage in valve-controlled hydraulic actuators. *IEEE Trans Ind Electron* 2011;58(9):4374–84.
- [6] James, R. (2001). (12) United States Patent. 1(12).
- [7] Oladapo, B. I., Balogun, V. A., Adeoye, A. O. M., Olubunmi, I. E., & Afolabi, S. O. (2017). Experimental analysis of electro-pneumatic optimization of hot stamping machine control systems with on-delay timer. *Revista Mexicana de Trastornos Alimentarios*, 15(4), 356–364.
- [8] Parr, Andrew, *Hidrolika Dan Pneumatika Pedoman Untuk Teknisi dan Insinyur Edisi II* (terjemahan), Erlangga, Jakarta, 2003.
- [9] Pramono, Modul Pneumatik, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negri Semarang, 2008.
- [10] Sumbodo, Wirawan, dkk, *Teknik Produksi Mesin industri Jilid 3*, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- [11] Tivay A, Rezaei SM, Baghestan K, Zareinejad M. Energy-saving cooperative position tracking control of electro-hydraulic servo systems. In: *Robotics and Mechatronics (ICRoM)*, 2013 first RSI/ISM International conference. IEEE; 2013. p. 511–6.