Saintek: Jurnal Sains Teknologi dan Profesi Akademi Angkatan Laut
ISSN: 2828-7452 (online), 1979-3111 (print)
DOI: 10.59447

Studi Perancangan Panggung Sistem Hidrolik di Gedung Maspardi Akademi Angkatan Laut

Stage Design Study of Hydraulic Systems in The Naval Academy Maspardi Building

Wujud Wiyono[1]*,

[1] Deptek AAL, Jl. Bumimoro Morokrembangan, Surabaya, Jawa Timur, 60178, Indonesia

*Penulis korespondensi, Surel: wewekambani971@gmail.com

Abstract

This research discusses the design of a hydraulic stage system at the Maspardi Building at the Naval Academy as a solution to increase the flexibility and efficiency of using the performance space. This study uses quantitative research methods with a mechanical system design engineering approach. Analysis was carried out on several aspects including load capacity, stage dimensions, hydraulic drive system and power requirements. The results of the stage design have a total load of 25,772.4 kg. The research results show that the designed hydraulic system is capable of lifting a 15 meter x 10 meter stage load of 25,772.4 kg with a maximum height of 1 meter. This system uses 6 hydraulic actuators that are controlled synchronously with a working pressure of 1,685.5 N/m^2 or Pascal (Pa). Calculation of power when pressing is 252,825.2 N, hydraulic pump power is 33.8752 HP, motor power is 29.74 kW and load distribution for each hydraulic cylinder is 42,137.53 Newtons which is supported by the actuator. The results of the hydraulic system calculations use formulas and data originating from the stage load calculations.

Keywords: Hydraulic systems, Stage design, hydraulic system calculation results, Naval Academy.

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang perancangan sistem panggung hidrolik di Gedung Maspardi Akademi Angkatan Laut sebagai solusi untuk meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi penggunaan ruang pertunjukan. Studi ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan teknik perancangan sistem mekanik. Analisis dilakukan terhadap beberapa aspek meliputi kapasitas beban, dimensi panggung, sistem penggerak hidrolik, dan kebutuhan daya. Hasil dari perancangan panggung memiliki beban total sebesat 25.772,4 kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem hidrolik yang dirancang mampu mengangkat beban panggung 15 meter x 10 meter sebesar 25.772,4 kg dengan ketinggian maksimum 1 meter. Sistem ini menggunakan 6 aktuator hidrolik yang dikendalikan secara sinkron dengan tekanan kerja 1.685,5 N/m^2 atau Pascal (Pa). Perhitungan Daya pada saat penekanan 252.825, 2 N, Daya pompa hidrolik 33,8752 HP, Daya motor 29,74 kW dan pembagian beban tiap Cylinder hydrolic sebesar 42.137,53 Newton yang ditopang oleh aktuator. Hasil perhitungan sistem hidrolik tersebut dengan menggunakan rumus dan data yang berasal dari beban perhitungan panggung.

Kata kunci: Sistem hidrolik, Perancangan panggung, hasil perhitungan sistem hidrolik, Akademi Angkatan Laut

1. Pendahuluan

Akademi Angkatan Laut (AAL) yang berlokasi di Surabaya merupakan lembaga pendidikan tinggi utama dalam pembentukan perwira TNI Angkatan Laut yang telah berdiri sejak tahun 1951 (Sejarah TNI AL, 2021). Sebagai institusi pendidikan militer bergengsi, AAL telah menghasilkan ribuan perwira profesional yang berperan penting dalam menjaga

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

kedaulatan maritim Indonesia. Menurut data statistik AAL (2023), lebih dari 6.000 perwira telah diluluskan dalam dua dekade terakhir, dengan tingkat keberhasilan penempatan mencapai 98% di berbagai satuan TNI AL. Program pendidikan di AAL menggabungkan aspek akademik, militer, dan karakter kepemimpinan, yang dilaksanakan selama empat tahun dengan kurikulum yang terus diperbarui sesuai perkembangan teknologi dan doktrin pertahanan modern (Prawira & Sutanto, 2022). Fasilitas modern yang dimiliki AAL, termasuk simulator kapal perang, laboratorium teknik, dan pusat pelatihan maritim, menjadikannya salah satu akademi militer terbaik di Asia Tenggara dengan tingkat akreditasi A dari Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi (Laporan Evaluasi AAL, 2023).

Perkembangan teknologi dalam industri pertunjukan dan pendidikan militer telah membawa perubahan signifikan dalam desain dan fungsionalitas fasilitas gedung pertemuan. Gedung Maspardi yang berlokasi di Akademi Angkatan Laut (AAL) merupakan salah satu fasilitas penting yang digunakan untuk berbagai kegiatan ceremonial, pendidikan, dan pertunjukan (Widodo et al., 2019). Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan fleksibilitas dan efisiensi dalam penyelenggaraan berbagai acara, kebutuhan akan sistem panggung yang modern dan adaptif menjadi semakin mendesak.

Dalam rangka meningkatkan kualitas dan efektivitas kegiatan di gedung tersebut, perancangan panggung dengan sistem hidrolik menjadi isu yang menarik untuk dikaji. Sistem hidrolik memungkinkan panggung dapat diatur ketinggiannya sesuai kebutuhan, sehingga dapat mengoptimalkan pemanfaatan ruang dan mempermudah pelaksanaan berbagai acara (Hidayat, 2018). Namun, penerapan sistem hidrolik pada panggung di gedung Maspardi belum pernah dilakukan sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji studi perancangan panggung dengan sistem hidrolik di gedung Maspardi Akademi Angkatan Laut.

Sistem panggung hidrolik telah terbukti memberikan berbagai keunggulan dibandingkan dengan sistem panggung konvensional. Menurut penelitian Pratama (2020), penggunaan sistem hidrolik pada panggung dapat meningkatkan efisiensi waktu persiapan hingga 60% dan mengurangi kebutuhan tenaga kerja sebesar 40% dibandingkan dengan sistem manual. Selain itu, teknologi hidrolik modern memungkinkan pengaturan ketinggian dan konfigurasi panggung yang lebih presisi dan aman (Rahman & Susanto, 2021).

Di sisi lain, implementasi sistem hidrolik di gedung-gedung bersejarah dan institusi pendidikan militer memerlukan pertimbangan khusus terkait aspek keamanan, pemeliharaan, dan integrasi dengan infrastruktur yang ada. Penelitian yang dilakukan oleh Kusuma et al. (2022) menunjukkan bahwa 75% keberhasilan implementasi sistem hidrolik bergantung pada ketepatan analisis struktural dan pemilihan spesifikasi teknis yang sesuai dengan karakteristik gedung.

Gedung Maspardi AAL, yang telah berdiri sejak tahun 1990, memerlukan modernisasi sistem panggung untuk mengakomodasi berbagai kegiatan dengan standar keamanan dan efisiensi yang lebih tinggi. Studi perancangan ini menjadi penting mengingat:

a. Meningkatnya frekuensi penggunaan gedung untuk berbagai acara formal dan informal.

b. Kebutuhan akan sistem yang dapat mendukung berbagai konfigurasi panggung.

c. Pentingnya aspek keselamatan dan keandalan dalam operasional gedung pendidikan militer.

d. Tuntutan efisiensi dalam penggunaan sumber daya dan waktu persiapan.

Berdasarkan data dari Departemen Fasilitas AAL (2023), terdapat peningkatan 40% dalam penggunaan Gedung Maspardi untuk kegiatan yang memerlukan konfigurasi panggung yang berbeda-beda selama lima tahun terakhir. Hal ini semakin memperkuat urgensitas dilakukannya studi perancangan sistem panggung hidrolik yang komprehensif.

2. Metode

a. Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah metode perancangan yang menggunakan pendekatan engineering design process yang terdiri dari beberapa tahapan sistematis, dimulai dengan identifikasi kebutuhan dan spesifikasi teknis panggung hidrolik, dilanjutkan dengan analisis struktur dan perhitungan beban untuk menentukan kapasitas sistem hidrolik yang diperlukan, pembuatan konsep desain awal dan simulasi pergerakan, evaluasi dan optimasi desain berdasarkan standar keselamatan dan kebutuhan operasional gedung Maspardi, serta diakhiri dengan pembuatan detail engineering design yang mencakup gambar teknik, spesifikasi komponen, dan sistem hidrolik pada panggung.

b. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif, dimana peneliti akan mengumpulkan data numerik terkait spesifikasi teknis dan perhitungan matematis yang diperlukan dalam perancangan sistem hidrolik untuk panggung di Gedung Maspardi Akademi Angkatan Laut, meliputi analisis beban, kapasitas angkat hidrolik, dimensi silinder hidrolik, kebutuhan daya pompa, serta parameter teknis lainnya yang akan diolah secara sistematis menggunakan metode perhitungan engineering untuk menghasilkan desain sistem hidrolik yang optimal sesuai dengan kebutuhan dan standar keamanan yang berlaku.

c. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian mengenai studi perancangan panggung sistem hidrolik ini dilaksanakan di Gedung Maspardi yang berlokasi di Akademi Angkatan Laut (AAL), Bumimoro, Surabaya. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada kebutuhan AAL untuk memiliki fasilitas panggung modern yang dapat digunakan untuk berbagai kegiatan ceremonial, wisuda, dan acara-acara resmi lainnya yang sering diselenggarakan di gedung tersebut. Gedung Maspardi sendiri merupakan salah satu fasilitas utama di AAL yang sering digunakan untuk berbagai kegiatan penting institusi.

Waktu pelaksanaan penelitian ini direncanakan berlangsung selama 6 bulan, dimulai dari bulan Januari hingga Juni 2024.

d. Target atau Sasaran

Target atau sasaran dari penelitian ini adalah menghasilkan rancangan sistem panggung hidrolik yang optimal untuk Gedung Maspardi Akademi Angkatan Laut, dengan mempertimbangkan aspek keamanan, efisiensi, dan kehandalan sistem. Rancangan yang dihasilkan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan operasional gedung untuk berbagai kegiatan seperti wisuda, upacara resmi, dan acara-acara seremonial lainnya, dengan spesifikasi teknis yang mencakup kemampuan mengangkat beban minimal 2000 kg, kecepatan gerak yang dapat diatur sesuai kebutuhan, sistem kontrol yang mudah dioperasikan, serta memenuhi standar keselamatan yang berlaku untuk sistem hidrolik di gedung publik.

e. Subyek Penelitian

Subjek penelitian dalam studi ini adalah sistem panggung hidrolik yang akan dirancang untuk Gedung Maspardi Akademi Angkatan Laut, yang mencakup komponen-komponen utama seperti silinder hidrolik, sistem pompa, unit kontrol hidrolik, rangka panggung, sistem pengaman, serta elemen pendukung lainnya. Fokus penelitian akan diberikan pada analisis teknis terhadap setiap komponen tersebut, meliputi perhitungan kapasitas angkat, dimensi silinder hidrolik, kebutuhan daya pompa, desain struktural rangka panggung, sistem kontrol otomatis, serta integrasi seluruh komponen untuk membentuk sistem panggung hidrolik yang aman dan efisien sesuai dengan kebutuhan operasional Gedung Maspardi.

f. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian untuk studi perancangan panggung sistem hidrolik di Gedung Maspardi AAL dilaksanakan dalam beberapa tahapan sistematis, dimulai dari tahap identifikasi masalah dengan melakukan survei lapangan dan pengumpulan data awal mengenai kebutuhan dan kondisi eksisting gedung, dilanjutkan dengan studi literatur tentang sistem hidrolik dan standar keamanannya, kemudian tahap pengumpulan data teknis yang meliputi pengukuran dimensi ruang, analisis beban, dan kebutuhan operasional, selanjutnya dilakukan tahap perancangan yang mencakup perhitungan dan pemodelan sistem hidrolik menggunakan software engineering, dilanjutkan dengan tahap analisis teknis untuk memastikan rancangan memenuhi standar keamanan dan efisiensi, dan diakhiri dengan tahap penyusunan rekomendasi teknis serta dokumentasi lengkap dari hasil perancangan sistem panggung hidrolik tersebut.

g. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam studi perancangan panggung sistem hidrolik ini meliputi beberapa perangkat dan alat ukur teknis, antara lain: meteran laser untuk pengukuran dimensi ruang dan area panggung, unit converter untuk mengkonversikan nilai satuan ukur, metal calculator untuk mengkitung bobot atau berat plat pada hitungan luasan, software untuk mengambar pada komputer yang digunakan menggambar rancangan panggung, lembar observasi untuk mencatat data-data teknis di lapangan, checklist standar keselamatan sistem hidrolik yang mengacu pada standar yang berlaku, serta formulir wawancara terstruktur untuk mengumpulkan informasi dari pihak pengelola gedung terkait kebutuhan operasional dan spesifikasi yang diinginkan.

h. Teknis Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan melakukan perhitungan dan analisis teknis terhadap data yang telah dikumpulkan. Analisis dimulai dengan pengolahan data hasil pengukuran dimensi dan beban menggunakan metode perhitungan teknis sistem hidrolik yang meliputi analisis gaya dan tekanan hidrolik, perhitungan kapasitas silinder, kebutuhan daya pompa, dan faktor keamanan menggunakan rumus-rumus mekanika fluida dan hidrolik. Hasil perhitungan kemudian divalidasi menggunakan software analisis teknik untuk memastikan kesesuaian dengan standar keamanan, serta dilakukan analisis komparatif terhadap spesifikasi komponen yang tersedia di pasaran untuk menentukan pilihan komponen yang optimal dalam perancangan sistem panggung hidrolik tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Komponen Panggung

Langkah awal dari perhitungan komponen adalah menghitung luasan dan berat total dari panggung. Langkah tersebut dilakukan karena nilai luasan dan nilai angka berat total digunakan sebagai perhitungan awal dalam perhitungan komponen.

Dibawah ini merupakan desain kerangka dan ukuran panggung yang merupakan basic dari perhitungan. Data yang tersedia dari Ditlog AAL tahun 2024 bahwa luasan panggung gedung Maspardi adalah 173.568 M2. Dilihat dari data yang tersedia maka ukuran panggung dapat direncanakan dengan ukuran 384 x 452 meter. Dengan perhitungan ukuran tersebut maka kemungkinan data yang didapat kurang valid. Untuk itu, peneliti menggunakan ukuran standarisasi gedung berdasarkan referensi nya. Berikut ini adalah Standar Dimensi Dasar Panggung:

1) Kategori Kecil (Small Multipurpose Hall) (Chiara J D, & Crosbie M J, 2001)

- Luas Area: 60-100 m^2
- Dimensi Minimal: 10m × 6m
- Kapasitas: 100-300 orang
- Tinggi minimal: 4.5m dari lantai ke plafon

2) Kategori Sedang (Medium Multipurpose Hall) (Littlefield D, 2012)

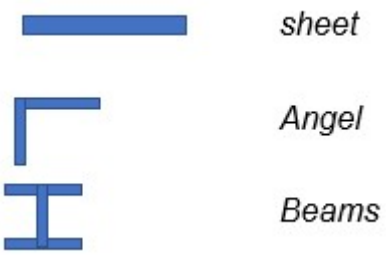
- Luas Area: 100-200 m^2
- Dimensi Optimal: 15m × 10m
- Kapasitas: 300-600 orang
- Tinggi minimal: 6m dari lantai ke plafon

3) Kategori Besar (Large Multipurpose Hall) (Leitermann G, 2016)

- Luas Area: 200-400 m^2

- Dimensi Optimal: 20m × 15m
- Kapasitas: 600-1200 orang
- Tinggi minimal: 8m dari lantai ke plafon

Dikarenakan gedung Maspardi AAL memiliki luas area yang masuk dalam katagori sedang, maka dimensi ukuran panggung yang digunakan adalah 15 x 10 meter. Material yang digunakan untuk rancangan panggung adalah plat besi sheet, angel dan beams.



Adapun kerangka panggung adalah sebagai berikut:

Gambar 3.1 Kerangka Panggung

Permukaan dan tumpuan bawah panggung menggunakan sheet. Sedangkan sisi pinggir kerangka ditambah angel. Bagian tengah kerangka panggung menggunakan beams. Material panggung menggunakan plat dengan tebal 10 mm. Rumus perhitungan berat plat adalah sebagai berikut:

Panjang x Lebar x Tebal x ρ

ρ = 7.850 atau 7,85 gr/cm3

Material panggung yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

- Permukaan dan tumpuan bawah panggung:

  (15 m x 10 m) 2 buah

  (11.775 kg x 2) = 23.550 kg

- Kerangka panggung:

  Ketebalan panggung yang dirancang adalah 20 cm.

  Jadi material yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

  Plat sheet 3 lembar : (15 m x 20 cm) x 3 buah

  (235,5 kg x 3) = 706,5 kg

  Plat sheet 2 lembar : (10 m x 20 cm) x 2 buah

  (157 kg x 2) = 314 kg

  Plat beams 2 buah : (10 m x 20 cm) x 2 buah

  (298,3 kg x 2) = 596,6 kg

  Plat angel 2 buah : (10 m x 20 cm) x 2 buah

  (306, 15 kg x 2) = 612,3 kg

  Kerangka panggung total adalah:

  2.222,4 kg

- Total: 23.550 kg + 2.222,4 kg = 25.772,4 kg

Jadi berat total panggung dari ukuran 15 meter x 10 meter adalah 25.772,4 kg. Maka berat yang akan ditopang oleh sistem hidrolik adalah 25,7724 ton.

3.2 Perhitungan Komponen Sistem Hidrolik

Pelaksanaan perhitungan berdasarkan data-data yang sudah ada diantaranya adalah luasan panggung, berat total panggung. Adapun data tambahan yang diartikan asumsi atau kondisi yang direncanakan diantaranya tinggi pengangkatan panggung dan waktu pengangkatan panggung. Berikut ini merupakan data yang tersedia:

Data yang diketahui:

- Beban (F) = 25.772,4 kg ≈ 252.825,2 N (dikali gravitasi 9,81 m/s^2)
- Luas penampang (A) = 15 m × 10 m = 150 m^2
- Waktu pengangkatan (t) = 10 detik
- Tinggi pengangkatan (h) = 1 meter

Berikut ini merupakan perhitungan yang diperlukan dalam perancangan panggung hidrolik.

1) Tekanan Hidrolik (P)

P = F/A

= 252.825,2 N / 150 m^2

= 1.685,5 N/m^2 atau Pascal (Pa)

Dimana:

F adalah berat total panggung x gravitasi 9,81 m/s^2

2) Debit Aliran Oli (Q)

Debit aliran oli (Q) dihitung dengan rumus:

Q = A x v

di mana:

A adalah luas aliran (dalam meter kubik per detik, m^3/s).

v adalah kecepatan aliran (dalam meter per detik, m/s).

Dalam kasus ini, kita tidak memiliki kecepatan aliran. Jika kita asumsikan kecepatan tertentu, kita bisa menghitung debit. Misalnya, jika kecepatan aliran adalah 0,1 m/s:

A = 15 m x 10 m = 150 m2

Q = 150 m2 x 0,1 m/s

= 15 m3/s

3) Gaya pada saat penekanan

Gaya pada saat penekanan (F) dihitung dengan rumus:

F = P x A

= 1.685,5 Pa x 150 m2

= 252.825, 2 N

di mana:

P adalah tekanan (dalam Pascal, Pa).

A adalah luas penekanan (dalam meter kubik, m^2).

4) Daya Pompa

P = F × h / t

= 252.825,2 N × 1 m / 10 s

= 25.282,52 Watt atau 25,28 kW

= 33,8752 HP

5) Daya Motor

Asumsi Efesiensi Sistem 85%

Daya Motor = Daya Hidrolik / Efisiensi

= 25.282,52 W / 0,85

= 29.744,14 Watt atau 29,74 kW

6) Pembagian beban tiap Cylinder Hidrolic

Pada perancangan ini menggunakan 6 cylinder hidrolic, maka perhitungan nya adalah gaya peda saat penekanan dibagi menjadi 6. Jadi perhitungan tiap cylinder Hidrolic memperoleh beban sebagai berikut:

F = 252.825, 2 N

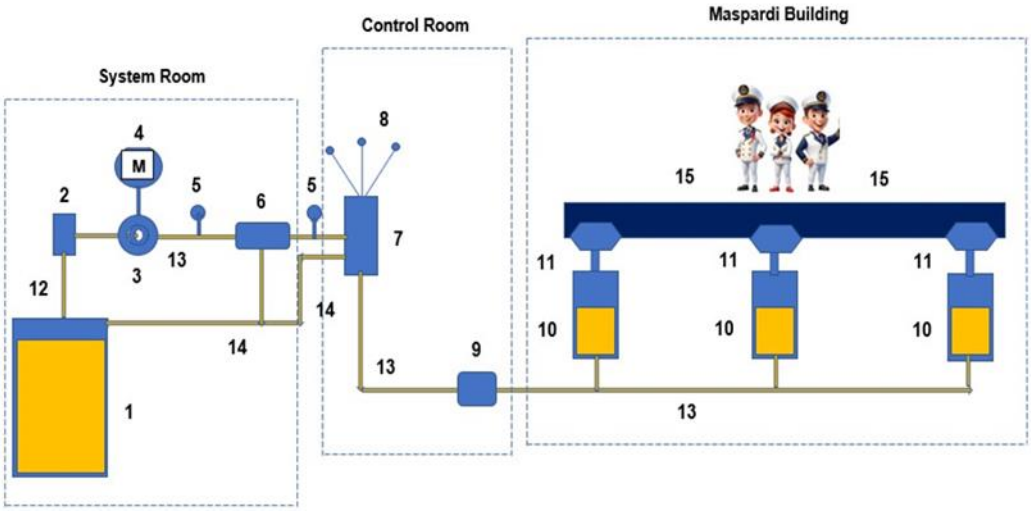
Pembagian setiap cylinder hydrolic adalah: 252.825, 2 / 6 = 42.137, 53 N.

Setiap cylinder hidrolic memperoleh beban yang diteruskan oleh actuator sebesar 42.137,53 Newton.

3.3 Perancangan Panggung dan Sistem Hidrolik

Salah satu dari perumusan masalah pada penelitian ini adalah perancangan panggung hidrolik yang artinya penggabungan sistem hidrolik dan panggung. Pada sistem hidrolik berisikan rangkaian dari pada komponen-komponen utama dan pendukung sistem hidrolik. Sedangkan panggung merupakan komponen material yang memiliki beban serta dapat bergerak dinamis searah vertikal (atas dan bawah). Beban berat dari panggung ditopang oleh tekanan oli yang ditahan aktuator.

Dibawah ini merupakan rancangan panggung hidrolik di gedung Maspardi Akademi Angkatan Laut.



3.2 Gambar Rancangan Panggung Hidrolik

Keterangan:

1. Oil reservoir tank
2. Oil filter
3. Hydrolic pump
4. Hydrolic pump motor
5. Pressure gauge
6. Pressure control valve (PCV)
7. Flow control valve (FCV)
8. Up & down control level
9. Directional control valve (DCV)
10. Cylinder hydrolic
11. Actuator hydrolic
12. Suction pipe
13. Pressure pipe
14. Oil return pipe
15. Stage / panggung

a. System Room

Pada ruang sistem hidrolik diawali dengan berputarnya motor listrik yang mendapatkan aliran arus listrik melalui ass dan kopling menggerakkan / memutar pompa hidrolik. Dengan berputarnya pompa maka oli yang ada pada tangki penampungan dihisap dengan melalui filter oli kemudian ditekan oleh pompa menuju katup pengatur tekanan yang sebelumnya melalui pressure gauge untuk mengetahui tekanan oli.

Pressure control valve (PCV) akan mengatur tekanan oli sesuai dengan pengaturan pemakai. Jika terjadi kelebihan tekanan, berarti terjadi adanya kelebihan oli yang keluar dari pompa. Dari peristiwa tersebut maka oli akan dikembalikan oleh pressure control valve melalui pipa pengembalian oli ke tangki penampungan oli.

b. Control Room

Oli yang keluar dari PCV ditekan menuju Flow Control Valve (FCV) dengan melalui Pressure Gauge. Pada FCV terdapat handle yang berfungsi untuk mengatur

turun dan naik nya panggung. Selanjutnya oli ditekan menuju Directional Control Valve (DCV) sebelum menuju cylinder hydrolic.

Pada saat oli berada di FCV, jika masih terjadi kelebihan tekanan maka oli akan dikembalikan ke resevoir tank melalui pipa pengembalian oli.

c. Maspardi Building

Setelah oli melewati FCV, selanjutnya oli masuk ke Directional Control Valve (DCV). Pada DCV, oli akan dibagi menuju ke tiap – tiap Cylinder Hydrolic dan menggerakkan Actuator hidrolik. Pergerakkan aktuator secara otomatis akan menggerakkan panggung, baik naik ataupun turun sesuai dengan keinginan operator yang dapat dioperasikan di ruang kontrol.

4. Simpulan

Dari pembahasan yang telah dilakukan diatas, maka dapat ditarik dua kesimpulan yaitu:

a. Hasil dari perhitungan yang telah dilakukan adalah:

1) Berat total panggung dari ukuran 15 meter x 10 meter adalah 25.772,4 kg.

2) Tekanan hidrolik 1.685,5 N/m^2 atau Pascal (Pa).

3) Debit aliran oli 15 m3/s.

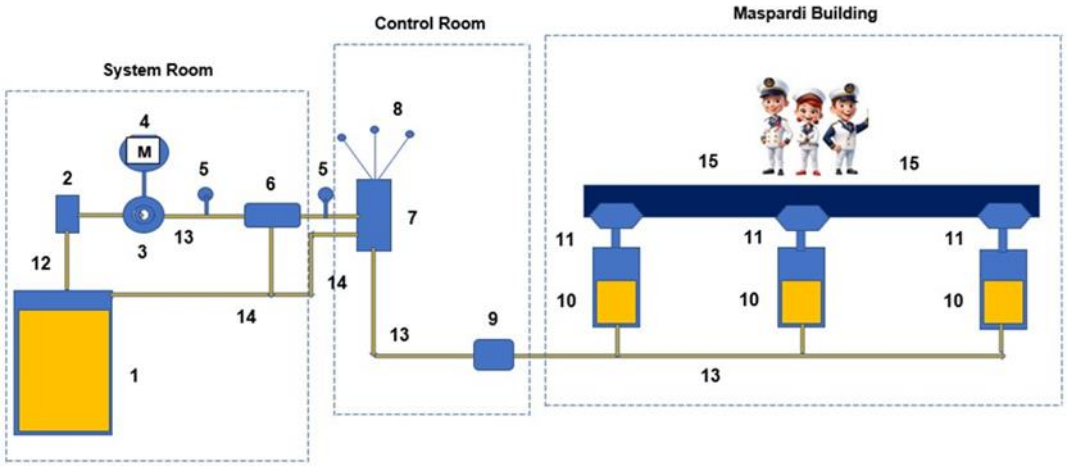
4) Daya pada saat penekanan 252.825, 2 N.

5) Daya pompa hidrolik 33,8752 HP.

6) Daya motor 29,74 kW.

7) Pembagian beban tiap Cylinder hydrolic sebesar 42.137,53 Newton. Panggung dipasang 6 buah cylinder hydrolic.

b. Gambar Perancangan Panggung Hidrolik



Komponen-komponen utama yang dibutuhkan adalah Oil reservoir tank, Oil filter, Hydrolic pump, Hydrolic pump motor, Pressure gauge, Pressure control valve (PCV), Flow control valve (FCV), Up & down control level, Directional control valve (DCV), Cylinder hydrolic, Actuator hydrolic, Suction pipe, Pressure pipe, Oil return pipe dan Stage/panggung.

Ucapan Terima Kasih (Opsional)

Daftar Rujukan

Akademi Angkatan Laut. (2023). Laporan Tahunan Akademi Angkatan Laut 2023. Surabaya: AAL Press.

Anderson. et al. (2017). "Maintenance Strategy for Theater Hydraulic Systems".

Appleton. (2016). "Buildings for the Performing Arts".

Arikunto, S. (2016). Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik. Jakarta: Rineka Cipta.

Arora. (2016). "Introduction to Optimum Design".

Barron. (2020). "Auditorium Acoustics and Architectural Design".

Chen., & Liu. (2020). "Safety Analysis of Hydraulic Theater Stage Systems".

Cross. (2008). "Engineering Design Methods".

Cross, N. (2006). "Design Thinking: Understanding How Designers Think and Work"

Chiara, J D., & Crosbie, M J. (2001). Time-Saver Standards for Building Types.

Departemen Fasilitas AAL. (2023). Laporan Tahunan Penggunaan Fasilitas Gedung Maspardi 2018-2023. Akademi Angkatan Laut.

Dieter., & Schmidt. (2013). "Engineering Design".

Esposito. (2019). "Fluid Power with Applications".

Gillette. (2019). "Theatrical Design and Production".

Handayani, S. (2020). Perancangan Panggung dengan Sistem Hidrolik di Gedung Serbaguna Universitas XYZ. Jurnal Teknik Sipil, 10(2), 123-134.

Hidayat, A. (2018). Sistem Hidrolik: Prinsip Kerja dan Aplikasinya. Yogyakarta: Andi Offset.

Izenour, G.C. (1996). "Theater Technology".

Jones, J.C. (1992). "Design Methods".

Kusuma, D., Wijaya, R., & Hartono, S. (2022). Analisis Faktor Keberhasilan Implementasi Sistem Hidrolik pada Bangunan Eksisting. Jurnal Engineering dan Manajemen Infrastruktur, 9(3), 201-215.

Kumar. et al. (2019). "Structural Design Parameters for Hydraulic Stage Platforms".

Laporan Evaluasi AAL. (2023). Evaluasi Mutu Internal dan Eksternal Akademi Angkatan Laut. Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi.

Leitermann, G. (2016). Theater Planning: Facilities for Performing Arts and Live Entertainment.

Littlefield, D. 2012). Metric Handbook Planning and Design Data.

Lawson, B. (2005). "How Designers Think: The Design Process Demystified".

Martinez., & Lee. (2020). "Energy Efficiency in Hydraulic Stage Operations".

Merkle., et al. (2019). "Hydraulics: Basic Level Textbook".

Mobley. (2014). "Maintenance Engineering Handbook".

Matthews, G. (2007). "Theatre Engineering and Stage Machinery".

Merritt, H.E. (1967). "Hydraulic Control Systems".

Norton. (2019). "Design of Machinery".

Nugraha, B. (2017). Perancangan Panggung: Konsep dan Aplikasi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Prawira, R., & Sutanto, H. (2022). Modernisasi Pendidikan Militer: Studi Kasus Akademi Angkatan Laut Indonesia. Jurnal Pertahanan Nasional, 14(2), 87-102.

Phillips. et al. (2021). "Acoustic Considerations in Hydraulic Stage Design".

Pratama, H. (2020). Evaluasi Efektivitas Sistem Hidrolik pada Panggung Pertunjukan Modern. Jurnal Teknologi Bangunan, 8(4), 112-125.

Pratama, R. (2019). Analisis Kelayakan Perancangan Panggung dengan Sistem Hidrolik di Gedung Pertunjukan Seni Kota ABC. Jurnal Manajemen Konstruksi, 8(1), 45-56.

Parr, A. (2011). "Hydraulics and Pneumatics: A Technician's Guide".

Parr. (2011). "Hydraulics and Pneumatics".

Pahl., & Beitz. (2007). "Engineering Design: A Systematic Approach".

Rahman, M., & Susanto, A. (2021). Implementasi Teknologi Hidrolik dalam Desain Panggung Multifungsi. Jurnal Inovasi Teknik Mesin, 12(1), 78-92.

Rahman. et al. (2019). "Design and Implementation of Hydraulic Stage System for Theater Performance".

Reid, F. (2001). "Stage Lighting Handbook".

Sejarah TNI AL. (2021). Perkembangan Akademi Angkatan Laut Indonesia 1951-2021. Dinas Penerangan TNI AL.

Strong. (2018). "Theatre Buildings: A Design Guide".

Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.

Sullivan, J.A. (2017). "Fluid Power: Theory and Applications".

Sullivan. (2017). "Fluid Power Engineering".

Thompson., & Garcia. (2021). "Cost-Benefit Analysis of Hydraulic vs Mechanical Stage Systems".

Taylor., & Brown. (2018). "Performance Analysis of Multi-Point Hydraulic Lift Systems".

Ulrich., & Eppinger. (2020). : "Product Design and Development".

Widodo, A., Santoso, B., & Pratiwi, R. (2019). Analisis Kebutuhan Modernisasi Fasilitas Gedung Pendidikan Militer. Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur, 15(2), 45-58.

Wilson. et al. (2018). "Optimization of Hydraulic Stage Control Systems".

Yeaple. (2016). "Hydraulic System Design".

Zhang., & White. (2020). "Integration of Digital Control in Theater Hydraulic Systems".