

KAJIAN MOST DALAM OPERASIONAL PRAKTIKUM PNEUMATIK HIDROLIK
DI PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK MESIN POLITEKNIK NEGERI AMBON

Jeffrie J. Malakauseya¹⁾, Nanse H. Pattiasina²⁾, Josgianto K. Bonara³⁾

^{1,2,3)}Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon

¹⁾ malakauseyajeff@gmail.com, ²⁾ nanse.henny.pattiasina@gmail.com, ³⁾ j.k.bonara@gmail.com

ABSTRACT

The interactive learning process in tertiary institutions always involves lecturers and students, based on several teaching methods. The aim is to develop attitudes, knowledge, skills and authentic experiences, which are oriented towards improving people's welfare and national competitiveness. One of its applications is in the D-3 Mechanical Engineering Study Program, Department of Mechanical Engineering, Ambon State Polytechnic. In its application which is based on applied science, learning of the Pneumatic Hydraulic practice course effectively takes place in the realization of lectures for 16 weeks, which are categorized in a block system. This study aims to calculate the results of student practicum work time achievements in normal working conditions according to the allocation of practicum time availability in the curriculum, so that it has a useful value that can be put in the form of recommendations in the form of optimizing the amount of credits that can be allocated for the learning process. The method used is descriptive research by applying indirect working time measurements, namely the Maynard Operation Sequence Techniques (MOST) method with the standard assessment of student work performance based on the Westinghouse system. The results showed that based on the measurement of practical work time, students identified the achievement of normal time (W_n) = 3.9 hours with standard time (W_s) = 4.8 hours/student, where optimization of the number of students served was a maximum of 19 people with the achievement of the number of credits only $0.75 \approx 1$ credit required per semester.

ABSTRAK

Proses pembelajaran secara interaktif di perguruan tinggi, senantiasa melibatkan dosen dan mahasiswa, berdasarkan beberapa metode pengajaran. Tujuannya guna pengembangan sikap, pengetahuan, keterampilan serta pengalaman otentik, yang berorientasi pada peningkatan kesejahteraan masyarakat dan daya saing bangsa. Salah satu penerapannya pada Program Studi D-3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ambon. Dalam aplikatifnya yang berbasiskan pada ilmu terapan, pembelajaran mata kuliah praktek Pneumatik Hidrolik efektifnya berlangsung dalam realisasi perkuliahan selama 16 minggu, yang dikategorikan secara sistem blok. Penelitian ini bertujuan menghitung hasil capaian waktu kerja praktikum mahasiswa dalam kondisi kerja normal sesuai alokasi ketersediaan waktu praktikum pada kurikulum, sehingga memiliki nilai kebermanfaatan yang dapat dituang dalam bentuk rekomendasi berupa optimalisasi besaran sks yang dapat diperuntukkan untuk proses pembelajarannya. Metode yang digunakan adalah penelitian deskriptif dengan mengaplikasikan pengukuran waktu kerja tidak langsung yakni metode *Maynard Operation Sequence Techniques* (MOST) dengan standar penilaian performa kerja mahasiswa berdasarkan sistem *Westinghouse*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan pengukuran waktu kerja praktek mahasiswa mengidentifikasi capaian waktu normal (W_n) = 3,9 jam dengan waktu standar (W_s) = 4.8 jam/mahasiswa, dimana optimalisasi jumlah mahasiswa yang terlayani maksimum 19 orang dengan capaian besaran sks yang diperlukan per semesternya hanya $0,75 \approx 1$ sks.

Kata kunci : MOST, praktikum, pneumatik hidrolik, waktu normal, waktu standar

1. PENDAHULUAN

Pelaksanaan pembelajaran pada perguruan tinggi secara interaktif, tentunya melibatkan dosen dan mahasiswa melalui proses kuliah, praktikum, seminar maupun praktek lapangan. Aplikatifnya, untuk setiap mata kuliah dapat menggunakan satu atau beberapa gabungan metode pembelajaran yang dapat diwadahi dalam suatu bentuk pembelajaran. Bentuk pembelajaran khusus pendidikan vokasi, lebih menitikberatkan pada bentukan ilmu terapan yang didasarkan dari hasil penelitian, pengabdian kepada masyarakat ataupun bentuk pengembangan lainnya. Hal tersebut bertujuan guna pengembangan sikap,

pengetahuan, keterampilan serta pengalaman otentik, yang berorientasi pada peningkatan kesejahteraan masyarakat dan daya saing bangsa. Melalui Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020, pasal 4 mengetengahkan tentang Standar Nasional Pendidikan, yang salah satunya meliputi standar proses pembelajaran.

Program Studi D-3 Teknik Mesin sebagai bagian integral dalam lembaga pendidikan vokasi Politeknik Negeri Ambon, turut mengedepankan proses pembelajaran yang berbasis lulusan KKNI (Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia). Penjabarannya di atur

berdasarkan ketentuan umum (pasal 1 ayat 13) yakni satuan kredit semester yang selanjutnya disebut sks yaitu takaran waktu kegiatan belajar yang di bebaskan pada mahasiswa per minggu per semester dalam proses pembelajaran melalui berbagai bentuk pembelajaran. Dinamika pembelajaran kuliah teori untuk realisasi besaran 1 (satu) sks, terhitung sebagai kegiatan proses belajar 50 (lima puluh) menit per minggu per semester, kegiatan penugasan terstruktur 60 (enam puluh) menit per minggu per semester; dan kegiatan mandiri 60 (enam puluh) menit per minggu per semester (pasal 19 ayat 1). Sedangkan untuk kuliah praktikum dan praktek lapangan realisasi besaran 1 (satu) sks terhitung 170 (seratus tujuh puluh) menit per minggu per semester (pasal 19 ayat 4). Satuan waktu proses pembelajaran efektifnya, dikalkulasi selama paling sedikit 16 (enam belas) minggu, termasuk ujian tengah semester dan ujian akhir semester. Rata-rata jumlah mahasiswa adalah 27 sampai dengan 30 orang per kelas, dengan beban normal belajar mahasiswa adalah 8 jam/hari atau 40 jam/minggu.

Kegiatan penelitian ini, menitik beratkan pada proses pembelajaran praktikum mahasiswa untuk mata kuliah pneumatik hidrolis, pada semester 5 Program Studi D-3 Teknik Mesin. Kendala saat ini, petunjuk operasional kegiatan praktikum melalui SOP (*standard operation procedure*) secara optimal tidak memadai, kemudian jumlah mahasiswa yang lebih banyak sehingga tidak berimbang dengan ketersediaan mesin di laboratorium serta masih mengaplikasikan sistem antrian/menunggu (satu per satu) dalam penggunaan mesin untuk penyelesaian beberapa job kerja.

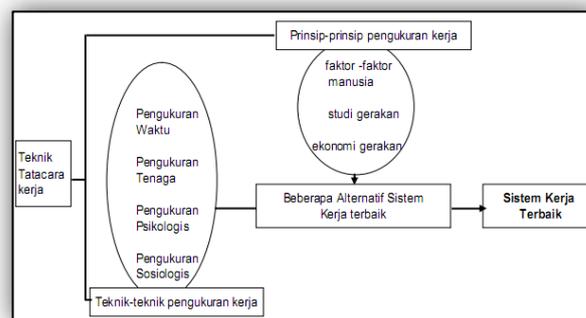
Berdasarkan uraian ini, maka diperlukan kajian penelitian yang berorientasi secara spesifik pada operasional pembelajaran praktikum mahasiswa di Laboratorium Pneumatik Hidrolik berbasis metode pengukuran waktu kerja dengan kajian studi gerakan atau diistilahkan *Maynard Operation Sequence Technique* (MOST). Tujuannya menghitung hasil capaian waktu kerja praktikum mahasiswa dalam kondisi kerja normal sesuai alokasi ketersediaan waktu praktikum pada kurikulum, sehingga memiliki nilai kebermanfaatannya yang dapat dituang dalam bentuk rekomendasi berupa optimalisasi besaran sks yang dapat diperuntukkan untuk proses pembelajaran dimaksud.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teknik Tata Cara

Teknik tata cara kerja adalah suatu ilmu yang terdiri dari teknik-teknik dan prinsip-prinsip untuk mendapatkan rancangan (desain) terbaik dari sistem kerja (Sutalaksana.,2006). Penerapan prinsip-prinsip dan teknik kerja ini berfungsi untuk mengatur komponen-komponen sistem kerja antara manusia (memiliki sifat dan kemampuan), mesin dan peralatan kerja, material baku serta lingkungan kerja fisik yang ada, sehingga terjadi peningkatan efisiensi dan efektifitas kerja, yang diukur berdasarkan waktu yang dipergunakan, tenaga yang dipakai serta dampak

psikologis yang ditimbulkan. Ruang lingkup teknik tata cara kerja disajikan seperti berikut ini.



Sumber: Sutalaksana, 2006

Gambar 1. Ruang lingkup teknik tata cara kerja

Istilah *motion and time study* yang dikenal sebagai *methods engineering*, kemudian diterjemahkan sebagai teknik tata cara kerja. Berbagai penelitian kemudian dilakukan bertujuan, menerapkan teknik studi waktu dan gerakan. Pada tahun 1940 di Inggris, sampling pekerjaan pertama kali digunakan oleh LHC Tippet di pabrik-pabrik tekstil. Karena kegunaannya yang praktis, sehingga banyak digunakan di berbagai negara. Hasil yang diperoleh dari sampling pekerjaan berfungsi untuk menentukan utilisasi mesin dan personil kerja, kelonggaran yang diberikan pada pekerjaan tertentu serta menentukan standard produksi (Niebel.,2003). Berdasarkan hasil kajian mengenai gerakan dasar yang dilakukan Gilberth, beberapa ahli kemudian mengembangkan suatu sistem pengukuran dengan data waktu gerakan yang dikenal sebagai *Predetermined time standard system* (PTSS). Beberapa sistem pengukuran yang kemudian mulai dikembangkan di tahun 1948 melalui sistem pengukuran waktu dengan MTM (*Methods Time Measurement*) oleh Maynard, Stegemerten dan Schwab, serta di tahun 1967 yaitu sistem pengukuran dengan MOST oleh Zandin. Melalui MOST, sistem pengukuran waktu dengan cara tidak langsung dapat dilakukan lima kali lebih cepat dibandingkan MTM-1 (Niebel.,2003).

2.2 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja secara tidak langsung adalah penetapan waktu baku suatu pekerjaan, yang dapat dilakukan meskipun pekerjaan itu sendiri belum dilaksanakan. Aktivitas ini dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan waktu kerja dengan membaca tabel-tabel waktu yang tersedia, asalkan mengetahui jalannya gerakan pekerjaan, melalui elemen-elemen pekerjaan atau gerakan. Cara ini bisa dilakukan dalam aktivitas data waktu baku dan data waktu gerakan. Metode yang termasuk dalam pengukuran waktu kerja tidak langsung, salah satunya adalah *Maynard Operation Sequence Techniques* (MOST).

2.3 Tata letak (*Lay out*)

Pemilihan dan penempatan suatu lay out, merupakan langkah yang perlu benar-benar

diperhatikan secara baik dalam proses perencanaan sebuah fasilitas produksi, disebabkan pemilihan lay out akan sangat menentukan hubungan fisik dari aktivitas-aktivitas produksi yang berlangsung.

Terdapat 4 (empat) tipe tata letak yang secara umum diaplikasikan dalam desain *lay out* (Wignjosoebroto.,2000), yaitu:

1. Tata letak fasilitas berdasarkan aliran produksi (*production line product* atau *product lay out*).
2. Tata letak fasilitas berdasarkan lokasi material tetap (*mixed material location* atau *fixed position lay out*).
3. Tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk (*product family, product lay out* atau *group technology lay out*).
4. Tata letak fasilitas berdasarkan fungsi atau macam proses (*functional* atau *process lay out*).

Pengaturan serta tata letak peralatan dalam suatu laboratorium atau bengkel juga sangat berpengaruh terhadap aktivitas di dalam bengkel, dengan memperhatikan daerah kerja (*work station*) yang memungkinkan pekerja atau operator dapat bergerak bebas, aman dan nyaman, disamping lintasan material atau bahan yang akan digunakan ke tempat kerja, juga dapat terjangkau secara mudah atau lancar

2.4 Metode MOST

MOST (*Maynard Operation Sequence Techniques*) adalah salah satu teknik pengukuran kerja yang disusun berdasarkan urutan sub-sub aktivitas atau gerakan. Sub-sub aktivitas ini pada dasarnya, diperoleh dari gerakan-gerakan yang memiliki pola-pola berulang seperti menjangkau, memegang, bergerak dan memposisikan objek, serta pola-pola tersebut yang teridentifikasi dan diatur sebagai suatu aturan kejadian yang diikuti dengan perpindahan objek.

Konsep MOST berdasarkan pola perpindahan objek, pada dasarnya bertujuan untuk pekerjaan yang dilakukan dengan proses memindahkan objek. Suatu hal yang hendaknya perlu diperhatikan dalam menganalisa perpindahan objek adalah gerakan-gerakan itu sebenarnya terdiri dari sub-sub kegiatan yang bervariasi dan saling bebas satu sama lainnya. Model-model Urutan MOST untuk setiap tipe gerakan bisa menghasilkan gerakan yang berbeda-beda. Oleh karena itu perlu dilakukan pemisahan model urutan kegiatan dalam metode MOST. Secara umum MOST terdiri dari dua model, yaitu:

1. Model-Model Urutan Dasar (*Basic Sequence Model*), terdiri dari 3 urutan gerakan:

a. Urutan Gerakan Umum (*The general move Sequence*)

Model ini dipakai jika terjadi perpindahan obyek dengan bebas. Maksudnya, dibawah kendali manual, obyek berpindah tanpa hambatan. Karakteristik dari model ini dapat dilihat dari urutan aktivitas sebagai berikut:

- Menjangkau obyek dengan satu atau dua tangan pada jarak tertentu, dengan atau tanpa gerakan badan.
- Mengendalikan obyek dengan tangan (tanpa alat).

- Memindahkan obyek dalam jarak tertentu ketempat yang dituju, dengan atau tanpa gerakan badan.
- Menempatkan obyek.
- Kembali ketempat semula.

Tabel 1. Model-model urutan dasar MOST

MANUAL HANDLING		
Activity	Sequence Model	Parameters
General Move	ABGABPA	A : Action Distance B : Body Motion G : Gain Control P : Place
Controlled Move	ABGMXIA	M : Move Controlled X : Process Time I : Align
Tool Use	ABGABP ABPA	F : Fasten L : Loosen C : Cut S : Surface Treat M : Measure R : Record T : Think

Sumber: Zandin, 2004

Model urutan gerakan umum, adalah :

Memperoleh / Meletakkan / Kembali
ABG / ABP / A

dimana :

A : *Action Distance* (jarak yang ditempuh untuk melakukan tindakan) Parameter ini meliputi semua gerakan jari, tangan atau kaki, baik dalam keadaan membawa beban atau tidak.

B : *Body Motion* (Gerakan badan)

Parameter ini berhubungan dengan gerakan vertikal badan atau gerakan yang diperlukan untuk mengatasi gangguan terhadap gerakan badan.

G : *Gain Control* (Pengendalian atau mengendalikan obyek)

Parameter ini mencakup semua gerakan manual (terutama jari, tangan dan kaki) yang dipakai untuk mengendalikan obyek.

P : *Placement* (Menempatkan)

Parameter ini merupakan tahap akhir dari kegiatan memindahkan, yaitu dengan mengatur sebelum melepaskan kendali terhadap obyek tersebut

b. Urutan Gerakan Terkendali (*The Controlled Move Sequence*)

Model ini menggambarkan perpindahan obyek secara manual dikendalikan oleh suatu jalur. Urutan sub aktivitas dari model ini adalah :

- Menjangkau obyek dengan satu atau dua tangan pada jarak tertentu dengan atau tanpa gerakan badan.
- Mengembalikan obyek tanpa alat.
- Memindahkan obyek dalam keadaan terkendali.
- Waktu untuk memproses obyek jika ada.
- Mengatur obyek yang diikuti dengan gerakan terkendali atau akhir dari proses.
- Kembali ketempat kerja.

Jika dinyatakan dalam rangkaian huruf dari sub aktivitas diatas, maka urutan tersebut adalah:

Memperoleh/ Memindahkan/ Kembali
ABG / MXI / A

dimana parameter A,B dan G sama dengan model urutan gerakan umum.

Untuk parameter yang lainnya adalah:

M : *Move Controlled* (Gerakan terkendali)

Parameter ini mencakup semua gerak manual yang diarahkan atau digerakan dari obyek dalam jalur yang terkendali.

X : *Process Time* (Waktu Proses)

Parameter ini termasuk bagian dari kerja yang terkendali karena diproses atau dimesin dan bukan aktivitas manual.

I : Penyesuaian atau mengatur

c. Urutan Pemakaian Peralatan (*The Tool Use Sequence*)

Model ini dikembangkan dari model gerakan umum, dengan tambahan parameter-parameter tertentu yang menunjukkan kegiatan yang menandai peralatan atau untuk kasus-kasus tertentu, dengan proses mental. Model urutannya adalah:

ABG / ABP / ... / ABG / A

Ruang kosong pada model di atas merupakan tempat untuk mengisi parameter-parameter berikut ini :

C : *Cut* (Memotong)

Parameter ini menggambarkan kegiatan memotong atau membuang bagian dari suatu obyek dengan menggunakan bagian yang tajam dari perkakas tangan.

S : *Surface Treat*

Perlakuan pada permukaan, misalnya membuang material yang tidak dikehendaki dari permukaan obyek.

M : *Measure* (Mengukur)

Parameter ini berhubungan dengan kegiatan untuk menentukan karakteristik fisik tertentu dari suatu obyek dengan membandingkannya dengan alat ukur standar.

R : *Record* (Mencatat)

Parameter ini mencakup kegiatan manual dengan pensil, pena kapur atau alat tulis lainnya dengan maksud mencatat informasi.

T : *Think* (Berpikir)

Parameter ini berhubungan dengan kegiatan mata dan aktivitas mental untuk mendapatkan informasi (membaca) atau memeriksa suatu obyek.

Model Urutan Penanganan Peralatan (*The Equipment Handling Sequence Models*) terbagi atas 3 bagian:

1. Pemindahan dengan Crane Manual (*The Manual Crane Sequence*)

Urutan aktivitas model ini adalah:

ATKFLVPTA

dimana:

A : Jarak yang ditempuh operator

T : Memindahkan *crane* dalam keadaan kosong

K : Menyambung atau melepas sambungan

F : Pembebasan obyek

V : Gerakan vertikal, menaikkan atau menurunkan obyek

L : Gerakan dalam keadaan berbeban

P : Menempatkan obyek pada lokasi tertentu

2. Pemindahan dengan Crane Listrik Diesel (*The Powered Crane Sequence*)

Model ini berhubungan dengan perpindahan objek dengan bantuan crane listrik atau diesel. Adapun urutan model ini adalah:

ATKTPTA

dimana:

A : Jarak yang ditempuh operator ke atau dari panel kendali crane

T : Perpindahan crane dengan atau tanpa beban

K : Menghubungkan dan melepaskan hubungan antara obyek dengan crane

P : Menempatkan obyek pada lokasi tertentu

3. Pemindahan dengan Truk (*The Truck Sequence*)

Model ini menitikberatkan pada pemindahan material secara horizontal dari satu lokasi ke lokasi lain, dengan menggunakan peralatan yang beroda. Peralatan yang beroda dapat dibagi dua yaitu truk yang dikendarai dan yang disorong.

Model urutan ini adalah:

ASTLTLTA

dimana:

A : Jarak yang ditempuh operator ke atau dari truk

S : Aktivitas untuk menyiapkan truk untuk siap bergerak ditambah aktivitas parkir setelah mengakhiri pemindahan bahan

T : Pergerakan truk dengan atau tanpa beban

L : Pengambilan material pada lokasi awal atau penempatan material pada lokasi akhir dengan menggunakan alat pengangkut lainnya

Hakekat metode MOST adalah berkaitan dengan gerakan-gerakan yang membentuk suatu operasi. Waktu atau nilai-nilai indeks untuk setiap gerakan itu telah ditentukan atau dihitung dan telah disiapkan sebagai kartu data bagi pengukur waktu. Pengukur waktu harus dapat mengidentifikasi pola-pola gerakan dan harus memberikan indeks yang cocok kepada setiap parameter model urutan kerja. Nilai indeks MOST ini juga menunjukkan waktu, yaitu panjang waktu kerja yang dibutuhkan.

MOST dibentuk berdasarkan nilai-nilai waktu atau interval waktu yang diperhitungkan secara statistik. Hal ini sangat bermanfaat dalam perhitungan waktu kerja yang dilaksanakan secara manual, karena kerja manual meliputi variasi dari satu siklus ke siklus berikutnya untuk pekerjaan yang bervariasi. Waktu yang diperoleh dari pengukuran memakai metode MOST adalah waktu normal. Untuk mencari waktu standard, waktu normal yang diperoleh diberi kelonggaran. Kelonggaran yang diberikan adalah untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan kelelahan dan hambatan yang tidak terhindarkan. Index yang dipakai sama dengan *index general move*.

Satuan dalam TMU (*Time Measurement Unit*):

1 TMU = 0.00001 jam → 1 jam = 100000 TMU
 1 TMU = 0.0006 menit → 1 menit = 1667 TMU
 1 TMU = 0.036 detik → 1 detik = 27,8 TMU

Tahapan atau langkah-langkah untuk memperoleh waktu standard atau waktu baku adalah (Sutalaksana., 2006):

$$W_s = W_n \times \frac{100\%}{(100\% - \% a)} \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

- W_s = waktu standard (waktu baku)
- W_n = waktu normal
- a = kelonggaran (*allowance*)

Penelitian (Md Sumon Rahman.,2018), mengetengahkan penerapan metode MOST pada industry garmen dengan hasil pengurangan waktu total aktivitas dari 139 detik menjadi 109 detik dan meningkatkan produktivitas harian dari 600 buah menjadi 1.600 buah. Kajian Penelitian (Pattiasina, N. H.,2015) menjelaskan implementasi waktu kerja mahasiswa melalui kegiatan Praktikum Kerja Las-1, berdasarkan studi ekonomi gerakan MOST, menunjukkan capaian besaran waktu normal (W_n) = 1,0 jam/mahasiswa dengan waktu standarnya (W_s) = 1,3 jam/mahasiswa, dimana waktu kerja terbaik mahasiswa (O.4). Sehingga untuk 1 grup praktek (9 mahasiswa) maka total (W_s) = 11,7 jam. Penelitian (Zahri Amiludin.,2017) menjelaskan bahwa optimalisasi produksi dengan menganalisis pekerjaan menggunakan metode MOST pada PT. X (Kompas Gramedia Group, Sriwijaya Post, Tribun Sumsel, Super Ball, sonora dan Smart FM), mengidentifikasi terjadinya perbaikan metode kerja yang dilakukan memberikan peningkatan output produksi sebesar 48,48 detik. Penelitian (Pattiasina, N.H.,2013), menjelaskan bahwa berdasarkan analisa data ekonomi gerakan MOST, capaian total (W_s) yang dihasilkan sejumlah 114 jam (5 mahasiswa/grup), masih mencukupi kebutuhan praktek Kerja Mesin Perkakas berdasarkan ketersediaan alokasi waktu di kurikulum sebesar 144 jam. Penelitian (Belokar, et. all., 2012) pada perusahaan manufaktur Ltd LPS Rohtak (Haryana), menunjukkan bahwa dengan kajian metode MOST, kegiatan yang tidak produktif pada perusahaan dapat berkurang pada perolehan waktu standard sebesar 26,22 menit, dengan terjadinya peningkatan efisiensi kerja operator. Penelitian (Rohana A, et all.,2011) menjelaskan bahwa pemanfaatan rasio manusia dan mesin melalui fasilitas semikonduktor di sebuah departemen QFN (*Quad Flat No-Lead Department*), dikhususkan pada proses inspeksi melalui kajian metode MOST, memberikan dampak pada urutan aktivitas operator mesin pada bagian inspeksi terpetakan secara baik, kegiatan tidak menghasilkan nilai tambah dapat teridentifikasi melalui kerja operator serta pemanfaatan rasio manusia vs mesin dapat mengoptimalkan SDM.

2.5 Pneumatik Hidrolik

Pneumatik berasal dari bahasa Yunani yang berarti udara atau angin. Semua sistem yang

menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan untuk menghasilkan suatu kerja disebut dengan sistem Pneumatik. Dalam penerapannya, sistem pneumatik banyak digunakan sebagai sistem automasi.

Untuk sistem tekanan tinggi, udara biasanya disimpan dalam tabung metal (*Air Storage Cylinder*) pada range tekanan dari 1000 – 3000 psi, tergantung pada keadaan sistem. Tipe dari tabung ini mempunyai 2 klep, yang mana satu digunakan sebagai klep pengisian dasar operasi kompresor yang terhubung pada klep untuk penambahan udara kedalam tabung, sedangkan klep lainnya sebagai klep pengontrol. Sistem Pneumatik tekanan sedang mempunyai range tekanan antara 100 – 150 psi, biasanya tidak menggunakan tabung udara. Sistem ini umumnya mengambil udara terkompresi langsung dari motor kompresor. Tekanan udara rendah didapatkan dari pompa udara tipe Vane. Demikian pompa udara mengeluarkan tekanan udara secara kontinu dengan tekanan sebesar 1 –10 psi ke sistem Pneumatik.

Komponen sistem Pneumatik, meliputi:

- a. Kompresor : digunakan untuk menghisap udara di atmosfer dan menyimpannya kedalam tangki penampung atau receiver. Kondisi udara dalam atmosfer dipengaruhi oleh suhu dan tekanan.
- b. *Oil and Water Trap* : sebagai pemisah oli dan air dari udara yang masuk dari kompresor. Jumlah air persentasenya sangat kecil dalam udara yang masuk kedalam sistem pneumatik, tetapi dapat menjadi penyebab serius dari tidak berfungsinya system.
- c. *Dehydrator* : sebagai pemisah kimia untuk memisahkan sisa uap lembab yang mana boleh jadi tertinggal waktu udara melewati unit *Oil and Water Trap*.
- d. *The Air Filter* : Setelah udara yang dikompresi melewati unit *Oil and Water Trap* dan unit *Dehydrator*, akhirnya udara yang dikompresi akan melewati Filter untuk memisahkan udara dari kemungkinan adanya debu dan kotoran yang mana mungkin terdapat dalam udara.
- e. *Pressure Regulator* : Sistem tekanan udara siap masuk pada tekanan tinggi menambah tekanan pada bilik dan mendesak beban pada piston.
- f. *Restrictor* : tipe dari pengontrol klep yang digunakan dalam sistem Pneumatik, *Restrictor* yang biasa digunakan ada dua tipe, yaitu tipe *Orifice* dan *Variable Restrictor*.

Sistem Hidrolik adalah suatu sistem yang memanfaatkan tekanan fluida sebagai *power* (sumber tenaga) pada sebuah mekanisme. Karena itu, pada sistem hidrolik dibutuhkan *power* unit untuk membuat fluida bertekanan. Kemudian fluida tersebut dialirkan sesuai dengan kebutuhan atau mekanisme yang diinginkan. Sistem hidrolik banyak memiliki keuntungan. Sebagai sumber kekuatan untuk banyak variasi pengoperasian.

Komponen sistem hidrolik, meliputi:

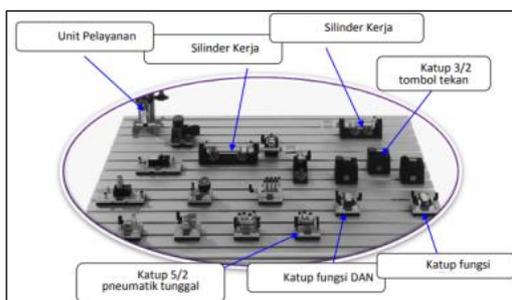
- a. Motor Hidrolik : berfungsi untuk mengubah energi tekanan cairan hidrolik menjadi energi mekanik.

- b. Pompa hidrolik : Pompa umumnya digunakan untuk memindahkan sejumlah volume cairan yang digunakan agar suatu cairan tersebut memiliki bentuk energi.
- c. Katup (*valve*) : Katup pada sistem dibedakan atas fungsi, disain dan cara kerja katup.

Perbedaan sistem pneumatik dan sistem hidrolik, adalah pada fluida kerja, dimana untuk sistem hidrolik menggunakan fluida cair bertekanan sedangkan pada pneumatik menggunakan fluida gas bertekanan. Sistem pneumatik umumnya menggunakan tekanan 4 – 7 kgf/cm² dan menghasilkan *output* yang lebih kecil daripada sirkuit hidrolik. Udara bertekanan memiliki resistansi (tahanan) kecil terhadap aliran dan dapat dijalankan dengan lebih tepat daripada tenaga hidrolik. Sistem hidrolik sensitif terhadap kebocoran minyak, api dan kontaminasi, sedangkan udara bertekanan tidak. Udara bertekanan dihasilkan oleh kompresor yang umumnya dimiliki oleh pabrik, tetapi sistem hidrolik membutuhkan pompa. Dalam aplikasi sistem pneumatik sangat penting mengetahui dan memilih komponen-komponen pneumatik tepat, antara lain (Thomas, K.,1993):

- a. Sumber energi (*energy supply*) seperti compressor, tangki udara (*reservoir*), unit penyiapan udara, unit penyalur udara dan lain- lain.
- b. *Actuator*, seperti silinder kerja tunggal, silinder kerja ganda dan lain-lain.
- c. Elemen kontrol, seperti katup jenis $5/2$, $3/2$, *Flow Regulator*, dan lain-lain.
- d. Elemen masukan, seperti sensor, tombol pedal, *roller* dan sebagainya

Untuk merealisasikan kontrol fungsi logika diperlukan peralatan pneumatik, meliputi:



Sumber: Sudaryono, 2013

Gambar 2. Komponen Pneumatic

Elemen dalam sistem pneumatic:

- a. Kompresor : pemampat udara



Sumber: <https://eprints.uny.ac.id/44733/12/Pneumatik%20pertemua%201.pdf>, 2021

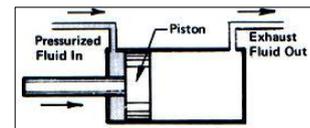
Gambar 3. Kompresor

- b. Penggerak pneumatic : memberikan gaya gerak dengan pemberian tekanan udara



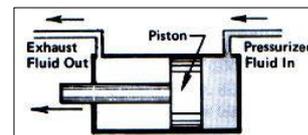
Sumber: <https://eprints.uny.ac.id/44733/12/Pneumatik%20pertemua%201.pdf>, 2021

Gambar 4. Silinder double acting



Sumber: <https://eprints.uny.ac.id/44733/12/Pneumatik%20pertemua%201.pdf>, 2021

Gambar 5. Piston Rod Moving Out



Sumber: <https://eprints.uny.ac.id/44733/12/Pneumatik%20pertemua%201.pdf>, 2021

Gambar 6. Piston Rod Moving In

- c. *Solenoid Valve* (tunggal) : mengarahkan aliran udara bertekanan



Sumber: <https://eprints.uny.ac.id/44733/12/Pneumatik%20pertemua%201.pdf>, 2021

Gambar 7. Direction Valve

- d. *Regulator Control Pressure* : membatasi tekanan udara pada sistem pneumatic



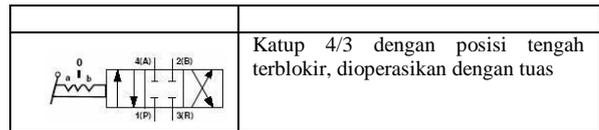
Sumber: <https://eprints.uny.ac.id/44733/12/Pneumatik%20pertemua%201.pdf>, 2021

Gambar 8. Regulator Control Pressure

Simbol-simbol dalam sistem pneumatic :

Tabel 2. Simbol-simbol sistem pneumatic

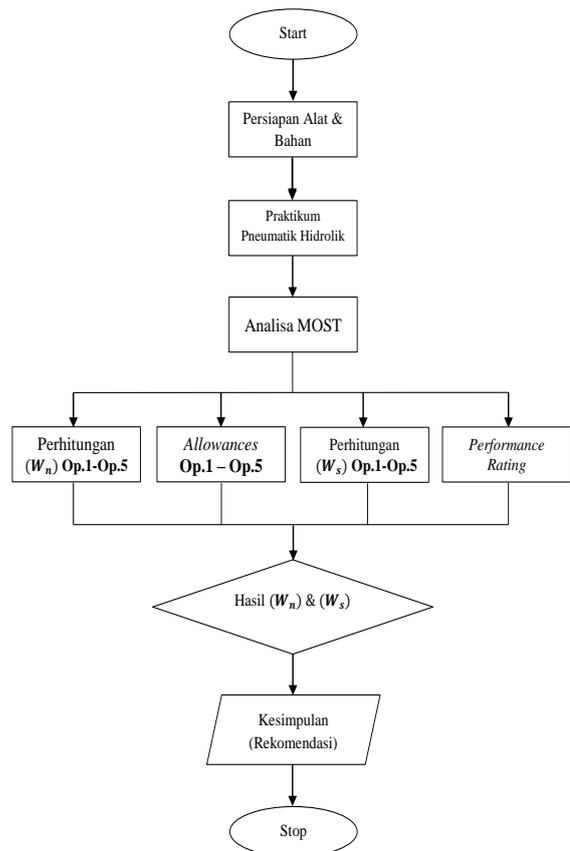
Nama Komponen	Keterangan	Simbol
Kompresor	Kapasitas tetap	
Tangki Udara	Alat untuk menyimpan udara bertekanan (tendon udara bertekanan)	
Filter	Alat untuk menyaring kotoran-kotoran yang terbawa oleh udara	
Pemisah Air	Kerja Manual	
	Pembuangan otomatis	
Katup fungsi "ATAU" (Shuttle Valve)	Lubang keluaran akan bertekanan, bila salah satu atau kedua lubang masukan bertekanan	
Katup pembuang cepat (Quick Exhaust Valve)	Bila lubang masukan disuplai oleh udara bertekanan, lubang keluaran akan membuang udara secara langsung ke atmosfer	
Katup fungsi "DAN" (Two-pressure Valve)	Lubang keluaran hanya akan bertekanan bila udara bertekanan disuplai ke kedua lubang masukan	
Katup control aliran (Flow Control Valve)	Aliran udara keluar dapat diatur, dengan memutar pengaturnya	
Katup control aliran satu arah (One-way Flow Control Valve)	Katup cek dengan katup control aliran.	
	Katup control aliran dengan arah aliran satu arah dan dapat diatur	
Simbol	Arti Simbol	
	Katup 3/2 N/C dioperasikan dengan tombol dan kembali dengan pegas	
	Katup 3/2 N/C dioperasikan secara manual dan kembali dengan cara manual (dengan cara menggeser)	
	Katup 3/2 N/O dioperasikan dengan rol dan kembali dengan pegas (limit switch)	
	Katup 3/2 N/C dioperasikan dengan rol idle dan kembali dengan pegas	
	Katup 3/2 N/C dioperasikan secara manual dengan pengunci dan kembali dengan pegas (selector switch)	
	Katup 5/2 dioperasikan dengan udara (pneumatik) dan kembali dengan pegas	
	Katup 4/2 dioperasikan dan dikembalikan dengan udara (pneumatik)	
	Katup 5/2 dioperasikan dengan solenoid atau manual dengan pilot udara dan kembali dengan pegas atau secara manual	
	Katup 5/2 dioperasikan dan dikembalikan dengan solenoid atau manual dengan pilot udara	



Sumber:
<https://eprints.uny.ac.id/44733/12/Pneumatik%20pertemuan%201.pdf>, 2021

3. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif (*decriptive research*), melalui tahapan penelitian sebagai berikut:



Sumber: peneliti, 2021

Gambar 8. Bagan diagram alir penelitian

Proses penelitian ini menjelaskan:

- Persiapan alat dan bahan meliputi penggunaan peralatan yang di Laboratorium Pneumatik Hidrolik.
- Praktikum Pneumatik Hidrolik dengan pengerjaan 3 (tiga) job kerja yaitu Job Gerak Multi Cylinder (*Control Double Acting*), Job Control Single Action Cylinder dan Job Control Double Action Cylinder.
- Analisa MOST meliputi sub-sub aktivitas yang dilakukan berdasarkan job-job kerja pada masing-masing unit kerja, menggunakan tabel MOST.
- Perhitungan waktu normal pada masing-masing penyelesaian job kerja, faktor kelonggaran

(allowances), waktu standard, performance rating (sistem Westinghouse) berdasarkan skill, effort, condition dan consistency, dengan menyertakan sampel 5 mahasiswa yang berperan sebagai operator (Op.1 – Op.5).

- e. Capaian (W_n) dan (W_s) dengan rekomendasi penetapan besaran sks/mahasiswa.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL

Proses pengamatan dan penentuan urutan sub aktivitas kerja praktikum hanya dilakukan kepada mahasiswa dengan waktu kerja terbaik (Operator-1). Hal ini bertujuan untuk menggambarkan efisiensi waktu dan efektifnya kerja yang dilakukan bagi setiap mahasiswa, berdasarkan kategori atau acuan waktu kerja terbaik. Besaran capaian hasil waktu normal Op-1, terangkum dalam tabel-3:

Tabel 3. Perhitungan waktu normal

No	Unit kerja		Waktu Normal	
			menit	jam
1	Lab. Pneumatik Hidrolik	Job 1	101.145	1.7
		Job 2	65.122	1.1
		Job 3	66.426	1.1
Total			232.693	3.9

Sumber: peneliti,2021

Hasil perhitungan menunjukkan waktu normal yang dicapai pada job-1 adalah 101,145 menit. Faktor kelonggaran (allowances) berdasarkan tabel ILO (International Labour of Organization) sebesar 20%, sehingga waktu standard yang dihasilkan, adalah:

$$W_s = 101,145 \times \frac{100}{(100 - 20)} = 126,43 \text{ mnt}$$

Perhitungan waktu normal pada job-2 adalah 65,122 menit. Faktor kelonggaran (allowances) yang berdasarkan tabel ILO (International Labour of Organization) sebesar 20%, sehingga waktu standard yang dihasilkan, adalah:

$$W_s = 65,122 \times \frac{100}{(100 - 20)} = 81,40 \text{ mnt}$$

Perhitungan waktu normal yang dicapai pada job-3 adalah 66,426 menit. Faktor kelonggaran (allowances) yang diberikan ditetapkan berdasarkan tabel ILO (International Labour of Organization) sebesar 18%, sehingga waktu standard yang dihasilkan, adalah:

$$W_s = 66,426 \times \frac{100}{(100 - 18)} = 81,01 \text{ mnt}$$

Tabel 4. Rekapitulasi Waktu Standard MOST

No	Unit kerja		Waktu Normal		Allowance	Waktu Standar	
			menit	jam		menit	jam
1	Lab. Pneumatik Hidrolik	Job 1	101.145	1.7	20%	126.43	2.1
		Job 2	65.122	1.1	20%	81.40	1.4
		Job 3	66.426	1.1	18%	81.01	1.4
Total			232.693	3.9		288.84	4.8

Sumber: peneliti,2021

4.2 PEMBAHASAN

Proses penyelesaian job praktikum dengan durasi waktu pengerjaan yang lebih lama, dihasilkan melalui kerja job-1. Hal ini menunjukkan bahwa output standar yang dihasilkan adalah $1/W_s = 1/126,43 = 0,0079$. Dalam alokasi riil kerja per hari adalah 8 jam kerja dengan waktu istirahat 1 jam (pukul 12.00 – 13.00), sehingga optimalnya ketersediaan waktu adalah 7 jam kerja/hari. Sehingga berdasarkan durasi waktu tersebut, diperoleh jumlah benda kerja yang dapat dikerjakan adalah 3,33 benda kerja/hari ≈ 3 benda kerja/hari. Faktor ini dipengaruhi karena mahasiswa dalam menyelesaikan job kerjanya, masih melakukan gerakan secara berulang dalam waktu pengulangan yang cukup panjang, sehingga berpengaruh terhadap perolehan waktu standard. Perbaikan dapat dilakukan melalui penyusunan SOP atau prosedur operasi standar untuk job kerja, sehingga memudahkan mahasiswa memahami alur proses kerja secara baik, sehingga pengulangan kerja yang tidak diperlukan dapat dieliminasi secara baik pula.

Berdasarkan faktor-faktor di atas, maka dalam penelitian ini acuan standar penilaian performance mahasiswa dalam kegiatan praktek, didasarkan pada penilaian sistem Westinghouse. Untuk menghindari proses penilaian yang bias karena subyektifitas peneliti, maka sesuai kondisi riil tersebut, dilakukanlah penilaian berdasarkan sistem Westinghouse. Rata-rata penilaian performance mahasiswa untuk unit kerja di Laboratorium Pneumatik Hidrolik, adalah:

- a. Untuk Skill ditentukan sesuai kategori D (Average Skill) :0,00 dan E1 (Fair Skill) : -0,05. Kondisi kerja mahasiswa menunjukkan:
 - Mengkoordinasikan tangan dan pikiran dengan cukup baik.
 - Bekerja dengan teliti.
 - Tampak terlatih tetapi belum cukup baik.
 - Mengenal peralatan dan lingkungan secukupnya.
 - Terlihat adanya perencanaan sebelum melakukan gerakan.
 - Mengetahui apa yang dilakukan dan harus dilakukan akan tetapi tidak begitu yakin.
 - Sebagian waktu terbuang karena kesalahan-kesalahan sendiri.
- b. Untuk Effort ditentukan sesuai kategori C1 dan C2 (Good Effort) :+0,05 dan +0,02, menunjukkan:
 - Penuh perhatian pada pekerjaannya.
 - Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu.
 - Menerima saran dan petunjuk dengan senang.
 - Tempat kerjanya diatur dengan baik dan rapi.
 - Menggunakan alat-alat yang tepat dengan baik.
 - Memelihara kondisi peralatan dengan baik.
- c. Untuk Condition ditentukan sesuai kategori C (Good Condition) menunjukkan pencahayaan yang baik, temperatur ruang 28°C, faktor kebisingan sedang.
- d. Untuk Consistency ditentukan sesuai kategori D (Average Consistency): 0,00 dan C (Good Consistency): +0,01 menunjukkan waktu

penyelesaian pekerjaan yang ditunjukkan mahasiswa selalu berubah dari satu siklus ke siklus lainnya dalam batas yang wajar, disebabkan mahasiswa masih dalam taraf belajar.

Untuk besaran jumlah sks pada mata kuliah praktek Pneumatik Hidrolik berdasarkan kurikulum PS Teknik Mesin adalah 2 sks atau setara dengan 340 menit (5,7 jam/minggu → (1 sks praktek = 170 menit), maka total jam yang seharusnya dialokasikan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Alokasi Total jam} &= 5,7 \text{ jam/minggu} \times 16 \text{ minggu kuliah} \\ &= 91,2 \text{ jam} \end{aligned}$$

Dengan ketersediaan waktu pada kurikulum sebesar 91,2 jam maka jumlah mahasiswa yang dapat terlayani per mata kuliah praktek pneumatik hidrolik, adalah:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah mahasiswa yang terlayani} &= \frac{\text{waktu tersedia}}{\text{waktu yang dibutuhkan}} \\ &= \frac{91,2}{4,8} = 19 \text{ orang} \end{aligned}$$

Hal ini mengidentifikasi bahwa, maksimum jumlah mahasiswa yang harus tersedia dalam satu kelas sesuai dengan besaran 2 sks mata kuliah praktek pneumatik hidrolik, adalah 19 mahasiswa. Dimana jika diasumsikan 1 sks praktek untuk waktu standar 4,8 jam per mahasiswa, maka realisasinya:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sks per mahasiswa} &= \frac{\text{waktu standar}}{\text{waktu praktek 1 sks}} \\ &= \frac{4,8}{45,33} = 0,1059 \approx 0,11 \text{ sks} \end{aligned}$$

Dalam realisasinya, *include* didalam proses pembelajaran adalah teori dengan besaran 1 sks, yaitu 110 menit selama 16 minggu kuliah menghasilkan 1760 menit atau setara 29,33 jam ditambahkan waktu standar 4,8 jam, maka total waktunya yaitu 34,13 jam. Artinya dengan durasi waktu pembelajaran tersebut, hanya diperlukan 0,75 sks atau setara 1 sks praktek dengan proses teori didalamnya.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini, adalah:

1. Sesuai kajian MOST untuk kegiatan praktek Pneumatik Hidrolik disimpulkan bahwa ketersediaan waktu di kurikulum terlampaui besar berdasarkan sks, sehingga perlu dilakukan revisi, dengan optimalisasi jumlah mahasiswa per kelas yang lebih memadai dengan memperhatikan ketersediaan mesin.

5.2. Saran

Melalui penelitian ini, dapat disarankan bahwa untuk praktek pneumatik hidrolik sekiranya dapat berjalan secara sinergi dengan mata kuliah praktek lainnya melalui proses *rolling* yang bertujuan mengeliminasi sisa waktu praktek mahasiswa yang terlampaui banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Belokar R. M., Yashveer Dhull, Surender Nain, Sudhir Nain.,2012, *Optimization of Time by Elimination of Unproductive Activities through 'MOST'*, Volume-1, Issue-1
<https://eprints.uny.ac.id/44733/12/Pneumatik%20pertemua%201.pdf>, 2021 [Accessed 21 November 2021]
- Md Sumon Rahman.,2018, *Implementation Of Maynard Operation Sequence Technique (MOST) To Improve Productivity and Workflow – A Case Study*
- Niebel, B. and Freivalds, A., 2003, *Methods, Standards, and Work Design*, 11th Edition, McGraw-Hill, Boston, MA
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 3 Tahun 2020, tentang *Standar Nasional Pendidikan Tinggi*
- Pattiasina, N. H.,2015, *Implementasi Metode Ekonomi Gerakan Maynard Operation Sequence Techniques pada Kegiatan Praktikum Kerja Las-1*, Politeknik Negeri Ambon
- Pattiasina, N. H.,2013, *Analisa Ketidaksesuaian Beban Kerja Mata Kuliah Praktek Berbasis Metode Tima Study dan Maynard Operation Sequence Techniques (MOST) (Studi kasus pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon)*, Politeknik Negeri Ambon
- Rohana Abdullah dan Aida Bahiyah Mohd Rodzi.,2011, *Labor Utilization and Man to Machine ratio Study at a Semiconductor Facility*, Vol. 2
- Sudaryono.,2013, *Pneumatik dan Hidrolik*, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia
- Sutalaksana, Iftikar.,2006, *Teknik Tata Cara Kerja*, Penerbit Salemba, ITB Bandung
- Thomas, K., 1993, *Dasar-Dasar Pneumatik*, Erlangga, Jakarta.
- Wignjosoebroto Sritomo.,2000, "Tata Letak Pabrik Dan Pemindahan Bahan" Edisi 3, Penerbit Guna Widya, Surabaya
- Zahri, Amiluddin., 2017. *Optimalisasi Produksi Dengan Menganalisis Pekerjaan Menggunakan Metode MOST, (Studi Kasus PT. X di Palembang)*
- Zandin B. Kjell.,2004, *Maynard's Industrial Engineering Handbook*, 5th Edition, The McGraw-Hill Companies