

BAB II
KAJIAN TEORETIK, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS
PENELITIAN

1. Kerangka Teoretik

1.1 Hasil Belajar Mengoperasikan Sistem Kendali Elektropneumatik

Mengoperasikan Sistem Kendali Elektropneumatik (MSKE) merupakan mata pelajaran produktif kelas XI Teknik Ketenagalistrikan SMKN 1 Tambelang yang memiliki kompetensi dasar seperti pada tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Kelas XI TK SMKN 1 Tambelang

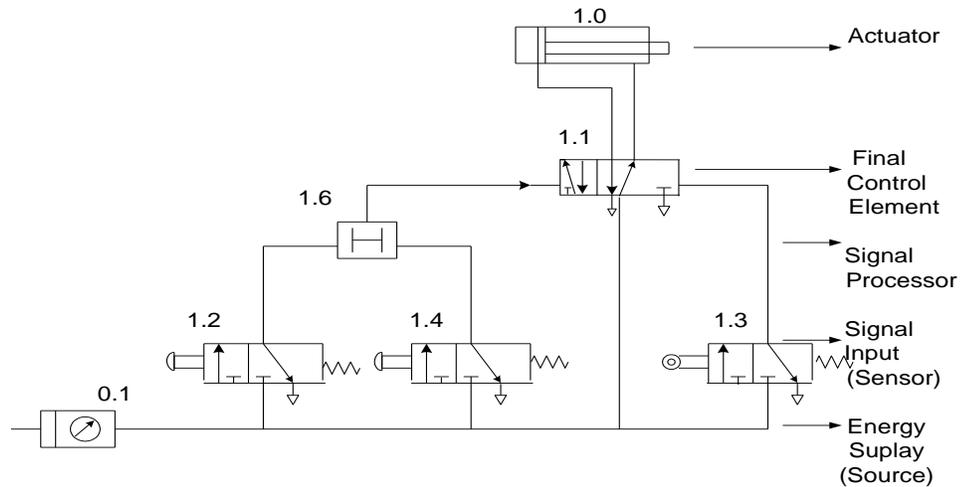
STANDAR KOMPETENSI	KOMPETENSI DASAR
Mengoperasikan Sistem Kendali Elektropneumatik	1. Memahami operasional sistem kendali elektropneumatik
	2. Mengetes kondisi dan unjuk kerja peralatan kendali elektropneumatik
	3. Memahami diagram alir system kendali elektropneumatik
	4. Menggunakan berbagai elemen masukan dan sensor pneumatik untuk keperluan otomasi industri
	5. Menggunakan berbagai akuator pneumatik untuk keperluan otomasi industri

Pada tabel 2.1 kompetensi dasar yang diteliti adalah kelima kompetensi dasar yang ada yang materinya adalah:

1.1.1 Pengertian Sistem Kendali Elektropneumatik

Pengertian Sistem Kendali Elektropneumatik merupakan pengembangan dari pneumatik, dimana prinsip kerjanya memilih energi pneumatik sebagai media kerja (tenaga penggerak) sedangkan media kontrolnya mempergunakan sinyal elektrik maupun sinyal elektronik.¹

Sinyal elektrik dialirkan ke kumparan yang terpasang pada katup pneumatik dengan mengaktifkan sakelar, sensor ataupun sakelar pembatas yang berfungsi sebagai penyambung ataupun pemutus sinyal. Sinyal yang dikirimkan ke kumparan tadi akan menghasilkan medan elektromagnetik dan akan mengaktifkan atau mengaktualisasi katup pengatur arah sebagai elemen akhir pada rangkaian kerja pneumatik. Gambar skematik aliran sinyal pada sistem kendali elektropneumatik ditunjukkan oleh gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 : Skematik Aliran Sinyal pada Sistem Kendali Elektropneumatik

Sumber: Modul Mengoperasikan Sistem Kendali Elektropneumatik, Zadane Cemerlang, Bekasi 2011

¹ <http://ibrahimsaputra.blogspot.com/2011/10/elektro-pneumatik.html> (diakses 12/10/2013) 10.57

1.1.2 Prinsip Kerja Bagian-Bagian Elektropneumatik

1. Simbol

Cara membaca simbol katup pneumatik adalah ditunjukkan pada tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.2 Simbol dalam Elektropneumatik

Simbol	Keterangan
	Kotak menunjukkan posisi pensakelaran katup
	Jumlah kotak menunjukkan jumlah posisi pensakelaran katup, contoh: 1. Jumlah kotak 2 menunjukkan hanya 2 kemungkinan pensakelaran, missal posisi ON dan Posisi OFF 2. Jumlah kotak 3 menunjukkan 3 kemungkinan pensakelaran, missal: posisi 1-0-2
	Garis menunjukkan lintasan aliran Panah menunjukkan arah aliran
	Garis blok menunjukkan aliran tertutup (terblokir)
	Garis diluar kotak menunjukkan saluran masukan dan keluaran, digambar posisi awal

Sumber: Modul Mengoperasikan Sistem Kendali Elektropneumatik, Zadane Cemerlang, Bekasi 2011

2. Penomoran pada lubang

Sistem penomoran yang digunakan untuk menandai katup sesuai dengan DIN

ISO 5599 dan sistem huruf terdahulu, dijelaskan pada tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2.3: Penomoran pada Lubang dalam Sistem Elektropneumatik

Lubang/sambungan	DIN ISO 5599	Sisem Huruf
Lubang tekanan (masukan)	1	P
Lubang keluaran	2,4	B,A
Lubang pembuangan	3 (Katup 3/2)	R (Katup 3/2)
Lubang pembuangan	5,3	R, S (Katup 5,2)
Saluran pengaktifan:		
-Membuka aliran 1 ke 2	12 (katup 3/2)	Z (Katup 3/2)
-Membuka aliran 1 ke 2	12 (katup 5/2)	Y (Katup 5/2)
-Membuka aliran 1 ke 4	12 (katup 5/2)	Z (Katup 5/2)

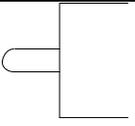
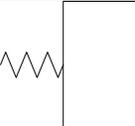
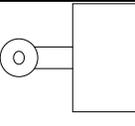
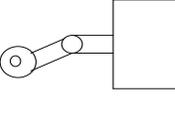
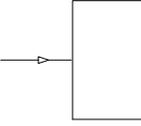
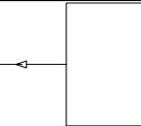
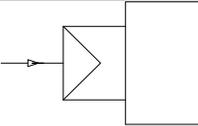
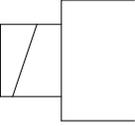
Sumber: Modul Mengoperasikan Sistem Kendali Elektropneumatik, Zadane Cemerlang, Bekasi 2011

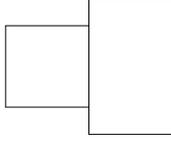
1. Metode pengaktifan

Dalam sistem elektropneumatik terdapat beberapa metode pengaktifan yaitu ditunjukkan pada tabel 2.4 berikut ini:

Tabel 2.4 : Metode Pengaktifan dalam Sistem Elektropneumatik

Jenis pengaktifan	Keterangan	Simbol
Kerja manual	Umum	
	Tombol tekan	
	Tuas	
	Pedal kaki	
	Tuas (putar) dengan pengunci (tidak reset otomatis)	

Kerja mekanik	Plunjer	
	Pegas	
	Rol	
	Rol , idle (kerja hanya ke satu arah saja)	
Kerja pneumatik	Kerja langsung oleh tekanan kerja	
	Tekanan kembali (pressure relief)	
	Tidak langsung melalui katup pilot	
Kerja listrik	Solenoid tunggal	
	Solenoid ganda	
Kombinasi	Solenoid ganda dan kerja pilot denan tambahan manual	

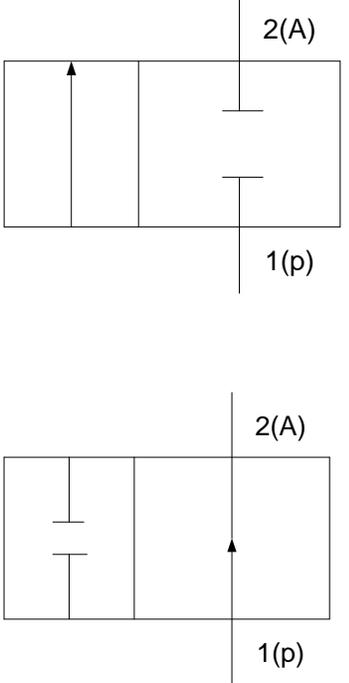
	Symbol umum *tanda ini menunjukkan keterangan pengaktifan katup tersebut	
--	--	---

Sumber: Modul Mengoperasikan Sistem Kendali Elektropneumatik, Zadane Cemerlang, Bekasi 2011

2. Katup Kontrol Arah

Dalam sistem elektropneumatik terdapat beberapa beberapa katup kontrol arah yaitu ditunjukkan pada tabel 2.5 berikut ini:

Tabel 2.5 : Katup Kontrol Arah

Nama Komponen	Keterangan	Simbol
Katup 2/2	Mempunyai 2 lubang (masukan dan keluaran) dan 2 fungsi hubungan katup. Lubang keluaran tertutup, pada posisi normal tertutup, tidak ada aliran yang keluar (konfigurasi NC). Pada posisi normal terbuka, ada aliran keluar (konfigurasi NC)	

<p>Katup 3/2</p>	<p>Mempunyai 3 lubang (masuk, keluar, dan pembuangan) dan 2 posisi hubungan katup. Pada posisi normal, tidak ada aliran udara yang keluar (konfigurasi NC). Pada posisi normal, ada aliran udara yang keluar (konfigurasi NO)</p>	
<p>Katup 4/2</p>	<p>Mempunyai 4 lubang (masuk, keluar dan 1 pembuangan), dan 2 posisi hubungan katup</p>	
<p>Katup 5/2</p>	<p>Mempunyai 5 lubang (masuk, keluar, dan 1 pembuangan), dan 2 posisi hubungan katup</p>	
<p>Katup 3/3</p>	<p>Mempunyai 3 lubang (masuk, keluar, dan pembuangan) dan 3 posisi hubungan katup. Pada posisi normal (tengah) tertutup</p>	

Katup 4/3	Mempunyai 4 lubang (masukan, keluaran, dan pembuangan), dan 3 posisi hubungan katup. Pada posisi normal (tengah) lubang keluaran sambung dengan pembuangan	
Katup 5/3	Mempunyai 5 lubang (masukan, keluaran, dan 2 lubang pembuangan) dan 3 posisi hubungan katup. Pada posisi normal (tengah) tertutup	

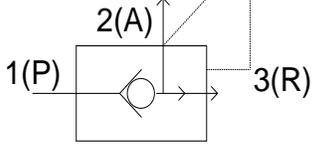
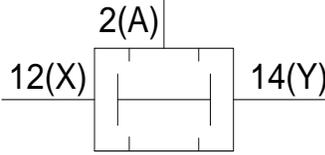
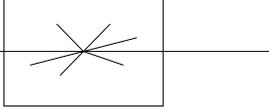
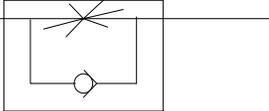
Sumber: Modul Mengoperasikan Sistem Kendali Elektropneumatik, Zadane Cemerlang, Bekasi 2011

3. Katup Istimewa

Dalam sistem elektropneumatik terdapat beberapa jenis katup istimewa yaitu ditunjukkan pada tabel 2.6 berikut ini:

Tabel 2.6: Katup Istimewa

Nama Komponen	Keterangan	Simbol
Katup cek	Tanpa pegas, lubang keluaran terbuka jika tekanan masuk lebih besar daripada tekanan keluaran. Pegas, terbuka jika tegangan masuk lebih besar daripada tekanan keluar (termasuk gaya pegas)	
Katup fungsi "ATAU" (<i>Shuttle valve</i>)	Lubang keluaran akan bertekanan, bila salah satu atau kedua lubang masukan bertekanan	

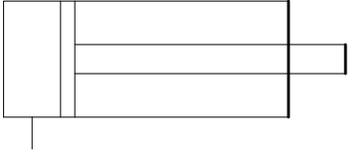
<p>Katup pembuangan cepat (<i>quick exhaust valve</i>)</p>	<p>Bila lubang masukan disuplai oleh udara bertekanan, lubang keluaran akan membuang udara secara langsung ke atmosfer</p>	
<p>Katup fungsi "DAN" (<i>Two pressure valve</i>)</p>	<p>Lubang keluaran hanya akan bertekanan bila udara bertekanan disuplai kedua lubang masukan</p>	
<p>Katup kontrol aliran (<i>flow control valve</i>)</p>	<p>Aliran udara keluar dapat diatur, dengan memutar pengaturnya</p>	
<p>Katup kontrol aliran satu arah (<i>one-way flow control valve</i>)</p>	<p>Katup cek dengan katup kontrol aliran. Katup kontrol aliran dengan arah aliran satu arah dan dapat diatur</p>	

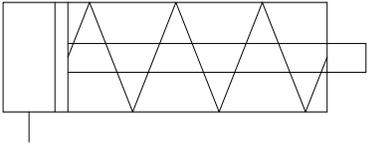
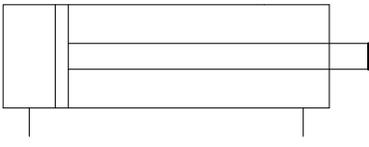
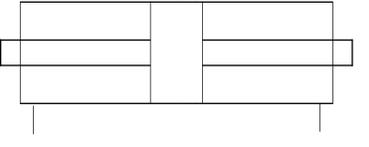
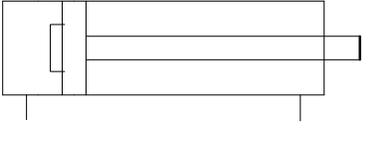
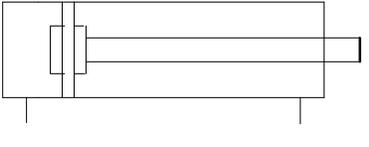
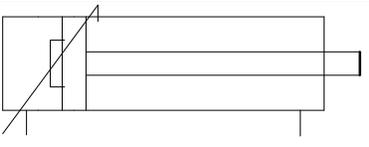
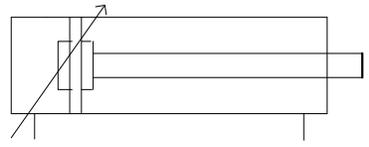
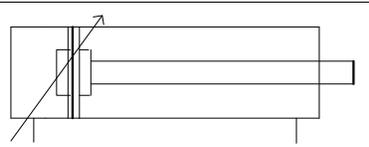
Sumber: Modul Mengoperasikan Sistem Kendali Elektropneumatik, Zadane Cemerlang, Bekasi 2011

4. Macam-macam Aktuator Linier

Dalam sistem elektropneumatik terdapat macam-macam aktuator linier yaitu ditunjukkan pada tabel 2.7 berikut ini:

Tabel 2.7: Macam-Macam Aktuator Linier

Nama Aktuator	Keterangan	Simbol
<p>Silinder kerja tunggal</p>	<p>Silinder dengan tekanan hanya bekerja ke satu arah saja: Langkah kembali dengan gaya dari luar</p>	

	Langkah kembali oleh pegas	
Silinder kerja ganda	Silinder dengan tekanan dapat bekerja ke dua arah (langkah maju dan mundur): Dengan batang piston tunggal	
	Dengan batang piston ganda	
Silinder kerja ganda dengan bantuan udara	Dengan bantuan udara tetap dalam satu arah	
	Dengan bantalan udara tetap dalam dua arah	
	Dengan bantalan udara yang dapat diatur dalam satu arah saja	
	Dengan bantalan udara yang dapat diatur dalam dua arah	
	Dengan bantalan udara yang dapat diatur dalam dua arah dan piston dengan magnet penyensor	

Kontak pemindah (tukar)	Dalam keadaan normal kontak berada pada posisi kanan atau kiri tergantung perintah terakhir yang mengoperasikannya	
Kontak NO dengan pengunci	Kontak normal terbuka bila diaktifkan menutup dan tidak akan kembali dengan sendiri (tidak reset otomatis)	
Kontak NC dengan pengunci	Kontak normal tertutup bila diaktifkan membuka dan tidak akan kembali dengan sendiri (tidak reset otomatis)	
Kontak NO aktif	Kontak normal terbuka dalam keadaan aktif	
Kontak NO dengan tunda tutup	Menutupnya kontak tertunda	
Kontak NC dengan tunda buka	Membukanya kontak tertunda	
Kontak NC dengan tunda tutup	Pertama kerja kontak langsung membuka, kemudian beberapa saat kontak menutup (menutupnya tertunda)	
Kontak NO dengan tunda buka	Pertama kerja kontak langsung menutup, kemudian beberapa saat kontak membuka	
Kontak NO dioperasikan dengan tangan	Simbol umum kontak NO yang dioperasikan dengan tangan (otomatis reset)	

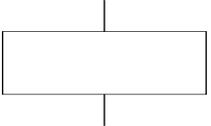
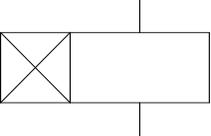
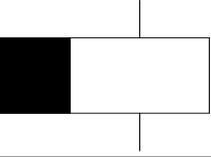
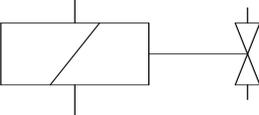
Tombol tekan dengan kontak NO	Ditekan tombol kerja (kontak terhubung), dilepas tombol kembali seperti semula	
Sakelar tekan dengan kontak NO	Ditekan sakelar bekerja (kontak terhubung), dilepas sakelar tetap bekerja	

Sumber: Modul Mengoperasikan Sistem Kendali Elektropneumatik, Zadane Cemerlang, Bekasi 2011

5. Kumparanan Relai dan Selenoid

Dalam sistem elektropneumatik terdapat beberapa jenis kumparan relai dan selenoid yaitu ditunjukkan pada tabel 2.8 berikut ini:

Tabel 2.8: Kumparanan Relai dan Selenoid

Komponen	Keterangan	Simbol
Kumpulan magnet relai	Simbol umum. Kumpulan magnet untuk kontaktor, Relai	
Kumparan relai timer dengan tunda energis	Timer akan bekerja setelah catu daya diberikan kepadanya	
Kumparan tunda timer dengan tunda de-energis	Timer akan bekerja setelah catu daya dilepas	
Kumparan selenoid	Kumparan selenoid untuk mengaktifkan katup pneumatik	

Sumber: Modul Mengoperasikan Sistem Kendali Elektropneumatik, Zadane Cemerlang, Bekasi 2011

6. Elemen Masukan Pada Sistem Kendali Elektropneumatik

Dalam sistem kendali elektropneumatik elemen masukan yang diperlukan adalah sama dengan elemen masukan pada sistem kendali elektrik. Elemen-elemen tersebut dapat berupa :

1. Tombol tekan
2. Sakelar
3. Sakelar batas (Limit switch)
4. Sensor

1) Sakelar pengendali

Didalam sistem elektropneumatik yang perlu diperhatikan adalah terminologi posisi kontak (dalam hal ini sakelar) awal dan komponen saat kerja. Dua istilah yang dipakai adalah.

- a) Kontak normal terbuka (Normally Open /NO), yaitu kontak dalam keadaan tidak aktif berada dalam hubungan terbuka.
- b) Kontak normal tertutup (Normally Close /NC), yaitu kontak dalam keadaan tidak aktif berada dalam keadaan tertutup.

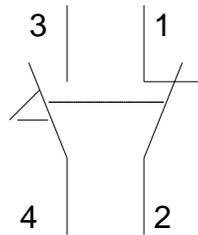
Kontak akan kerja (aktif) dengan berbagai macam pelayanan, seperti tombol tekan, mekanik, listrik, atau pneumatik.

- a) Kontak dengan pelayanan tombol tekan misalnya sakelar tombol tekan.
- b) Kontak dengan pelayanan mekanik misalnya limit switch.
- c) Kontak dengan pelayanan listrik misalnya relay.
- d) Kontak dengan pelayanan pneumatik misalnya konverter pneumatik-listrik

2) Limit Switch (sakelar batas)

Kontak listik sakelar pembatas secara mekanik dihubungkan atau diputuskan oleh gaya dari luar. Sakelar pembatas mempunyai umur kontak sampai mencapai kira 10 juta periode pensakelaran. Kemampuan tegangan dan arus listrik tergantung dari desainnya. Jika sakelar pembatas digunakan untuk kerja penghitungan, kekuatan kontak hubung perlu diperhitungkan. Waktu hubung yang diperlukan secara mekanik berkisar antara 1 sampai 15 milidetik.

Simbol sakelar pembatas adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2: Simbol Sakelar Pembatas

Sumber: Modul Mengoperasikan Sistem Kendali Elektropneumatik, Zadane Cemerlang, Bekasi 2011

Kegunaan sakelar batas (limit switch) antara lain:

1) Memonitor pintu

Sakelar dipasang pada pintu. Saatpintu terbuka sakelar tidak tertekan, sedangkan pada waktu pintu tertutup sakelar tertekan. Kondisi tertekan dan tidaknya sakelar ini bisa dimanfaatkan sebagai inputan untuk menggerakkan suatu aktuator.

2) Pengontrol lampu rem mobil

Sakelar dipasang pada eem mobil pada saat rem tidak diinjak sakelar

tertekan, sedangkan pada saat rem diinjak sakelar tidak tertekan. Kondisi tertekan dan tidaknya sakelar ini bisa dimanfaatkan sebagai inputan untuk menyalakan dan mematikan kembali lampu rem mobil tersebut.

3) Pengontrol akhir posisi

Dipakai untuk mengontrol silinder berhenti dibelakan atau didepan.

3) Sensor

Pada prinsipnya cara kerja sensor hampir sama dengan sakelar, hanya saja sakelar bekerja secara manual sedangkan sensor bekerja secara otomatis, yaitu ON dan OFF nya dipengaruhi oleh perubahan kondisi/keadaan dari lingkungan, misal panas-dingin, terang-gelap, besar-kecil tekanan, kuat lemah aliran, perubahan material, dan lain-lain. Dalam penggunaannya sensor lebih banyak digunakan pada peralatan dan mesin-mesin otomatis.

1.1.3 Pengertian Otomasi

Otomasi merupakan pemanfaatan sistem kontrol seperti halnya komputer yang digunakan untuk mengendalikan mesin-mesin industri dan kontrol proses untuk menggantikan operator tenaga manusia.²

Secara harfiah pengertian otomasi adalah teknik untuk membuat perangkat, proses, atau sistem berjalan secara otomatis, status pada saat dioperasikan secara otomatis, mengendalikan operasi secara otomatis perangkat, proses, atau sistem dengan alat mekanis atau elektronis yang

²Agus Putranto,dkk., *Teknik Otomasi Industri untuk SMK Otomasi* (Jakarta: Elektronika,2013), h. 56

menggantikan organ manusia untuk observasi, usaha, dan pengambilan keputusan.³

Istilah "otomasi" mengandung pengertian sebagai suatu yang bekerja dengan sendirinya. Maksud dari pengertian di atas adalah sebuah perangkat atau alat yang bekerja secara otomatis atau sendiri sesuai dengan fungsinya, tanpa menunggu perintah dari luar.⁴

Dari beberapa pengertian tersebut, maka dapat disimpulkan otomasi adalah sebuah sistem yang bekerja secara otomatis atau dengan sendirinya untuk menggantikan kerja manual manusia sehingga memudahkan pekerjaan.

1.1.4 Pengertian Otomatisasi

Otomatisasi adalah Penggantian tenaga manusia dengan tenaga mesin yang secara otomatis melakukan dan mengatur pekerjaan sehingga tidak lagi memerlukan pengawasan manusia (di industri). Otomatisasi juga merupakan tingkat tertinggi dari teknik proses.

Perkembangan otomatisasi dihasilkan melalui 3 tingkatan:

1. Tingkat perkembangan kerja tangan

Kegiatan: Memakai alat-alat tangan, yaitu alat tangan digerakkan oleh tenaga otot manusia. Pekerjaan sangat keras dilakukan oleh manusia.

2. Tingkat perkembangan kerja mekanik.

³ <http://wwwcahayashared.blogspot.com/2011/10/pengertian-otomasi-industri.html> (diakses 09/10/2013) 10.41

⁴ <http://www.klepintilaksana.com/jasa-layanan/building-automation> (diakses 09/10/2013) 10.47

Kegiatan: Memakai mesin, yaitu mesin-mesin dioperasikan oleh manusia.

Pekerjaan sangat keras dilakukan oleh mesin.

3. Tingkat perkembangan otomatisasi.

Kegiatan: Proses pengerjaan dilakukan secara otomatis dengan jalan memprogram.⁵

Pengertian otomatisasi adalah penggantian tenaga manusia dengan tenaga mesin yang secara otomatis melakukan dan mengatur pekerjaan sehingga tidak memerlukan lagi pengawasan manusia dalam industri dan sebagainya.⁶

Dari beberapa uraian tersebut, maka dapat disimpulkan otomatisasi adalah upaya untuk mempermudah pekerjaan manusia dengan mengganti tenaga manual menjadi tenaga mesin yang bekerja secara otomatis.

1.1.5 Pengertian Sistem Kendali

Sistem kendali atau sistem kontrol (*control system*) adalah suatu alat (kumpulan alat) untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur keadaan dari suatu sistem.⁷

Sistem kendali dapat dikatakan sebagai hubungan antara komponen yang membentuk sebuah konfigurasi sistem, yang akan menghasilkan tanggapan

⁵ Ade Irmayani, dkk., *Mengoperasikan Sistem Kendali Elektro Pneumatik* (Bekasi: Zadane Cemerlang, 2011), h. 1

⁶ <http://www.artidefinisi.com/2012/08/pengertian-otomatisasi.html> (diakses 09/10/2013) 11.20

⁷ http://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_kendali (diakses 10/10/2013) 21.40

sistem yang diharapkan. Jadi harus ada yang dikendalikan, yang merupakan suatu sistem fisis, yang biasa disebut dengan kendalian (*plant*).⁸

Dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa sistem kendali merupakan sebuah alat yang dapat mengontrol atau mengendalikan, memerintah, dan mengatur sebuah sistem.

1.1.6 Pengertian Pneumatik

Istilah Pneumatik selalu berhubungan dengan teknik penggunaan udara bertekanan, baik bertekanan di atas 1 atmosfer ataupun di bawah 1 atmosfer. Sehingga pneumatik merupakan ilmu yang mempelajari teknik pemakaian udara bertekanan (udara kempa).⁹

Dalam sistem pneumatik udara difungsikan sebagai media transfer dan sebagai penyimpan tenaga (daya) yaitu dengan cara dimampatkan. Udara termasuk golongan zat fluida karena sifatnya yang selalu mengalir dan bersifat *compressible* (dapat dikempa).¹⁰

Sistem Pneumatik adalah sebuah teknologi yang memanfaatkan udara terkompresi untuk menghasilkan efek gerakan mekanis. Karena menggunakan udara terkompresi, maka sistem pneumatik tidak dapat dipisahkan dengan

⁸ <http://eviandrianimosy.blogspot.com/2010/05/pengertian-sistem-kendali.html> (diakses 10/10/2013) 20.11

⁹ Wirawan Sumbodo, *Teknik Produksi Mesin Industri Jilid II* (Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008), h. 483

¹⁰ *Ibid.*, h. 484

kompresor, sebuah alat yang berfungsi untuk menghasilkan udara bertekanan tertentu.¹¹

Sebuah kesimpulan dari pemaparan tersebut bahwa pneumatik merupakan sebuah alat yang memanfaatkan udara bertekanan yang outputnya adalah sebuah energi gerak mekanis.

1.1.7 Pengertian Elektropneumatik

Elektropneumatik merupakan pengembangan dari pneumatik, dimana prinsip kerjanya memilih energi pneumatik sebagai media kerja (tenaga penggerak) sedangkan media kontrolnya mempergunakan sinyal elektrik ataupun elektronik.¹²

Sinyal elektrik dialirkan ke kumparan yang terpasang pada katup pneumatik dengan mengaktifkan sakelar, sensor ataupun sakelar pembatas yang berfungsi sebagai penyambung ataupun pemutus sinyal. Sinyal yang dikirimkan ke kumparan tadi akan menghasilkan medan elektromagnetik dan akan mengaktifkan/mengaktusikan katup pengatur arah sebagai elemen akhir pada rangkaian kerja pneumatik. Sedangkan media kerja pneumatik akan mengaktifkan atau menggerakkan elemen kerja pneumatik seperti motor-pneumatik atau silinder yang akan menjalankan sistem.

¹¹<http://aanajja.wordpress.com/2012/04/25/pengertian-dan-perbedaan-sistem-mesin-hidrolik-dan-pneumatik/> (diakses 12/10/2013) 17.58

¹² <http://infootomasi.wordpress.com/2012/06/02/pengertian-elektro-pneumatik/> (diakses 12/10/2013) 12.33

1.1.8 Pengertian Solenoid Valve

Solenoid Valve Pneumatik adalah katup yang digerakkan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan *plunger* yang dapat digerakkan oleh arus AC atau DC.¹³

Solenoid valve merupakan salah satu alat atau komponen kontrol yang salah satu kegunaannya yaitu untuk menggerakkan tabung silinder, Solenoid Valve merupakan katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya yang mana ketika koil mendapat supli tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston berpindah posisi maka pada lubang keluaran A atau B dari Solenoid Valve akan keluar udara yang berasal dari P atau supply, pada umumnya Solenoid Valve mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.¹⁴

Kemudian dapat ditarik kesimpulan bahwa, Solenoid Valve adalah sebuah katup atau elemen kontrol pneumatik yang mana ketika koil mendapat supli tegangan listrik maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston.

¹³ <http://electric-mechanic.blogspot.com/2012/09/prinsip-kerja-solenoid-valve-pneumatic.html> (diakses 12/10/2013) 16.21

¹⁴ <http://www.kitomaindonesia.com/article/19/solenoid-valve-cara-kerja-jenis-kerusakan> (diakses 12/10/2013) 10.41

1.1.9 Pengertian Silinder

Silinder adalah katup yang digunakan untuk menggerakkan beban berat. Memiliki 2 tipe, *single action* (silinder kerja tunggal) dan *double action* (silinder kerja ganda). *Single action* dimana pergerakan batang aktuator setengahnya dilakukan oleh pegas, sedangkan *double action* dua pergerakan keluar dan kedalam sama-sama dilakukan oleh pneumatik.¹⁵

Jadi aktuator silinder merupakan komponen katup yang memiliki tugas untuk melakukan kerja terhadap sebuah objek yang berupa beban berat.

1.2 Hakikat Belajar

Belajar adalah suatu proses perubahan dalam kepribadian manusia dan perubahan tersebut ditampakkan dalam bentuk peningkatan kualitas dan kuantitas tingkah laku seperti peningkatan kecakapan pengetahuan, sikap, pemahaman, keterampilan, daya pikir dan kemampuan lainnya, bahkan meliputi segenap aspek pribadi yang merupakan hasil interaksi dengan lingkungannya.¹⁶

Belajar merupakan suatu perubahan dalam tingkah laku dimana perubahan tingkah laku itu dapat mengarah kepada tingkah laku yang lebih baik, tapi juga ada kemungkinan mengarah pada tingkah laku yang lebih buruk. Untuk dapat disebut belajar maka perubahan itu harus relative mantap dan harus merupakan akhir dari suatu periode yang cukup panjang.

¹⁵ <http://engineer-robi.blogspot.com/2011/11/sistem-pneumatik.html> (diakses 12/10/2013) 10.48

¹⁶ M. Ngalim Purwanto, *Psikologi Pendidikan* (Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 1990), h. 84

Kingsley seperti dikutip Soemanto mengemukakan pendapatnya tentang belajar. “*Learning is the process by which behavior (in the broader sense) is originated or change throught practice or training*”. (Belajar adalah proses dimana tingkah laku (dalam artian luas) ditimbulkan atau diubah melalui praktik atau latihan).¹⁷

Gagne dalam Suprijono mendefinisikan belajar, Sebagai perubahan disposisi atau kemampuan yang dicapai seseorang melauai aktivitas. Perubahan disposisi tersebut bukan diperoleh langsung dari proses pertumbuhan seseorang secara alamiah.¹⁸

Dari beberapa definisi belajar tersebut maka dapat disimpulkan bahwa belajar merupakan suatu perubahan dalam tingkah laku kearah yang lebih baik yang terjadi melalui latihan atau pengalaman.

1.3 Hakikat Hasil Belajar

Hasil belajar adalah kemampuan yang dimiliki siswa setelah ia menerima pengalaman belajarnya. Hasil belajar mempunyai peranan penting dalam proses pembelajaran.¹⁹ Proses penilaian terhadap hasil belajar dapat memberikan informasi kepada guru tentang kemajuan siswa dalam upaya mencapai tujuan-tujuan belajarnya melalui kegiatan belajar. Selanjutnya dari informasi tersebut

¹⁷ Wasty Soemanto, *Psikologi pendidikan (Landasan Kerja Pemimpin Kependidikan)* (Jakarta: Rineka Cipta, 1990), h. 99

¹⁸ Agus Suprijono, *Cooperative Learning Teori dan Aplikasi PAIKEM* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012), h. 2

¹⁹ Dimiyati & Mujiyono, *Belajar dan Pembelajaran* (Jakarta: PT Asdi Mahasatya, 2002) h. 10

guru dapat menyusun dan membina kegiatan-kegiatan siswa lebih lanjut, baik untuk keseluruhan kelas maupun individu.

Hasil belajar pada hakikatnya adalah perubahan tingkah laku yang mencakup bidang kognitif, afektif, dan psikomotoris. Aspek kognitif berkenaan dengan masalah pengetahuan dan kecakapan intelektual. Aspek afektif berkenaan dengan sikap, nilai-nilai apersepsi, sedangkan aspek psikomotor berkenaan dengan keterampilan-keterampilan terutama kelincahan tubuh dan koordinasinya.

Sudjana mengutip klasifikasi hasil belajar menurut Kingsley, yakni:

1. Keterampilan dan kebiasaan
2. Pengetahuan dan pengertian, dan
3. Sikap dan cita-cita.²⁰

Hasil belajar adalah hasil-hasil perbuatan, nilai-nilai, pengertian-pengertian, sikap-sikap, apresiasi dan keterampilan. Merujuk pada Gagne hasil belajar berupa:

1. Informasi verbal yaitu kapabilitas mengungkapkan pengetahuan dalam bentuk bahasa, baik lisan ataupun tertulis.
2. Keterampilan intelektual yaitu kemampuan mempresentasikan konsep dan lambing.
3. Strategi kognitif yaitu kecakapan menyalurkan dan mengarahkan aktivitas kognitifnya sendiri.

²⁰ Nana Sudjana, *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar* (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2006), h. 22

4. Keterampilan motorik yaitu kemampuan melakukan serangkaian gerak jasmani dalam urusan koordinasi, sehingga terwujud otomatisme gerak jasmani.
5. Sikap adalah kemampuan menerima atau menolak objek berdasarkan penilaian terhadap objek tersebut.²¹

Dari definisi-definisi yang telah dikemukakan tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil belajar adalah hasil dari sebuah proses belajar yang menyangkut tingkat kemampuan yang dimiliki siswa setelah ia menerima pengalaman belajarnya terkait dengan beberapa aspek diantaranya aspek kognitif, aspek afektif, dan aspek psikomotorik.

1.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hasil Belajar

1. Faktor Internal (dari dalam individu yang belajar). Faktor yang mempengaruhi kegiatan belajar ini lebih ditekankan pada faktor dari dalam individu yang belajar. Adapun faktor yang mempengaruhi kegiatan tersebut adalah faktor psikologis, antara lain yaitu: motivasi, perhatian, pengamatan, tanggapan dan lain sebagainya.
2. Faktor Eksternal (dari luar individu yang belajar). Pencapaian tujuan belajar perlu diciptakan adanya sistem lingkungan belajar yang kondusif.

Hal ini akan berkaitan dengan faktor dari luar siswa. Adapun faktor yang mempengaruhi antara lain mendapatkan pengetahuan, penanaman konsep dan keterampilan, dan pembentukan sikap. Hasil belajar yang diperoleh siswa adalah

²¹ Agus Suprijono, *op.cit.*, h. 5

sebagai akibat dari proses belajar yang dilakukan oleh siswa. Oleh karenanya dalam proses belajar siswa diharapkan berperan aktif, sehingga hasil yang didapat berhasil optimal.

1.5 Model Pembelajaran Kooperatif

Pembelajaran kooperatif merupakan strategi pembelajaran yang mengutamakan adanya kerjasama antar siswa dalam kelompok untuk mencapai tujuan pembelajaran.²² Siswa dibagi ke dalam kelompok-kelompok kecil dan diarahkan untuk mempelajari materi pelajaran yang telah ditentukan. Tujuan dibentuknya kelompok kooperatif adalah untuk memberikan kesempatan kepada siswa agar dapat terlibat secara aktif dalam proses berpikir dan dalam kegiatan-kegiatan belajar. Dalam hal ini sebagian besar aktifitas pembelajaran berpusat pada siswa, yakni mempelajari materi pelajaran serta berdiskusi untuk memecahkan masalah. Jadi dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran kooperatif adalah sistem belajar kolektif atau bersama dalam pembelajaran.

1.5.1 Model Pembelajaran Kooperatif Tipe (NHT)

1.5.1.1 Pengertian Model Pembelajaran Kooperatif Tipe (NHT)

Numbered Head Together (NHT) merupakan model pembelajaran kooperatif yang dirancang untuk mempengaruhi pola interaksi siswa dan

²² Anita Lie, *Cooperative Learning (Memperaktikkan Kooperatif Learning di Ruang-ruang Kelas)* (Jakarta: Grasindo, 2005), h. 59

sebagai alternatif terhadap struktur kelas tradisional.²³ Metode ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk saling membagikan ide-ide dan mempertimbangkan jawaban yang paling tepat. Selain itu teknik ini juga mendorong siswa untuk meningkatkan semangat kerja sama mereka.

Pembelajaran kooperatif tipe NHT merupakan salah satu tipe pembelajaran kooperatif yang menekankan pada struktur khusus yang dirancang untuk mempengaruhi pola interaksi siswa dan memiliki tujuan untuk meningkatkan penguasaan akademik.²⁴ Tipe ini dikembangkan oleh Kagen dalam Ibrahim dengan melibatkan para siswa dalam menelaah bahan yang tercakup dalam suatu pelajaran dan mengecek pemahaman mereka terhadap isi pelajaran tersebut.

Ibrahim mengemukakan tiga tujuan yang hendak dicapai dalam pembelajaran kooperatif dengan tipe NHT yaitu :

1. Hasil belajar akademik struktural: Bertujuan untuk meningkatkan kinerja siswa dalam tugas-tugas akademik.
2. Pengakuan adanya keragaman: Bertujuan agar siswa dapat menerima teman-temannya yang mempunyai berbagai latar belakang.
3. Pengembangan keterampilan sosial: Bertujuan untuk mengembangkan keterampilan sosial siswa. Keterampilan yang

²³ Trianto, *Model-model Pembelajaran inovatif berorientasi Konstruktivistik* (Jakarta: Prestasi Pustaka Publisher, 2007), h. 62

²⁴ Suryabrata S, *Teori Belajar dan Pembelajaran* (Jakarta: Fajar Interpratama Offset, 2002), h. 233

dimaksud antara lain berbagi tugas, aktif bertanya, menghargai pendapat orang lain, mau menjelaskan ide atau pendapat, bekerja dalam kelompok dan sebagainya.

Penerapan pembelajaran kooperatif tipe NHT merujuk pada konsep Kagan dalam Ibrahim, dengan tiga langkah yaitu :

1. Pembentukan kelompok;
2. Diskusi masalah;
3. Tukar jawaban antar kelompok

1.5.1.2 Karakteristik Model Pembelajaran Kooperatif Tipe (NHT)

Adapun karakteristik model pembelajaran kooperatif tipe *Numbered Heads Together (NHT)* yaitu :

1. Kelompok Heterogen
2. Setiap anggota kelompok memiliki nomor kepala yang berbeda-beda.
3. Berpikir bersama (*Head Together*)

Menurut Kagan model pembelajaran NHT ini secara tidak langsung melatih siswa untuk saling berbagi informasi, mendengarkan dengan cermat serta berbicara dengan penuh perhitungan, sehingga siswa lebih produktif dalam pembelajaran.

1.5.1.3 Prosedur Model Pembelajaran Kooperatif Tipe (NHT)

Prosedur model pembelajaran *Numbered Head Together* (NHT) menurut Kagan dijelaskan pada tabel 2.9 sebagai berikut:

Tabel 2.9 Prosedur Model Pembelajaran NHT menurut Kagan

Fase-fase	Perilaku Guru	Perilaku Siswa
Fase1. Penomoran (<i>Numbering</i>)	Guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok atau tim yang beranggotakan 3-5 orang dan memberi siswa nomor.	Setiap siswa dalam tim mempunyai nomor berbeda-beda,sesuai dengan jumlah siswa di dalam kelompok.
Fase2. Pengajuan Pertanyaan (<i>Questioning</i>)	Guru mengajukan pertanyaan kepada siswa sesuai dengan materi yang sedang dipelajari yang bervariasi dari yang spesifik hingga bersifat umum dan dengan tingkat kesulitan yang bervariasi.	Siswa menyimak dan menjawab pertanyaan
Fase 3. Berpikir Bersama (<i>Head Together</i>)	Berpikir Bersama (<i>Head Together</i>)	Siswa berpikir bersama untuk menemukan jawaban dan menjelaskan jawaban kepada anggota dalam timnya sehingga semua anggota mengetahui jawaban dari masing-masing pertanyaan.
Fase4. Pemberian Jawaban (<i>Answering</i>)	Guru menyebut salah satu nomor dan secara random memilih kelompok yang harus menjawab pertanyaan tersebut	Setiap siswa dari tiap kelompok yang bernomor sama mengangkat tangan dan menyiapkan jawaban untuk seluruh kelas Siswa yang nomornya disebut guru dari kelompok tersebut mengangkat tangan dan berdiri untuk menjawab pertanyaan

1.5.1.4 Langkah-Langkah Model Pembelajaran Kooperatif Tipe (NHT)

Adapun langkah pelaksanaan model pembelajaran tipe *Numbered head Together* (NHT) yaitu :

1.5.1.4.1 Tahap Pendahuluan

Langkah 1: Penomoran (*Numbering*):

1. Guru membagi para siswa menjadi beberapa kelompok atau tim yang beranggotakan 3-5 orang dan memberi mereka nomor, sehingga tiap siswa dalam tim tersebut memiliki nomor yang berbeda.
2. Menginformasikan materi yang akan dibahas atau mengaitkan materi yang dibahas dengan materi yang lalu.
3. Mengkomunikasikan tujuan pembelajaran dan menjelaskan apa yang akan dilaksanakan.
4. Memotivasi siswa, agar timbul rasa ingin tahu siswa tentang konsep-konsep yang akan dipelajari.

1.5.1.4.2 Kegiatan Inti

Langkah 2: Pengajuan Pertanyaan

1. Menjelaskan materi secara sederhana.
2. Mengajukan suatu pertanyaan kepada siswa. Pertanyaan dapat bervariasi dari yang bersifat spesifik hingga yang bersifat umum,

Langkah 3: Berpikir Bersama (*Head Together*)

1. Siswa memikirkan pertanyaan yang diajukan oleh guru.

2. Para siswa berpikir bersama untuk menggambarkan dan meyakinkan bahwa tiap orang mengetahui jawaban tersebut.

Langkah 4: Pemberian jawaban

1. Guru menyebutkan (memanggil) suatu nomor dari salah satu kelompok secara acak.
2. Siswa dari tiap kelompok dengan nomor yang sama mengangkat tangan.
3. Siswa menyiapkan jawaban untuk seluruh kelas, ditanggapi oleh kelompok lain.
4. Jika jawaban dari hasil diskusi kelas sudah dianggap betul siswa diberi kesempatan untuk mencatat dan apabila jawaban masih salah, guru akan mengarahkan.
5. Guru memberikan pujian kepada siswa atau kelompok yang menjawab betul.

1.5.1.4.3 Penutup

1. Melakukan refleksi.
2. Guru membimbing siswa menyimpulkan materi.
3. Siswa diberikan tugas untuk diselesaikan di rumah dan mengerjakan kuis.

1.5.1.5 Ceklist Proses Model Pembelajaran NHT

Ceklist proses model pembelajaran Numbered Head Together (NHT)

dijabarkan oleh tabel 2.10 berikut ini:

Tabel 2.10 Ceklist Proses Model Pembelajaran NHT

No	Perilaku Guru	Ya	Tdk	Perilaku Siswa	Ya	Tdk
1.	Mengucapkan salam dan berdoa serta memeriksa kehadiran siswa	√		Menjawab salam dan mengangkat tangan ketika diabsen	√	
2.	Guru memotivasi pentingnya memahami konsep sistem kontrol/kendali elektropneumatik	√		Siswa mendengarkan dengan saksama tentang konsep sistem kontrol/kendali elektropneumatik	√	
3.	Guru menjajaki kesiapan belajar siswa dengan mengajukan beberapa pertanyaan tentang aplikasi sistem kendali elektropneumatik.	√		Siswa menjawab pertanyaan guru tentang aplikasi sistem kendali elektropneumatik.	√	
4.	Guru menyampaikan tujuan yang ingin dicapai serta memberitahu siswa mengenai model pembelajaran NHT	√		Siswa mendengarkan penjelasan tujuan dalam pembelajaran NHT	√	
5.	Guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok atau tim yang beranggotakan 3-5 orang dan memberi siswa nomor.	√		Setiap siswa dalam tim mempunyai nomor berbeda-beda,sesuai dengan jumlah siswa di dalam kelompok.	√	

6.	Guru mengajukan pertanyaan kepada siswa sesuai dengan materi yang sedang dipelajari yang bervariasi dari yang spesifik hingga bersifat umum dan dengan tingkat kesulitan yang bervariasi.	√		Siswa menyimak dan menjawab pertanyaan	√	
7.	Menginstruksikan kepada siswa untuk berpikir Bersama (<i>Head Together</i>)	√		Siswa berpikir bersama untuk menemukan jawaban dan menjelaskan jawaban kepada anggota dalam timnya sehingga semua anggota mengetahui jawaban dari masing-masing pertanyaan.	√	
8.	Guru menyebut salah satu nomor dan secara random memilih kelompok yang harus menjawab pertanyaan tersebut	√		Setiap siswa dari tiap kelompok yang bernomor sama mengangkat tangan dan menyiapkan jawaban untuk seluruh kelas Siswa yang nomornya disebut guru dari kelompok tersebut mengangkat tangan dan berdiri untuk menjawab pertanyaan	√	
9.	Guru menyimpulkan sementara jawaban akhir dari semua pertanyaan yang berhubungan dengan materi yang disajikan.	√		Siswa bersama guru menyimpulkan sementara jawaban akhir dari semua pertanyaan yang berhubungan	√	

				dengan materi yang disajikan.		
10.	Guru memberikan tes kuis untuk mengetahui kemampuan dari siswa	√		Siswa menjawab tes kuis	√	
11.	Guru mengomentari kegiatan belajar mengajar hari ini	√		Siswa mendengarkan komentar dari guru	√	
12.	Memberikan penilaian terhadap masing-masing kelompok untuk memotivasi siswa dalam meningkatkan belajarnya	√		Mendengarkan hasil penilaian guru dan memberikan tepuk tangan kepada kelompok terbaik	√	
13.	Guru menarik kesimpulan dari materi yang dipelajari tentang operasional sistem kendali elektropneumatik	√		Siswa bersama guru menarik kesimpulan dari materi yang dipelajari tentang operasional sistem kendali elektropneumatik	√	
14.	Guru memberikan tugas untuk mempersiapkan materi pertemuan selanjutnya	√		Siswa mencatat soal yang diberikan oleh guru	√	
15.	Guru menutup proses pembelajaran	√		Siswa bersiap-siap pulang dan member salam	√	

1.5.2 Model Pembelajaran Tipe Ekspositori

1.5.2.1 Pengertian Model Pembelajaran Tipe Ekspositori

Model pembelajaran Ekspositori adalah model pembelajaran yang menekankan pada proses penyampaian materi secara verbal dari seorang

guru kepada sekelompok siswa dengan maksud agar siswa dapat menguasai materi secara optimal.²⁵

Terdapat beberapa karakteristik model ekspositori. Pertama, model ekspositori dilakukan dengan cara menyampaikan materi pelajaran secara verbal, artinya bertutur secara lisan merupakan alat utama dalam melakukan model ini, oleh karena itu sering orang mengidentikkan dengan metode ceramah. Kedua, biasanya materi pelajaran yang disampaikan adalah materi pelajaran yang sudah jadi, seperti data atau fakta, konsep-konsep tertentu yang sudah dihafal sehingga tidak menuntut siswa untuk berpikir ulang. Ketiga, tujuan utama pembelajaran adalah menguasai materi pelajaran itu sendiri. Artinya setelah proses pembelajaran berakhir, siswa diharapkan dapat memahaminya dengan benar dengan cara dapat mengungkapkan kembali materi yang telah diuraikan.

Model Pembelajaran ekspositori (*expository*) menempatkan guru sebagai pusat pengajaran, karena guru lebih aktif memberikan informasi, menerangkan suatu konsep, mendemonstrasikan keterampilan dalam memperoleh pola, aturan, dalil, memberi contoh soal beserta penyelesaiannya, memberi kesempatan siswa untuk bertanya, dan kegiatan guru lainnya dalam pembelajaran ini.²⁶

²⁵ Tim Penyusun PLPG FT UNJ, *Modul Pendidikan dan Pelatihan Profesi Guru Sekolah Menengah Pertama* (Jakarta: UNJ, UNTIRTA, UNIKA ATMAJAYA, 2011), h. 32

²⁶ Syaiful Sagala, *Konsep dan Makna Pembelajaran* (Bandung: Alfabeta, 2010), h. 78

Hakekat mengajar menurut pandangan ini adalah menyampaikan ilmu kepada siswa. Siswa dipandang sebagai objek yang menerima apa yang diberikan guru. Biasanya guru menyampaikan informasi mengenai bahan pengajaran dalam bentuk penjelasan dan penuturan secara lisan, yang dikenal dengan istilah, kuliah/ceramah/lecture.²⁷

Dari definisi-definisi yang telah dikemukakan maka dapat disimpulkan bahwa model ekspositori adalah model penyampaian materi secara verbal atau ceramah dalam menerangkan suatu konsep, lalu mendemonstrasikannya, dan mungkin dilanjutkan dengan proses tanya jawab.

1.5.2.2 Karakteristik Model Pembelajaran Tipe Ekspositori

Karakteristik model pembelajaran ekspositori yaitu:

1. Model pembelajaran ekspositori dilakukan dengan cara menyampaikan materi pelajaran secara verbal.
2. Biasanya materi pelajaran yang disampaikan adalah materi pelajaran yang sudah jadi, seperti data atau fakta, konsep-konsep tertentu yang harus dihafal sehingga tidak menuntut siswa untuk berfikir ulang.
3. Tujuan utama pembelajaran adalah penguasaan materi pelajaran itu sendiri. Artinya, setelah proses pembelajaran berakhir siswa

²⁷ Nana Sudjana, *Dasar-dasar Proses Belajar Mengajar* (Bandung: Sinar Baru Algesindo, 2002), h.153

diharapkan dapat memahaminya dengan benar dengan cara dapat mengungkapkan kembali materi yang telah diuraikan.

1.5.2.3 Prosedur Model Pembelajaran Tipe Ekspositori

Prosedur pelaksanaan strategi pembelajaran Ekspositori dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Rumuskan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.
2. Kuasai materi pelajaran dengan baik.
3. Kenali medan dengan berbagai hal yang dapat memengaruhi proses penyampaian dengan beberapa langkah:

1. Persiapan

- 1) Berikan sugesti yang positif dan hindari sugesti yang negatif.
- 2) Mulailah dengan mengungkapkan tujuan yang harus dicapai.
- 3) Bukalah file dalam otak siswa.

2. Penyajian

- 1) Penggunaan bahasa.
- 2) Intonasi suara.
- 3) Manjaga kontak mata dengan siswa.
- 4) Menggunakan *joke-joke* yang menyegarkan.

3. Korelasi

4. Menyimpulkan

5. Mengaplikasikan.

1.5.2.4 Langkah-langkah Model Pembelajaran Tipe Ekspositori

Ada beberapa langkah dalam penerapan strategi ekspositori, yaitu:

1.5.2.4.1 Persiapan (*Preparation*)

1. Memberikan sugesti yang positif dan hindari sugesti yang negatif
2. Memulai dengan mengemukakan tujuan yang harus dicapai
3. Membuka file dalam otak siswa agar materi bisa cepat ditangkap siswa

1.5.2.4.2 Penyajian (*Presentation*)

1. Penggunaan bahasa yang bersifat komunikatif dan mudah dipahami
2. Intonasi suara, yaitu pengaturan suara sesuai dengan pesan yang akan disampaikan
3. Menggunakan *joke-joke* yang menyegarkan

1.5.2.4.3 Korelasi (*Correlation*)

Langkah-langkah korelasi adalah langkah menghubungkan materi pelajaran dengan pengalaman siswa atau dengan hal-hal yang memungkinkan siswa dapat menangkap keterkaitannya dengan struktur pengetahuan yang sudah dimilikinya.

1.5.2.4.4 Menyimpulkan (*Generalization*)

Menyimpulkan adalah tahapan untuk memahami inti dari materi pelajaran yang telah disajikan. Menyimpulkan dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya pertama, dengan cara mengulang kembali inti-inti materi yang menjadi pokok persoalan. Kedua, dengan cara

memberikan beberapa pertanyaan yang relevan dengan materi yang telah disajikan.

1.5.2.4.5 Mengaplikasikan (*Application*)

Langkah aplikasi adalah adalah langkah unjuk kemampuan siswa setelah mereka menyimak penjelasan guru. Teknik yang bisa dilakukan pada langkah ini diantaranya, pertama, dengan membuat tugas yang relevan dengan materi yang telah disajikan. Kedua, dengan memberikan tes yang sesuai dengan materi yang telah disajikan.

1.5.2.5 Ceklist Proses Model Pembelajaran Ekspositori

proses model pembelajaran Ekspositori dijabarkan oleh tabel 2.11 berikut ini:

Tabel 2.11 Ceklist Proses Model Ekspositori

No	Perilaku Guru	Ya	Tdk	Perilaku Siswa	Ya	Tdk
1.	Mengucapkan salam dan berdoa serta memeriksa kehadiran siswa	√		Menjawab salam dan mengangkat tangan ketika diabsen	√	
2.	Guru memotivasi pentingnya memahami konsep sistem kontrol/kendali elektropneumatik	√		Siswa mendengarkan dengan saksama tentang konsep sistem kontrol/kendali elektropneumatik	√	
3.	Guru menjajaki kesiapan belajar siswa dengan mengajukan beberapa pertanyaan tentang	√		Siswa menjawab pertanyaan guru tentang aplikasi sistem kendali	√	

	aplikasi sistem kendali elektropneumatik.			elektropneumatik.		
4.	Guru menyampaikan tujuan yang ingin dicapai serta memberitahu siswa mengenai model pembelajaran Ekspositori	√		Siswa mendengarkan penjelasan tujuan dalam pembelajaran Ekspositori	√	
5.	Guru memulai dengan kegiatan-kegiatan yang merangsang siswa untuk berpikir, misalnya melalui pertanyaan-pertanyaan yang mengandung teka-teki sehingga siswa untuk tertarik memerhatikan materi pelajaran.	√		Siswa menjawab pertanyaan teka-teki dari guru	√	
6.	Guru menerangkan dan menjelaskan tentang cara kerja sistem kendali elektropneumatik	√		Siswa menyimak penjelasan dari guru	√	
7.	Selanjutnya guru mendemonstrasikan didepan kelas tentang cara kerja sistem kendali elektropneumatik	√		Siswa memperhatikan demonstrasi dari guru	√	
8.	Guru memberikan kesempatan kepada murid untuk mengajukan pertanyaan dan guru menjawabnya, lalu dilanjutkan guru beserta siswa menarik kesimpulan	√		Siswa bertanya terkait materi yang telah disampaikan, dan menyimpulkan bersama guru	√	
9.	Guru memberikan tes kuis untuk mengetahui kemampuan dari siswa	√		Siswa mengerjakan tes kuis.	√	

10.	Guru mengomentari kegiatan belajar mengajar hari ini	√		Siswa mendengarkan komentar dari guru	√	
11.	Guru beserta siswa menarik kesimpulan dari materi yang dipelajari tentang operasional sistem kendali elektropneumatik	√		Siswa beserta guru menarik kesimpulan dari materi yang dipelajari tentang operasional sistem kendali elektropneumatik	√	
12.	Guru memberikan tugas untuk mempersiapkan materi pertemuan selanjutnya	√		Siswa mencatat soal tugas yang diberikan oleh guru	√	
13.	Guru menutup proses pembelajaran	√		Siswa bersiap-siap pulang dan member salam	√	

2. Kerangka Berpikir

Sebuah sistem belajar yang aktif dan menyenangkan dapat merangsang kreativitas siswa dalam proses belajar. Proses interaksi antara siswa dengan lingkungannya merupakan hakikat dari pembelajaran, sehingga terjadi perubahan perilaku ke arah lebih baik yakni mengembangkan potensi siswa agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab yang merupakan tujuan dari pendidikan nasional.

Peristiwa belajar teori mengoperasikan sistem kendali elektropneumatik yang dikehendaki dapat tercapai jika faktor-faktor berikut ini dapat dikelola dengan sebaik-baiknya, yaitu faktor siswa, guru, sarana dan prasarana, serta penilaian.

Seorang guru haruslah mengetahui tentang faktor-faktor psikologis belajar, prosedur belajar, dan model pembelajaran. Isi pokok bahasan dan alat bantu untuk belajar. Selain itu guru juga hendaknya dapat menciptakan lingkungan belajar yang menyenangkan dan mendukung kegiatan belajar mengajar. Pada kegiatan belajar mengajar, ada hal-hal yang diperhatikan diantaranya hubungan emosional yang terjadi didalam kelas. Ikatan emosional antara siswa dengan siswa dan siswa dengan guru. Selain itu interaksi sosial dengan teman lain dapat memacu terbentuknya ide baru dan memperkaya perkembangan intelektual siswa, sehingga belajar dalam kelompok adalah baik dan dianjurkan.

Lingkungan belajar yang positif secara fisik, emosional, dan sosial dapat memberikan suasana yang kondusif bagi siswa untuk terlibat aktif dalam proses belajar teori mengoperasikan sistem kendali elektropneumatik dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk mencerna dan mengatur informasi secara mental, karena siswa membutuhkan waktu dalam berpikir untuk memperoleh wawasan dalam konsep-konsep, prinsip-prinsip, dan cara berkomunikasi yang melibatkan mereka.

Dalam standar kompetensi mengoperasikan sistem kendali elektropneumatik dengan kompetensi dasar memahami operasional sistem kendali elektropneumatik, mengetes kondisi dan unjuk kerja peralatan kendali elektropneumatik, memahami diagram alir sistem kendali elektropneumatik, menggunakan berbagai elemen masukan dan sensor pneumatik untuk keperluan otomasi industri, dan menggunakan berbagai aktuator pneumatik untuk keperluan otomasi industri, siswa dilatih salah satunya untuk memahami sistem kerja rangkaian sistem elektropneumatik, dan diharapkan siswa dapat menggunakan berbagai aktuator untuk keperluan industri. Sehingga

diperlukan keterlibatan siswa secara total dalam mempelajarinya agar hasil belajar siswa dapat semakin meningkat.

Dalam praktiknya ketika melaksanakan Praktik Pengalaman Lapangan (PPL) di SMKN 1 Tambelang pada semester genap tahun ajaran 2012/2013 penulis dan guru pamong PPL melakukan pengajaran dengan model konvensional yakni dengan model Ekspositori yang banyak bersifar ceramah. Cara ini kadang-kadang membosankan, maka dalam pelaksanaannya memerlukan keterampilan tertentu agar gaya penyajiannya tidak membosankan dan menarik perhatian siswa. Model pembelajaran tersebut merupakan bentuk dari pendekatan pembelajaran yang berorientasi pada guru, karena dalam model pembelajaran ini guru memegang peran yang sangat dominan, siswa kurang terlibat secara langsung dalam kegiatan pembelajaran dan kurang digali pemikirannya. Sehingga siswa lebih banyak mendengar dan menulis apa yang diinformasikan oleh guru.

Untuk itu perlu adanya alternatif model pembelajaran pada standar kompetensi mengoperasikan sistem kendali elektropneumatik yang dapat meningkatkan keterlibatan siswa, sehingga mendorong siswa untuk berpikir, bekerja sama, mandiri, bersikap obyektif, jujur dan terbuka serta memberikan kemungkinan kepadanya untuk memperluas wawasan dan kecakapan sosialnya.

Model pembelajaran *Numbered Head Together* (NHT) memungkinkan terjadinya interaksi antara siswa melalui diskusi siswa secara bersama dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi, dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk menggunakan keterampilan bertanya, berdiskusi, dan mengembangkan bakat

kepemimpinan, dan siswa pandai maupun siswa lemah sama-sama memperoleh manfaat melalui aktifitas belajar kooperatif. Guru berperan sebagai pendorong, narasumber, dan bertugas memberikan bantuan yang diperlukan untuk menjamin kelancaran proses belajar siswa.

NHT ini merupakan model pembelajaran yang cukup menarik, karena siswa dituntut untuk aktif merespon materi ajar terkait untuk disampaikan ke seluruh kelompok yang lain. Pada metode ini dibentuk kelompok-kelompok yang didalamnya terdapat anggota kelompok dengan latar belakang, jenis kelamin, dan tingkat kemampuan siswa yang berbeda. Setiap anggota kelompoknya memiliki nomor berbeda yang nantinya nomor urut yang sama pada setiap kelompok berfungsi sebagai penanggungjawab atas pertanyaan atau kasus yang diberikan oleh guru, walaupun dalam pemecahannya penanggungjawab pertanyaan dibantu oleh seluruh anggota kelompoknya dalam bentuk diskusi.

Setelah seluruh anggota kelompok yang bernomor sama mengungkapkan jawaban hasil diskusi dengan kelompoknya, kemudian guru memberikan penilaian berupa tanggapan yang pada akhirnya materi bahasan disimpulkan oleh guru bersama seluruh siswa. Sehingga pada model pembelajaran ini persaingan atau kompetisi antar individu dalam setiap anggota kelompok akan sangat terlihat, yang diharapkan akan membangkitkan semangat belajar siswa.

Dengan model pembelajaran NHT guru menjadi lebih mudah dalam mengetahui kebutuhan belajar siswa sehingga tujuan akhir pembelajaran dapat tercapai dengan baik sesuai dengan apa yang telah direncanakan. Siswa lebih aktif dan berani mengemukakan pendapatnya sendiri, menjadi lebih memahami setiap

pembelajaran yang akan dilaksanakan sehingga kegiatan pembelajaran dapat berlangsung dengan efektif dan kondusif.

Adapun perbedaan Model Pembelajaran NHT dan Ekspositori adalah seperti tabel 2.12 berikut ini:

Tabel 2.12 Perbedaan Model Pembelajaran NHT dan Ekspositori

No	<i>Numbered Head Together</i> (NHT)	Ekspositori
1.	Pemilihan informasi berdasarkan kebutuhan siswa.	Pemilihan informasi ditentukan oleh guru
2.	Siswa terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran.	Siswa secara pasif menerima materi.
3.	Pengetahuan verbalisme dapat dihindari karena siswa cenderung aktif mengkaji bersama-sama untuk memecahkan masalah.	Memungkinkan timbulnya pengetahuan verbalisme yaitu dapat mengucapkan tapi tidak tahu maknanya.
4.	Menyadarkan pada memori spasial (pemahaman makna).	Menyadarkan pada kemampuan hapalan.
5	Selalu mengaitkan informasi dengan pengetahuan yang dimiliki oleh siswa.	Memberikan tumpukan informasi kepada siswa sampai saatnya diperlukan.
6.	Cenderung mengintegrasikan beberapa bidang.	Cenderung terfokus pada satu bidang disiplin tertentu.
7.	Siswa menggunakan waktu belajarnya untuk menemukan, menggali, berdiskusi, berpikir kritis, atau mengerjakan proyek dan pemecahan masalah (melalui kerja kelompok).	Waktu belajar siswa sebagian besar dipergunakan untuk mengerjakan buku tugas, mendengar ceramah, dan mengisi latihan yang membosankan (melalui kerja kelompok tetapi lebih cenderung bekerja sendiri/individual)

8.	Prilaku dibangun atas kesadaran sendiri.	Prilaku dibangun atas kebiasaan.
----	--	----------------------------------

Sumber: *Proses Belajar Mengajar, Bumi Aksara, Bandung 2001*

Berdasarkan uraian tersebut, diduga hasil belajar teori mengoperasikan sistem kendali elektropneumatik yang menggunakan model pembelajaran *Numbered Head Together* (NHT) lebih tinggi dibandingkan model pembelajaran Ekspositori.

3. Hipotesis Penelitian

Didasarkan pada kajian teoretis yang telah dipaparkan, maka dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut :

“Dalam pengajaran teori Mengoperasikan Sistem Kendali Elektropneumatik kelas XI Teknik Ketenagalistrikan di SMKN 1 Tambelang, Bekasi, pada semester ganjil tahun ajaran 2013/2014, hasil belajar teori dengan model pembelajaran NHT (*Numbered Head Together*) diduga lebih tinggi dari pada model pembelajaran Ekspositori”.