



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
2016

## MODUL GURU PEMBELAJAR

# Paket Keahlian Teknik Pengolahan Minyak dan Gas

Pedagogik : Pengembangan Strategi Pembelajaran  
Profesional : Peralatan Sensor dan Pengoperasian DCS  
pada Pengolahan Migas

KELOMPOK  
KOMPETENSI





## **MODUL GURU PEMBELAJAR**

# **Paket Keahlian Teknik Pengolahan Minyak dan Gas**

**Penyusun :**

**Nurul Arifin, M.Sc  
SMKN 3 Mandau  
nurularipin776  
085265959270**

**Reviewer :**

**Novia Rita, ST., MT  
T. Minyak UIR Riau  
nova\_rita02@yahoo.com  
No. HP**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN  
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
BIDANG BANGUNAN DAN LISTRIK  
MEDAN  
2016**



## KATA PENGANTAR

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu “Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif”. Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Pedoman Penyusunan Modul Diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Bagi Guru dan Tenaga Kependidikan merupakan petunjuk bagi penyelenggara pelatihan di dalam melaksanakan pengembangan modul. Pedoman ini disajikan untuk memberikan informasi tentang penyusunan modul sebagai salah satu bentuk bahan dalam kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan bagi guru dan tenaga kependidikan.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi secara maksimal dalam mewujudkan pedoman ini, mudah-mudahan pedoman ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi bagi penyusun modul, pelaksanaan penyusunan modul, dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan modul diklat GP.

Jakarta, Agustus 2015  
Direktur Jenderal Guru dan Tenaga  
Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,  
NIP 19590801 198503 1002

## DAFTAR ISI

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| KATA PENGANTAR .....                    | i         |
| DAFTAR ISI.....                         | ii        |
| DAFTAR GAMBAR .....                     | iv        |
| DAFTAR TABEL.....                       | v         |
| <b>BAB I.....</b>                       | <b>1</b>  |
| <b>PENDAHULUAN .....</b>                | <b>1</b>  |
| A. Latar Belakang .....                 | 1         |
| B. Tujuan .....                         | 2         |
| C. Peta Kompetensi.....                 | 2         |
| D. Ruang Lingkup.....                   | 3         |
| E. Saran Cara Penggunaan Modul .....    | 3         |
| <b>BAB II .....</b>                     | <b>5</b>  |
| <b>KOMPETENSI PEDAGOGIK.....</b>        | <b>5</b>  |
| A. Tujuan .....                         | 5         |
| B. Indikator Pencapaian Kompetensi..... | 5         |
| C. Uraian Materi .....                  | 5         |
| D. Aktivitas Pembelajaran .....         | 41        |
| E. Latihan/Kasus/Tugas .....            | 42        |
| F. Rangkuman .....                      | 42        |
| G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....   | 43        |
| H. Kunci Jawaban .....                  | 43        |
| I. Evaluasi .....                       | 45        |
| <b>BAB III.....</b>                     | <b>56</b> |
| <b>KOMPETENSI PROFESIONAL.....</b>      | <b>56</b> |
| A. Tujuan .....                         | 56        |
| B. Indikator Pencapaian Kompetensi..... | 56        |
| C. Uraian Materi .....                  | 57        |
| D. Aktivitas Pembelajaran .....         | 83        |

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| E. Latihan/Kasus/Tugas .....          | 94         |
| F. Rangkuman .....                    | 94         |
| G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut..... | 97         |
| H. Kunci Jawaban .....                | 97         |
| I. Evaluasi .....                     | 101        |
| <b>BAB IV .....</b>                   | <b>104</b> |
| <b>PENUTUP.....</b>                   | <b>104</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>            | <b>105</b> |

## DAFTAR GAMBAR

| <b>Gambar</b> | <b>Judul</b>                                                                                  | <b>Halaman</b> |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 3.1           | Typical Rangkaian Thermocouple                                                                | 57             |
| 3.2           | Grafik Tegangan Beberapa Kombinasi Logam Konduktor                                            | 58             |
| 3.3           | Typical Sambungan Thermocouple                                                                | 59             |
| 3.4           | Konstruksi thermocouple                                                                       | 60             |
| 3.5           | Prinsip kerja thermocouple                                                                    | 62             |
| 3.6           | Sistem Kontrol Distributed Control System (DCS)                                               | 67             |
| 3.7           | Distributed Control System                                                                    | 68             |
| 3.8           | Prinsip operasi dari model magnetic flowmeter                                                 | 72             |
| 3.9           | Prinsip Operasi Turbine Meters                                                                | 74             |
| 3.10          | Komponen – komponen Turbine Meters                                                            | 75             |
| 3.11          | Turbine flowmeters                                                                            | 75             |
| 3.12          | Monogram untuk menentukan kerugian tekanan dalam saluran udara mampat.                        | 82             |
| 3.13          | Koefisien hambatan (koefisien kerugian gesekan) $\lambda$ sebagai fungsi angka Reynolds $R_e$ | 83             |

## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b> | <b>Judul</b>                                                                 | <b>Halaman</b> |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 3.1          | Koefisien kemampumampatan udara                                              | 81             |
| 3.2          | Faktor monogram untuk menentukan kerugian tekanan dalam saluran udara mampat | 82             |



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Undang-undang No. 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen, telah menyatakan dasar legal pengakuan atas profesi guru dengan segala dimensinya. Di dalam UU ini disebutkan bahwa guru adalah pendidik profesional dengan tugas utama mendidik, mengajar, membimbing, mengarahkan, melatih, menilai, dan mengevaluasi peserta didik pada pendidikan anak usia dini jalur pendidikan formal, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah. Tugas ini tercermin dalam kompetensi pedagogik dan kompetensi professional seorang guru. Oleh sebab itu Guru perlu ditingkatkan kompetensinya melalui diklat dengan menggunakan modul.

Desain modul ini dirancang untuk memperkuat kompetensi guru dari sisi pengetahuan, ketrampilan serta sikap secara utuh. Dimana proses pencapaiannya melalui pembelajaran pada sejumlah mata pelajaran yang dirangkai sebagai satu kesatuan yang saling mendukung dalam mencapai kompetensi tersebut. Modul yang berjudul “ Modul Diklat Pasca UKG Paket Teknik Pengolahan Minyak, Gas dan Petrokimia Grade-2 ” merupakan sejumlah kompetensi yang diperlukan untuk guru SMK pada program keahlian Perminyakan yang diberikan pada Jenjang Dasar-2 dengan perolehan nilai 11-20 pasca Uji Kompetensi Guru (UKG). Modul ini merupakan usaha minimal yang harus dilakukan oleh guru untuk mencapai sejumlah kompetensi yang diharapkan dalam kompetensi inti dan kompetensi dasar.sesuai dengan pendekatan ilmiah (*scientific approach* ) yang dipergunakan dalam kurikulum 2013. Langkah-langkah pendekatan ilmiah dalam proses pembelajarannya dimulai dari menggali informasi melalui pengamatan, pertanyaan dan percobaan, kemudian mengolah data dan informasi, menyajikan data atau informasi dan dilanjutkan dengan menganalisis, menalar dan kemudian menyimpulkan serta terakhir diharapkan dapat mencipta. Setiap guru diharapkan untuk memperkaya dan mengkreasi mata pelajaran dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan, serta bersumber dari alam sekitar kita.

Modul ini dilengkapi dengan materi yang tercakup dalam kompetensi Pedagogik dan kompetensi professional. Materi Kompetensi pedagogik pada modul ini membahas tentang Pengembangan Strategi Pembelajaran, Sedangkan kompetensi professional membahas tentang macam - macam peralatan sensor yang digunakan untuk mengambil besaran yang diukur dan pengoperasian DCS sesuai SOP.

## B. Tujuan

1. Peserta Diklat dapat menerapkan pendekatan pembelajaran saintifik, Model Pembelajaran serta Metode dan Teknik Pembelajaran, melalui ceramah, diskusi kelompok, brainstorming, dan penugasan mandiri, sesuai dengan tuntutan paket keahlian Teknik Perminyakan.
2. Peserta Diklat dapat mengevaluasi macam - macam peralatan sensor yang digunakan untuk mengambil besaran yang diukur.
3. Peserta Diklat dapat mengoperasikan DCS sesuai standar operasional prosedur.

## C. Peta Kompetensi

| Kompetensi Utama | Kompetensi Inti                                                            | Kompetensi Guru                                                                                                                  |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pedagogik        | 2. Menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik. | 2.2. Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran mendidik kreatif dalam mata pelajaran yang diampu |
| Profesional      | 20. Menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan             | 20.23. Mengevaluasi macam – macam peralatan sensor yang digunakan untuk mengambil besaran yang diukur                            |

|  |                                           |                                             |
|--|-------------------------------------------|---------------------------------------------|
|  | yang mendukung mata pelajaran yang diampu | 20.24. Mencoba pengoperasian DCS sesuai SOP |
|--|-------------------------------------------|---------------------------------------------|

#### **D. Ruang Lingkup**

Ada pun ruang lingkup dari modul ini meliputi :

1. Pendekatan Pembelajaran Saintifik
2. Model Pembelajaran
3. Metode dan Teknik Pembelajaran.
4. Mengamati macam macam peralatan sensor yang digunakan (Thermocouple, Depiser, Tube bordon, Displasher, floater) , Mengidentitifikasi tentang macam - macam peralatan sensor yang digunakan untuk mengambil besaran yang diukur dan Menentukan hubungan macam - macam peralatan sensor yang digunakan untuk mengambil besaran yang diukur.
5. Menentukan macam-macam turbin flow meter (Mechanical turbin flow meter dan Electric turbin flow meter) dan Melaksanakan perhitungan rugi tekanan (pressure drop) kecil

#### **E. Saran Cara Penggunaan Modul**

Langkah pembelajaran dalam modul ini dibagi dalam dua aktivitas, yakni aktivitas kelas dan individual. Aktivitas kelas dilaksanakan dalam bentuk kegiatan ceramah, diskusi dan curah pendapat dalam bentuk klasikal learning. Aktivitas individual meliputi, membaca modul, melakukan latihan dan membuat rangkuman dan melakukan evaluasi individual.

Dengan mengikuti langkah pembelajaran yang telah ditentukan ini, diharapkan peserta Diklat dapat meningkatkan kompetensinya, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas pembelajaran di kelas, sehingga dapat meningkatkan kualitas hasil belajar peserta didik di sekolah.

Di dalam modul ini anda akan menemukan bagian-bagian sebagai berikut :

1. Pendahuluan

Anda menemukan informasi tentang latar belakang, tujuan, Peta Kompetensi, ruang lingkup modul, dan saran penggunaan modul.

2. Uraian Materi

Pada bagian ini anda mempelajari materi pelajaran yang harus anda kuasai

3. Aktivitas Pembelajaran

Anda menemukan berbagai bentuk kegiatan belajar yang harus dilakukan untuk memantapkan pengetahuan, keterampilan, serta nilai dan sikap yang terkait dengan uraian materi.

4. Latihan/Kasus/Tugas

Pada bagian ini anda mengerjakan soal-soal atau melaksanakan tugas untuk mengukur kemampuan anda terhadap topik pelajaran yang telah anda pelajari.

5. Ringkasan

Anda menemukan inti sari dari uraian materi kegiatan pembelajaran yang disajikan diakhir kegiatan pembelajaran.

6. Umpan Balik/Tindak Lanjut

Pada bagian ini anda akan menulis pernyataan deskriptif tentang hal-hal yang telah dipelajari/ditemukan selama pembelajaran, rencana pengembangan dan implementasinya, input terhadap pembelajaran berikutnya.

7. Evaluasi

Anda menemukan seperangkat tes yang diberikan untuk mengukur penguasaan terhadap materi yang dipelajari

8. Kunci jawaban Latihan/Kasus/Tugas

Anda menemukan kunci jawaban dari latihan-latihan yang anda kerjakan.

## **BAB II**

### **KOMPETENSI PEDAGOGIK**

### **PENGEMBANGAN STRATEGI PEMBELAJARAN**

#### **KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : PENDEKATAN PEMBELAJARAN SAINTIFIK.**

##### **A. Tujuan Pembelajaran**

Setelah mengikuti sesi ini, peserta diklat dapat menerapkan pendekatan pembelajaran saintifik yang tepat, sesuai dengan tuntutan paket keahlian teknik pengolahan minyak, gas, dan petrokimia melalui ceramah, diskusi kelompok, brainstorming, dan penugasan mandiri.

##### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

Pendekatan pembelajaran saintifik diterapkan sesuai dengan karakteristik materi yang akan diajarkan.

##### **C. Uraian materi**

###### **1. Pengertian Pendekatan Saintifik**

Pendekatan saintifik merupakan kerangka ilmiah pembelajaran yang diusung oleh Kurikulum 2013. Langkah-langkah pada pendekatan saintifik merupakan bentuk adaptasi dari langkah-langkah ilmiah pada sains. Proses pembelajaran dapat dipadankan dengan suatu proses ilmiah, karenanya Kurikulum 2013 mengamanatkan esensi pendekatan saintifik dalam pembelajaran. Pendekatan saintifik diyakini sebagai titian emas perkembangan dan pengembangan sikap, keterampilan, dan pengetahuan peserta didik. Dalam pendekatan atau proses kerja yang memenuhi kriteria ilmiah, para ilmuwan lebih mengedepankan penalaran induktif (*inductive reasoning*) dibandingkan dengan penalaran deduktif (*deductive reasoning*). Penalaran deduktif melihat fenomena umum untuk kemudian menarik simpulan yang spesifik. Sebaliknya, penalaran induktif memandang

fenomena atau situasi spesifik untuk kemudian menarik simpulan secara keseluruhan. Sejatinya, penalaran induktif menempatkan bukti-bukti spesifik ke dalam relasi ide yang lebih luas. Metode ilmiah umumnya menempatkan fenomena unik dengan kajian spesifik dan detail untuk kemudian merumuskan simpulan umum. Metode ilmiah merujuk pada teknik-teknik investigasi atas suatu atau beberapa fenomena atau gejala, memperoleh pengetahuan baru, atau mengoreksi dan memadukan pengetahuan sebelumnya.

Untuk dapat disebut ilmiah, metode pencarian (*method of inquiry*) harus berbasis pada bukti-bukti dari objek yang dapat diobservasi, empiris, dan terukur dengan prinsip-prinsip penalaran yang spesifik. Metode ilmiah pada umumnya memuat serangkaian aktivitas pengumpulan data melalui observasi atau eksperimen, mengolah informasi atau data, menganalisis, kemudian memformulasi, dan menguji.

Pendekatan Saintifik diatur dalam Permendikbud No. 103 Tahun 2014 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah. Pembelajaran saintifik merupakan pembelajaran yang mengadopsi langkah-langkah saintis dalam membangun pengetahuan melalui metode ilmiah. Dalam proses pembelajaran menyentuh tiga ranah yaitu sikap, pengetahuan dan keterampilan. Pembelajaran dengan pendekatan saintifik, ranah sikap mencakup transformasi substansi atau materi ajar agar anak didik “tahu mengapa”. Ranah keterampilan mencakup substansi atau materi ajar agar anak didik “tahu bagaimana”. Sedangkan ranah pengetahuan mencakup transformasi substansi atau materi ajar anak didik “tahu apa”. Model pembelajaran yang diperlukan adalah yang memungkinkan terbudayakannya kecakapan berpikir sains, terkembangkannya “*sense of inquiry*” dan kemampuan berpikir kreatif siswa (Alfred De Vito, 1989). Model pembelajaran yang dibutuhkan adalah yang mampu menghasilkan kemampuan untuk belajar (Joice & Weil: 1996), bukan saja diperolehnya sejumlah pengetahuan, keterampilan, dan sikap, tetapi yang lebih penting adalah bagaimana pengetahuan, keterampilan, dan sikap itu diperoleh peserta didik (Zamroni, 2000; & Semiawan, 1998).

Pendekatan saintifik tidak hanya memandang hasil belajar sebagai muara akhir, namun proses pembelajaran dipandang sangat penting. Oleh karena itu pendekatan saintifik menekankan pada keterampilan proses. Model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains adalah model pembelajaran yang mengintegrasikan keterampilan proses sains ke dalam sistem penyajian materi secara terpadu (Beyer, 1991). Model ini menekankan pada proses pencarian pengetahuan dari pada transfer pengetahuan, peserta didik dipandang sebagai subjek belajar yang perlu dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran, guru hanyalah seorang fasilitator yang membimbing dan mengkoordinasikan kegiatan belajar. Dalam model ini peserta didik diajak untuk melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan (*scientist*) dalam melakukan penyelidikan ilmiah (Nur: 1998), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru yang diperlukan untuk kehidupannya. Fokus proses pembelajaran diarahkan pada pengembangan keterampilan siswa dalam memproseskan pengetahuan, menemukan dan mengembangkan sendiri fakta, konsep, dan nilai-nilai yang diperlukan (Semiawan: 1992).

Model ini juga tercakup penemuan makna (*meanings*), organisasi, dan struktur dari ide atau gagasan, sehingga secara bertahap siswa belajar bagaimana mengorganisasikan dan melakukan penelitian. Pembelajaran berbasis keterampilan proses sains menekankan pada kemampuan peserta didik dalam menemukan sendiri (*discover*) pengetahuan yang didasarkan atas pengalaman belajar, hukum-hukum, prinsip-prinsip dan generalisasi, sehingga lebih memberikan kesempatan bagi berkembangnya keterampilan berpikir tingkat tinggi (Houston, 1988). Dengan demikian peserta didik lebih diberdayakan sebagai subjek belajar yang harus berperan aktif dalam memburu informasi dari berbagai sumber belajar, dan guru lebih berperan sebagai organisator dan fasilitator pembelajaran.

Model pembelajaran berbasis keterampilan proses sains berpotensi membangun kompetensi dasar hidup siswa melalui pengembangan

keterampilan proses sains, sikap ilmiah, dan proses konstruksi pengetahuan secara bertahap. Keterampilan proses sains pada hakikatnya adalah kemampuan dasar untuk belajar (*basic learning tools*) yaitu kemampuan yang berfungsi untuk membentuk landasan pada setiap individu dalam mengembangkan diri (Chain and Evans: 1990).

Pada hasilnya akan ada peningkatan dan keseimbangan antara kemampuan untuk menjadi manusia yang baik (*soft skills*) dan manusia yang memiliki kecakapan dan pengetahuan untuk hidup secara layak (*hard skills*) dari anak didik yang meliputi aspek kompetensi sikap, keterampilan dan pengetahuan. Hal ini menjadi ciri khas dan kekuatan tersendiri dari keberadaan Kurikulum 2013 yang banyak mendapat pertanyaan dari berbagai pihak. Kompetensi sikap diperoleh melalui aktivitas menerima, menjalankan, menghargai, menghayati, dan mengamalkan. Keterampilan diperoleh melalui aktivitas mengamati, menanya, mencoba, menalar, menyaji, dan mencipta. Sedangkan Pengetahuan diperoleh melalui aktivitas mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta.

Kurikulum 2013 menganut pandangan bahwa pengetahuan tidak dapat dipindahkan begitu saja dari guru ke anak didik. Anak didik adalah subjek yang memiliki kemampuan secara aktif mencari, mengolah, mengkonstruksi dan menggunakan pengetahuan. Hal ini sesuai dengan perubahan paradigma pembelajaran dari *teacher center* menjadi *students center*. Pembelajaran tidak lagi terpusat kepada guru, melainkan kepada anak didik. Anak didik tidak dianggap lagi sebagai selembar kertas putih ataupun gelas kosong. Peranan guru yaitu merancang pembelajaran, mengenali tingkat pengetahuan individu anak didik dan memotivasi peserta didik untuk meningkatkan keberhasilan anak didik dan menyiapkan kondisi belajar yang menyenangkan. Dalam bahasa lebih singkatnya guru harus mampu menguasai materi dan kelas.

Metode ilmiah umumnya memuat rangkaian kegiatan koleksi data atau fakta melalui observasi dan eksperimen, kemudian memformulasi dan menguji hipotesis. Sebenarnya apa yang kita bicarakan dengan metode ilmiah

merujuk pada: (1) adanya fakta, (2) sifat bebas prasangka, (3) sifat objektif, dan (4) adanya analisa. Selanjutnya secara sederhana pendekatan ilmiah merupakan suatu cara atau mekanisme untuk mendapatkan pengetahuan dengan prosedur yang didasarkan pada suatu metode ilmiah. Ada juga yang mengartikan pendekatan ilmiah sebagai mekanisme untuk memperoleh pengetahuan yang didasarkan pada struktur logis.

## **2. Langkah-Langkah Pembelajaran dengan Pendekatan Saintifik**

Tahapan-tahapan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan saintifik harus diperhatikan oleh guru. Tapi perlu diingat tidak semua materi harus dipaksakan menggunakan pendekatan saintifik secara lengkap. Semua disesuaikan dengan materi pelajaran yang akan diajarkan. Sebelum penerapan pembelajaran saintifik, alangkah baiknya guru menyiapkan anak didik secara psikis maupun fisik. Unsur persiapan memerankan hal yang penting untuk keberhasilan tujuan pembelajaran. Guru harus menjelaskan tujuan pembelajaran atau kompetensi dasar yang akan dicapai dan menyampaikan garis besar cakupan materi dan penjelasan tentang kegiatan yang akan dilakukan oleh anak didik.

Berikut ini adalah aplikatif dari pendekatan saintifik.

**Mengamati.** Tahap pertama proses pembelajaran dengan menggunakan pendekatan saintifik yang dilakukan oleh anak didik adalah mengamati. Pengamatan bisa melalui kegiatan melihat, menyimak, mendengar dan membaca. Guru memfasilitasi anak didik untuk melakukan pengamatan, melatih mereka untuk memperhatikan hal yang penting dari suatu objek. Lingkungan sekitar merupakan laboratorium nyata bagi anak didik.

**Menanya.** Setelah anak didik mengamati, guru memberikan kesempatan kepada anak didik untuk bertanya. Tahap kedua adalah menanya perlu dipahami yang bertanya disini bukanlah guru melainkan anak didik. Guru harus benar-benar membuka kesempatan kepada semua anak didik untuk bertanya. Dalam hal ini adalah melatih keaktifan anak didik. Selain itu juga untuk mengetahui sejauh mana pengetahuan dan rasa ingin tahu dari anak didik. Guru yang dianggap berhasil dalam pembelajaran adalah guru yang

mampu membuat anak didik yang awalnya tidak tertarik terhadap materi kemudian menjadi tertarik dan kemudian menyenangi pelajaran tersebut.

**Menalar.** Istilah “menalar” dalam kerangka proses pembelajaran dengan pendekatan ilmiah yang dianut dalam Kurikulum 2013 untuk menggambarkan bahwa guru dan anak didik merupakan pelaku aktif. Titik tekannya tentu dalam banyak hal dan situasi anak didik harus lebih aktif daripada guru. Penalaran adalah proses berpikir yang logis dan sistematis atas fakta-fakta empiris yang dapat diobservasi untuk memperoleh simpulan berupa pengetahuan. Penalaran dimaksud merupakan penalaran ilmiah, meski penalaran nonilmiah tidak selalu tidak bermanfaat.

**Mencoba/mengeksplorasi.** Eksplorasi adalah upaya awal membangun pengetahuan melalui peningkatan pemahaman atas suatu fenomena. Strategi yang digunakan adalah memperluas dan memperdalam pengetahuan yang menerapkan strategi belajar aktif. Pendekatan pembelajaran yang berkembang saat ini secara empirik telah melahirkan disiplin baru pada proses belajar. Tidak hanya berfokus pada apa yang dapat anak didik temukan, namun sampai pada bagaimana cara mengeksplorasi ilmu pengetahuan. Istilah yang populer untuk menggambarkan kegiatan ini adalah “explorative learning”.

**Jejaring Pembelajaran atau Pembelajaran Kolaboratif.** Pembelajaran kolaboratif merupakan suatu filsafat personal, lebih dari sekedar teknik pembelajaran di kelas-kelas sekolah. Kolaborasi esensinya merupakan filsafat interaksi dan gaya hidup manusia yang menempatkan dan memaknai kerjasama sebagai struktur interaksi yang dirancang secara baik dan disengaja untuk memudahkan usaha kolektif dalam rangka mencapai tujuan bersama.

Tantangan baru dinamika kehidupan yang makin kompleks menuntut aktivitas pembelajaran bukan sekedar mengulang fakta dan fenomena keseharian yang dapat diduga melainkan mampu menjangkau pada situasi baru yang tak terduga. Dengan dukungan kemajuan teknologi dan seni,

pembelajaran diharapkan mendorong kemampuan berpikir anak didik hingga situasi baru yang tak terduga.

Penguatan pendekatan saintifik dalam pembelajaran perlu menerapkan pembelajaran berbasis penyingkapan/penelitian (*discovery/inquiry learning*). Untuk mendorong kemampuan anak didik menghasilkan karya kontekstual, baik individual maupun kelompok maka sangat disarankan menggunakan pendekatan pembelajaran yang menghasilkan karya berbasis pemecahan masalah (*project based learning*). Selain itu juga bisa menggunakan pembelajaran kolaboratif kelas misalnya STAD, Jigsaw, *Group Investigation* dsb. Pembelajaran saintifik tidak hanya memandang hasil belajar sebagai muara akhir, namun proses pembelajaran dipandang sangat penting. Oleh karena itu pembelajaran saintifik menekankan pada keterampilan proses.

Peranan guru dalam kegiatan pembelajaran adalah sebagai fasilitator dan motivator. Guru memberikan fasilitas bagi anak didik untuk mampu merekonstruksi kemampuan yang telah dimiliki. Selain itu guru juga harus mampu memotivasi bagi anak didik untuk selalu aktif meraih prestasi. Dengan pendekatan saintifik diharapkan anak didik memiliki kemandirian dalam belajar. Ketergantungan pada guru harus semakin dikurangi. Karena anak didik belajar bukan untuk memintarkan guru, melainkan untuk diri mereka sendiri. Kemandirian dalam memecahkan masalah yang ada dan memberikan solusi merupakan bekal kecakapan hidup bagi anak didik. Setelah sekolah selesai anak didik diharapkan memiliki kemampuan sikap, keterampilan dan pengetahuan yang kuat dan mantap. Kalau semua berjalan sesuai dengan ketentuan, harapan Indonesia emas bukan hanya ada pada buaian semata.

#### **D. Aktivitas Pembelajaran**

##### **➤ Tugas Kelompok**

Bermain Peran (Role Playing)

Topik : Penerapan pendekatan saintifik Dalam proses pembelajaran

Petunjuk :

1. Bentuk kelompok dengan 5 anggota.

2. Buatlah skenario bermain peran sesuai dengan peran masing-masing dalam bentuk deskripsi singkat.
  - Guru
  - Siswa 1
  - Siswa 2
  - Siswa 3
  - Siswa 4
3. Jawablah pertanyaan berikut :
  - a. Apa penilaian guru terhadap proses pendekatan saintifik ?
  - b. Adakah kelemahannya?
  - c. Bagaimana solusinya?
  - d. Apa manfaat pendekatan saintifik pada siswa dan guru?

### **E. Latihan/Kasus/Tugas**

Berdasarkan bacaan di atas, jawablah pertanyaan berikut !

1. Bagaimanakah pemahaman Anda tentang pendekatan saintifik?
2. Jelaskan aplikatif dari pendekatan saintifik !
3. Bacalah Permendikbud nomor 103 tahun 2014, buatlah rangkuman tentang pendekatan saintifik yang dimaksud pada permendikbud tersebut !

### **F. Rangkuman**

Agar pembelajaran terus menerus membangkitkan kreativitas dan keingintahuan anak didik, kegiatan pembelajaran kompetensi dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

Menyajikan atau mengajak anak didik mengamati fakta atau fenomena baik secara langsung dan/ atau rekonstruksi sehingga anak didik mencari informasi, membaca, melihat, mendengar, atau menyimak fakta/fenomena tersebut. Memfasilitasi diskusi dan Tanya jawab dalam menemukan konsep, prinsip, hukum, dan teori. Mendorong anak didik aktif mencoba melalui kegiatan eksperimen. Memaksimalkan pemanfaatan teknologi dalam mengolah data, mengembangkan penalaran dan memprediksi fenomena. Dan Memberi kebebasan dan tantangan kreativitas dalam presentasi dengan aplikasi baru yang terduga sampai tak terduga.

## **G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

Mohon untuk mengisi pertanyaan ini berdasarkan materi yang sudah Anda pelajari, pada selembar kertas.

Nama :

Tanggal :

- Apa saja yang sudah saya lakukan berkaitan dengan materi ini?
- Bagaimanakah pikiran/perasaan saya tentang materi kegiatan belajar ini ?

## **H. Evaluasi**

1. Perendikbud nomor 103 tahun 2014, mengamatkan bahwa esensi dari proses pembelajaran adalah .....
  - a. Model pembelajaran berbasis masalah
  - b. Pendekatan saintifik
  - c. Model pembelajaran berbasis proyek
  - d. Model pembelajaran discovery
2. Penalaran melihat fenomena umum kemudian menarik kesimpulan yang spesifik, di sebut juga ...
  - a. Deduktif
  - b. Induktif
  - c. Logika
  - d. Intuisi
3. Pembelajaran yang mengadopsi langkah-langkah sains dalam membangun pengetahuan melalui metode ilmiah disebut ...
  - a. Pembelajaran tescher center
  - b. Pembelajaran student center
  - c. Pembelajaran inquiry
  - d. Pendekatan saintifik.
4. Pendekatan saintifik menekankan pada ...
  - a. Keterampilan proses.

- b. Output
  - c. Outcome
  - d. input
5. Penguatan pendekatan saintifik dalam pembelajaran dapat dilihat pada model pembelajaran berbasis ...
- a. masalah
  - b. proyek
  - c. Penemuan
  - d. a,b. dan c benar

#### **I. Kunci Jawaban**

- 1. B
- 2. A
- 3. D
- 4. A
- 5. D

### **KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : MODEL PEMBELAJARAN DENGAN PENDEKATAN SAINTIFIK**

#### **A. Tujuan Pembelajaran**

Setelah mengikuti kegiatan belajar ini, peserta diklat dapat menerapkan model pembelajaran saintifik ( Problem Based Learning, Proyek Based Learning, Discovery learning, dan Inquiry Learning), sesuai dengan tuntutan paket keahlian teknik pengolahan minyak, gas, dan petrokimia melalui ceramah, diskusi kelompok, brainstorming, dan penugasan mandiri.

#### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

Berbagai strategi/model Pembelajaran ( Problem Based Learning, Proyek Based Learning, Discovery learning, dan Inquiry Learning) dibedakan dengan tepat.

#### **C. Uraian materi**

## **1. Model Pembelajaran Problem Based Learning**

Problem based learning (Pembelajaran Berbasis Masalah) adalah suatu kegiatan pembelajaran yang berpusat pada masalah. Istilah berpusat berarti menjadi tema, unit, atau isi sebagai focus utama belajar. Menurut Resnick dan Gleser dalam Gredler (2004), masalah dapat diartikan sebagai suatu keadaan dimana seseorang melakukan tugasnya yang tidak diketahui sebelumnya. Masalah pada umumnya timbul karena adanya kebutuhan untuk memenuhi atau mendekatkan kesenjangan antara kondisi nyata dengan kondisi yang seharusnya.

Pemecahan masalah adalah suatu proses menemukan suatu respon yang tepat terhadap suatu situasi yang benar-benar unik dan baru bagi si pemecah masalah. Dalam pengembangan pembelajaran ini, pemecahan masalah didefinisikan sebagai proses atau upaya untuk mendapatkan suatu penyelesaian tugas atau situasi yang benar-benar sebagai masalah dengan menggunakan aturan-aturan yang sudah diketahui.

Pembelajaran berbasis masalah dapat diartikan sebagai rangkaian aktivitas pembelajaran yang menekankan kepada proses penyelesaian masalah yang dihadapi secara ilmiah. Terdapat tiga ciri utama dari pembelajaran berbasis masalah :

- Pembelajaran berbasis masalah merupakan aktivitas pembelajaran, artinya dalam implementasinya ada sejumlah kegiatan yang harus dilakukan siswa. Model ini tidak mengharapkan siswa hanya sekedar mendengarkan, mencatat, kemudian menghafal materi pelajaran, akan tetapi melalui pembelajaran berbasis masalah siswa aktif berpikir, berkomunikasi, mencari dan mengolah data, dan akhirnya menyimpulkan.
- Aktivitas pembelajaran diarahkan untuk menyelesaikan masalah. Model ini menempatkan masalah sebagai kata kunci dari proses pembelajaran.
- Pemecahan masalah dilakukan dengan menggunakan pendekatan berpikir secara ilmiah dengan menggunakan proses berpikir deduktif dan induktif. Proses berpikir ini dilakukan secara sistematis dan empiris. Sistematis artinya berpikir ilmiah melalui tahapan-tahapan tertentu, sedangkan empiris artinya proses penyelesaian masalah didasarkan pada data dan fakta yang jelas.

### - Teori Pembelajaran Berbasis Masalah

Beberapa Dukungan Teori Tentang Pembelajaran Berbasis Masalah Sebagai suatu model pembelajaran, maka pembelajaran berbasis masalah didasarkan oleh landasan yang kuat oleh berbagai ahli.

#### 1. John Dewey.

Pandangan Dewey tentang pendidikan melihat sekolah sebagai pencerminan masyarakat yang lebih besar dan kelas menjadi laboratorium untuk penyelidikan dan pengentasan masalah kehidupan nyata.

#### 2. Piaget, Vygotsky dan Konstruktivisme

Pembelajaran berbasis masalah meminjam pendapat Piaget bahwa apabila pelajar dilibatkan dalam proses mendapat informasi dan mengkonstruksi pengetahuannya sendiri, maka pembelajaran akan menjadi bermakna. Sementara Vygotsky yakin bahwa intelektual berkembang ketika individu menghadapi pengalaman baru dan membingungkan dan ketika mereka berusaha mengatasi deskripsi yang timbul oleh pengalaman-pengalaman ini. Menurut Vygotsky siswa memiliki dua tingkat perkembangan berbeda yaitu:

- Tingkat perkembangan actual, yang menentukan fungsi intelektual individu saat ini dan kemampuannya untuk mempelajari sendiri hal-hal tertentu.
- Tingkat perkembangan potensial yaitu yang dapat difungsikan atau dicapai oleh individu dengan bantuan orang lain, misalnya guru, orang tua atau bahkan teman sebaya yang lebih cerdas, maju dan berkembang.

#### 3. Bruner

Bruner berpendapat bahwa pada hakekatnya tujuan pembelajaran bukan hanya memperbesar dasar pengetahuan siswa, tetapi juga untuk menciptakan berbagai kemungkinan untuk *invention* (penciptaan) dan *discovery* (penemuan). Bruner menganggap sangat penting peran dialog dan interaksi social dalam proses pembelajaran. Berdasarkan dari konsep Bruner, maka seorang guru yang akan menggunakan pendekatan berbasis masalah harus menekankan pada beberapa hal berikut ini dalam proses pembelajarannya:

- Memberikan tekanan yang kuat untuk membangun keterlibatan aktif semua siswa dalam setiap langkah dan proses pembelajaran yang dilakukan .
- Mendorong siswa untuk mengkonstruksi pengetahuan oleh siswa sendiri tanpa dominasi oleh guru.

- Guru memberikan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa untuk di dalam dalam berbagai kegiatan penyelidikan hingga siswa sampai pada penemuan ide-ide dan mengkonstruksinya menjadi bangunan teori, paling tidak sampai pada pemahamannya yang mendalam tentang teori.
- Orentasi yang digunakan adalah induktif bukan orentasi deduktif.

Strategi pembelajaran dengan pemecahan masalah dapat diterapkan apabila guru memiliki beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Guru menginginkan agar siswa dapat mengingat materi pelajaran, menguasai bahan dan memahami secara penuh permasalahan yang akan dipelajari.
2. Guru menginginkan untuk mengembangkan keterampilan berfikir siswa, yaitu kemampuan menganalisis situasi, menerapkan pengetahuan yang mereka miliki dalam situasi baru, mengenal adanya perbedaan antara fakta dan pendapat, serta mengembangkan kemampuan dalam membuat judgment secara objektif.
3. Guru menginginkan kemampuan siswa untuk memecahkan masalah serta membuat tantangan intelektual siswa.
4. Guru memotivasi siswa untuk lebih bertanggung jawab dalam belajarnya.
5. Guru menginginkan agar siswa memahami hubungan antara apa yang dipelajari dengan kenyataan dalam kehidupannya (hubungan antara teori dengan kenyataan).

(Gordon, 2001.,Karjick, 2003; Slavin, Madden, Dolan & Wasik, 1994; Torp dan Sage, 2003) mendeskripsikan bahwa model pembelajaran berbasis masalah ini memiliki fitur-fitur sebagai berikut:

1. Pertanyaan atau masalah perangsang
2. Fokus interdisipliner
3. Investigasi autentik
4. Produksi artepak dan exhibit
5. Kolaborasi

Pembelajaran berbasis masalah dilakukan secara benar sesuai dengan prinsip dan karakteristik pembelajaran, maka ada beberapa dampak tidak langsung yang dapat diperoleh siswa setelah pembelajaran berbasis masalah diimplementasikan dalam proses pembelajaran dikelas, yaitu:

- a. Keterampilan melakukan penelitian/penyelidikan sebagai dasar pemecahan masalah secara ilmiah.

- b. Perilaku dan keterampilan sosial.
- c. Keterampilan belajar mandiri.

- **Hakikat masalah dalam model Problem based learning**

Strategi Pembelajaran Inkuiri dan Strategi Pembelajaran Berbasis Masalah memiliki perbedaan. Perbedaan tersebut terletak pada jenis masalah serta tujuan yang ingin dicapai. Masalah dalam pembelajaran inkuiri adalah masalah yang bersifat tertutup. Dalam inquiry, tugas guru pada dasarnya menggiring siswa melalui proses tanya jawab pada jawaban yang sebenarnya sudah pasti. Tujuan inquiry adalah menumbuhkan keyakinan dalam diri siswa tentang jawaban dari suatu masalah. Masalah dalam problem based learning adalah masalah yang bersifat terbuka. Tujuan problem based learning adalah kemampuan siswa untuk berfikir kritis, analitis, sistematis, dan logis untuk menemukan alternatif pemecahan masalah melalui eksplorasi data secara empiris dalam rangka menumbuhkan sikap ilmiah.

Hakikat masalah dalam problem based learning adalah kesenjangan antara situasi nyata dan kondisi yang diharapkan. Kesenjangan tersebut bisa dirasakan dari adanya keresahan, keluhan, kerisauan, atau kecemasan. Oleh karena itu, maka materi pelajaran tidak terbatas pada materi pelajaran yang bersumber dari buku saja, Tetapi dapat bersumber dari peristiwa-peristiwa tertentu sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Di bawah ini kriteria pemilihan bahan pelajaran dalam problem based learning.

1. Bahan pelajaran harus mengandung isu-isu yang mengandung konflik yang bisa bersumber dari berita; rekaman video dan yang lainnya.
2. Bahannya bersifat familiar dengan siswa, sehingga setiap siswa dapat mengikutinya dengan baik.
3. Bahan yang dipilih merupakan bahan yang berhubungan dengan kepentingan orang banyak (universal).
4. Bahan yang dipilih merupakan bahan yang mendukung tujuan atau kompetensi yang harus dimiliki oleh siswa sesuai kurikulum yang berlaku.
5. Bahan yang dipilih sesuai dengan minat siswa sehingga setiap siswa merasa perlu untuk mempelajarinya.

- **Tahapan-Tahapan Pembelajaran Problem Based Learning**

Banyak ahli yang menjelaskan bentuk peranan SPBM. Sanjaya (2008) yang mengutip pendapat John Dewey seorang ahli pendidikan berkebangsaan Amerika menjelaskan 6 langkah yang kemudian dia namakan metode pemecahan masalah (*problem solving*), yaitu :

1. Merumuskan masalah, yaitu langkah siswa menentukan masalah yang akan dipecahkan.
2. Menganalisis masalah, yaitu langkah siswa meninjau masalah secara dari berbagai sudut pandang.
3. Merumuskan hipotesis, yaitu langkah siswa merumuskan berbagai kemungkinan pemecahan sesuai dengan pengetahuan untuk memecahkan masalah.
4. Mengumpulkan data, yaitu langkah siswa mencari dan menggambarkan informasi yang diperlukan untuk pemecahan masalah.
5. Pengujian Hipotesis, yaitu langkah siswa mengambil dan merumuskan kesimpulan sesuai dengan penerimaan dan penolakan hipotesis yang diajukan.
6. Merumuskan rekomendasi pemecahan masalah, yaitu langkah siswa menggambarkan rekomendasi yang dapat dilakukan sesuai dengan rumusan.

David Johnson & Johnson mengemukakan ada 5 langkah melalui kegiatan kelompok, yaitu :

1. Mendefinisikan masalah, yaitu merumuskan masalah dari peristiwa tertentu yang mengandung isu konflik, hingga siswa menjadi jelas masalah apa yang akan dikaji
2. Mendiagnosis masalah, yaitu menentukan sebab-sebab terjadinya masalah, serta menganalisis berbagai faktor, dari baik faktor yang bisa menghambat maupun faktor yang dapat mendukung dalam penyelesaian masalah.
3. Merumuskan alternatif strategi, yaitu menguji setiap tindakan yang telah dirumuskan melalui diskusi kelas.
4. Menentukan dan menerapkan strategi pilihan, yaitu pengambilan keputusan tentang strategi mana yang dapat dilakukan.
5. Melakukan evaluasi, baik evaluasi proses maupun evaluasi hasil. Evaluasi proses adalah evaluasi terhadap seluruh kegiatan, sedangkan evaluasi hasil

Richard I. Arend (2008) mengemukakan langkah-langkah melaksanakan pembelajaran berbasis masalah sebagai berikut :

| Fase | Kegiatan                                               | Perilaku Guru                                                                                                                                                                                             |
|------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Memberikan orientasi tentang permasalahan kepada siswa | 1. Guru membahas tujuan pelajaran<br>2. Guru mendeskripsikan berbagai kebutuhan logistik<br>3. Guru memberikan motivasi kepada siswa untuk terlibat secara aktif dalam kegiatan pemecahan masalah.        |
| 2    | Mengorganisir siswa untuk meneliti                     | Guru membantu siswa untuk mendefinisikan dan mengorganisir tugas-tugas belajar yang terkait dengan permasalahannya.                                                                                       |
| 3    | Membantu investigasi mandiri dan kelompok              | Guru mendorong siswa mendapat informasi yang tepat, melaksanakan eksperimen dan memberi penjelasan dan solusi.                                                                                            |
| 4    | Mengembangkan dan mempresentasikan artefak dan exhibit | Guru membantu siswa dalam merencanakan dan menyiapkan artefak dan exhibit yang tepat seperti laporan, rekaman video dan model-model. Guru membantu siswa menyampaikan/mempresentasikan kepada orang lain. |
| 5    | Menganalisis dan mengevaluasi proses mengatasi masalah | Guru membantu siswa untuk melakukan refleksi terhadap investigasinya dan proses-proses yang mereka gunakan.                                                                                               |

Beberapa catatan khusus untuk setiap langkah tersebut di atas yang perlu mendapat perhatian dalam Implementasi pembelajaran berbasis masalah adalah sebagai berikut :

1. Pada saat guru menjelaskan tujuan pembelajaran, ada beberapa hal yang harus disadari oleh seorang guru. Tujuan yang diinginkan dalam pembelajaran berbasis masalah bukanlah untuk mempelajari sejumlah informasi baru tetapi menginvestigasi berbagai permasalahan penting untuk membangun/membuat siswa menjadi mandiri.

2. Pertanyaan atau permasalahan yang akan diinvestigasi, bukan masalah yang harus memerlukan “YA atau TIDAK”, tetapi permasalahan yang memerlukan jawaban dengan kemampuan berpikir yang lebih kompleks.
3. Mengorganisasikan siswa untuk meneliti. Dalam mengorganisir siswa baik dalam kelompok kecil maupun mandiri perlu diperhatikan dan diberikan orientasi yang jelas kepada siswa tentang permasalahan yang akan dibahas, hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan video pendek, berita dikoran dan sebagainya.
4. Pengumpulan dan investigasi. Pada fase kegiatan ini guru harus benar-benar mendorong siswa untuk aktif dalam mengumpulkan data dan informasi yang sebanyak-banyaknya tentang permasalahan yang sedang dibahas.

#### ➤ **Implementasi dan Evaluasi Pembelajaran Berbasis Masalah**

##### **a. Penataan Lingkungan Belajar Dalam Pembelajaran Berbasis Masalah**

Lingkungan belajar merupakan salah satu komponen yang harus mendapat perhatian guru dalam pembelajaran berbasis masalah, agar pembelajaran berlangsung lancar tanpa adanya distorsi. Ada beberapa hal yang akan diperhatikan dalam penataan lingkungan belajar sebagai berikut :

##### **1. Menangani situasi multitugas**

Pada kelas yang gurunya menggunakan pembelajaran berbasis masalah banyak tugas-tugas yang harus diselesaikan oleh siswa yang terjadi secara simultan. Untuk membuat pekerjaan kelas yang multi tugas ini bekerja secara efektif, maka guru sebaiknya memberikan bimbingan kepada siswa untuk :

- Bekerja secara mandiri dan bekerja bersama-sama.
- Guru hendaknya mengembangkan cuing sistem untuk memperingatkan siswa dan membantu mereka menjalani transisi dari satu tipe tugas ke tipe tugas belajar lainnya.
- Guru membuat chart dan jadwal tentang tugas-tugas yang harus dijadwalkan dan tenggang waktu penyelesaiannya masing-masing tugas tersebut.
- Guru memantau kemajuan masing-masing siswa atau kelompok siswa selama multitugas.

##### **2. Menyesuaikan dengan tingkat penyelesaian yang berbeda**

Salah satu masalah rutin yang dihadapi oleh guru-guru di berbagai tingkatan sekolah mulai dari tingkat terendah sampai pada perguruan tinggi pun juga terjadi adalah tingkat penyelesaian tugas yang berbeda. Untuk mengelola kondisi penyelesaian tugas seperti di atas, diperlukan kemampuan guru untuk mensiasati dengan beberapa kegiatan berikut ini :

- a. Buat aturan waktu yang tegas, prosedur tugas *downtime activities*.
- b. Untuk siswa yang menyelesaikan tugas lebih awal dan memiliki siswa waktu akan lebih banyak kalau diberikan bahan bacaan yang menarik untuk dibaca yang fungsinya sebagai pengayaan bahan ajar atau dapat juga diberikan bahan-bahan permainan edukatif.
- c. Memberikan tugas pengayaan kepada siswa yang lebih maju dengan memberikan masalah yang menantang untuk diuji cobakan di laboratorium, dengan demikian siswa akan lebih terasah kemampuan intelektualnya.
- d. Guru mendorong siswa yang lebih maju untuk membantu temannya yang belum selesai (tutor sebaya).

### 3. Memantau dan mengelola pekerjaan siswa

Seperti diketahui pembelajaran berbasis masalah adalah pembelajaran yang syarat dengan tugas-tugas (multitugas) dan harus diselesaikan siswa secara simultan, konsekuensinya maka pemantauan dan pengelolaan pekerjaan siswa menjadi suatu yang sangat krusial dalam strategi pembelajaran ini. Ada tiga hal pokok yang perlu dilakukan guru untuk menjamin pembelajaran berbasis masalah menjadi akuntabel yaitu :

- a) Persyaratan tugas untuk semua siswa harus dijelaskan secara tegas dan jelas serta rinci.
- b) Pekerjaan siswa harus dipantau dan umpan balik harus diberikan pada pekerjaan siswa yang sedang berjalan.
- c) Catatan perkembangan siswa yang harus dibuat.

### 4. Mengatur gerakan dan perilaku di luar kelas

Apabila guru menugaskan siswa menyelesaikan tugasnya untuk memecahkan permasalahan di laboratorium, maka guru sudah seharusnya memastikan bahwa siswanya memahami secara jelas apa dan bagaimana bekerja di laboratorium, di bengkel, atau di perpustakaan, maka pastikan siswa

mengerti bagaimana mencari bahan bacaan secara cepat dan tepat, bagaimana mengelola bahan bacaan, membuat catatan kecil yang mudah dan cepat dalam penggunaannya.

#### **b. Asesmen dan Evaluasi Dalam Pembelajaran Berbasis Masalah**

Pada dasarnya sistem evaluasi pada pembelajaran dengan menggunakan strategi lainnya dapat diterapkan pada pembelajaran berbasis masalah, yang harus disadari adalah bahwa evaluasi yang digunakan harus sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, artinya evaluasi harus dapat mengukur apa yang menjadi indikator keberhasilan belajar.

##### **- Pengukuran Pemahaman**

Pembelajaran berbasis masalah menjangkau ke luar pengembangan pengetahuan faktual tentang sebuah topik, yakni pengembangan pemahaman yang agak sophisticated tentang berbagai masalah dan dunia di sekitar siswa. Untuk mengukur pemahaman siswa tentang suatu topik dapat dibuat tes yang agak terbuka jawabannya, kepada siswa dalam bentuk karangan essei.

##### **- Mengases Potensi Belajar**

Tes performasi kebanyakan hanya mengukur pengetahuan dan keterampilan pada titik waktu tertentu, tetapi belum mengases potensi belajar atau kesiapan belajar siswa. Untuk itu tes kesiapan untuk membaca dan bidang perkembangan bahasa lainnya dapat digunakan, dan alat tes tersebut sudah banyak tersedia dan telah memiliki tingkat validitas dan reliabilitas yang tidak diragukan lagi.

#### **➤ Keunggulan dan Kelemahan Pembelajaran Berbasis Masalah**

##### **1. Keunggulan**

- a. Pemecahan masalah (*problem solving*) merupakan teknik yang cukup bagus untuk lebih memahami isi pelajaran.
- b. Pemecahan masalah (*problem solving*) dapat menantang kemampuan siswa serta memberikan kepuasan untuk menemukan pengetahuan baru bagi siswa.
- c. Pemecahan masalah (*problem solving*) dapat meningkatkan aktivitas pembelajaran siswa.

- d. Pemecahan masalah (*problem solving*) dapat membantu siswa bagaimana mentranfer pengetahuan mereka untuk memahami masalah dalam kehidupan nyata.
- e. Pemecahan masalah (*problem solving*) dapat membantu siswa untuk mengembangkan pengetahuan barunya dan bertanggung jawab dalam pembelajaran yang mereka lakukan.
- f. Melalui pemecahan masalah (*problem solving*) bisa memperlihatkan kepada siswa bahwa setiap mata pelajaran.
- g. Pemecahan masalah (*problem solving*) dianggap lebih menyenangkan dan disukai siswa.
- h. Pemecahan masalah (*problem solving*) dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk berpikir lebih kritis dan mengembangkan kemampuan mereka untuk menyesuaikan dengan pengetahuan.
- i. Pemecahan masalah (*problem solving*) dapat memberikan kesempatan pada siswa untuk mengaplikasikan pengetahuan yang mereka miliki dalam dunia nyata.
- j. Pemecahan masalah (*problem solving*) dapat mengembangkan minat siswa untuk secara terus-menerus belajar sekalipun belajar pada pendidikan formal telah berakhir.
- k. Strategi pembelajaran berbasis masalah dapat membentuk siswa untuk memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi, yang dibarengi dengan kemampuan inovatif dan sikap kreatif akan tumbuh dan berkembang.
- l. Dengan strategi pembelajaran berbasis masalah, kemandirian siswa dalam belajar akan mudah terbentuk, yang pada akhirnya akan menjadi kebiasaan dalam menyelesaikan berbagai permasalahan yang ditemuinya dalam aktivitas kehidupan nyata sehari-hari ditengah-tengah masyarakat.

## 2. Kelemahan

- a) Manakala siswa tidak memiliki minat atau tidak mempunyai kepercayaan bahwa masalah yang dipelajari sulit untuk dipecahkan, maka mereka akan merasa enggan untuk mencoba.
- b) Keberhasilan strategi pembelajaran melalui *problem solving* membutuhkan cukup waktu untuk persiapan dan pelaksanaannya.

- c) Tanpa pemahaman mengapa mereka berusaha untuk memecahkan masalah yang sedang dipelajari, maka mereka tidak akan belajar apa yang mereka ingin pelajari.

## **2. Model Pembelajaran Projek Based Learning**

Sesuai dengan ensiklopedia pendidikan bahwa yang dimaksud dengan proyek adalah suatu kesatuan tugas yang sesuai dengan kebutuhan siswa dan karenanya mendapat perhatiannya dan memaksanya untuk mengerjakannya dengan teratur, bersama-sama dengan kawan / rekannya (Soegarda, 2005). Sesungguhnya metode proyek tersebut diarahkan kepada kehidupan praktis yang sesuai dengan filsafat-filsafatnya, karena adanya hubungan yang erat antara pengetahuan dan masalah-masalah hidup praktis sehingga suatu ilmu pengetahuan tidak bisa lepas dari ilmu pengetahuan yang lain dan aspek-aspek kehidupan nyata. Bisa juga disebutkan bahwa dalam metode proyek ini memasukkan praktek hidup dalam sekolah, dan tiap kesibukan di sekolah harus sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan dalam kehidupan masyarakat. Jadi dalam tiap kesibukan harus ada unsur kemasyarakatannya. Tiap kesibukan mempunyai dua aspek yaitu teori dan praktek. Teori adalah pengetahuan dan pemikiran, sedangkan praktek adalah gerak, kedua hal tersebut harus berjalan bersama-sama.

Model pembelajaran berbasis proyek merupakan model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada guru untuk mengelola pembelajaran di kelas dengan melibatkan kerja proyek, menurut Thomas (dalam Wena, 2008). Pembelajaran berbasis proyek adalah sebuah model pembelajaran yang inovatif dan lebih menekankan pada belajar kontekstual melalui kegiatan-kegiatan yang kompleks (Wena, 2008). Fokus pembelajaran terletak pada prinsip dan konsep inti dari suatu disiplin ilmu, melibatkan siswa dalam investigasi pemecahan masalah dan kegiatan tugas-tugas bermakna yang lain, memberi kesempatan siswa bekerja secara otonom dalam mengkonstruksi pengetahuan mereka sendiri, dan mencapai puncaknya untuk menghasilkan produk nyata.

Pembelajaran berbasis proyek adalah suatu model pembelajaran yang melibatkan suatu proyek dalam proses pembelajaran. Proyek yang dikerjakan oleh siswa dapat berupa proyek perseorangan atau kelompok dan dilaksanakan dalam jangka waktu tertentu secara kolaboratif, menghasilkan sebuah produk, yang hasilnya kemudian akan ditampilkan atau dipresentasikan. Pelaksanaan proyek dilakukan secara kolaboratif dan inovatif, unik, yang berfokus pada pemecahan masalah yang berhubungan dengan kehidupan siswa. Pembelajaran berbasis proyek merupakan bagian dari metoda instruksional yang berpusat pada pebelajar. Artinya, strategi tersebut hanya membahas tentang bagaimana mengajarkan keterampilan dasar kejuruan. Jadi, strategi tersebut belum membahas tentang bagaimana mengajarkan keterampilan – keterampilan yang bersifat kompleks. Namun menurut Nolker & Schoenfeldt (2005) metode atau strategi mengajar ketrampilan dasar kejuruan seperti yang telah dibahas diatas selalu memiliki kelemahan, antara lain:

- Tidak sepenuhnya dapat membekali kemampuan atau ketrampilan guna menghadapi situasi kritis dalam profesi.
- Menyebabkan siswa bergantung pada pengajar.
- Merintang perkembangan kemampuan untuk bekerjasama
- Tidak mengetengahkan problem – problem kompleks yang jangkauannya melampaui batas – batas bidang profesi sendiri.

Definisi tersebut sejalan dengan uraian yang dipaparkan oleh Bell (2005) yaitu sebagai berikut :

a. *Project Based Learning is curriculum fueled and standards based.*

Model pembelajaran berbasis proyek merupakan model pembelajaran yang menghendaki adanya standar isi dalam kurikulumnya. Melalui Pembelajaran berbasis proyek, yang dimulai dengan memunculkan pertanyaan penuntun (aguiding question) dan membimbing peserta didik dalam sebuah proyek kolaboratif yang mengintegrasikan berbagai subjek (materi) dalam kurikulum.

b. *Project Based Learning asks a question or poses a problem that each student can answer.*

Pembelajaran berbasis proyek adalah model pembelajaran yang menuntut pengajar dan atau peserta didik mengembangkan pertanyaan penuntun (a guiding question). Mengingat bahwa masing-masing peserta didik memiliki gaya belajar yang berbeda, maka pembelajaran berbasis proyek memberikan kesempatan kepada para peserta didik untuk menggali konten (materi) dengan menggunakan berbagai cara yang bermakna bagi dirinya, dan melakukan eksperimen secara kolaboratif. Hal ini memungkinkan setiap peserta didik pada akhirnya mampu menjawab pertanyaan penuntun.

*c. Project Based Learning asks students to investigate issues and topics addressing real-world problems while integrating subjects across the curriculum.*

Pembelajaran berbasis proyek merupakan model pembelajaran yang menuntut peserta didik membuat “jembatan” yang menghubungkan antar berbagai subjek materi. Selain itu, pembelajaran berbasis proyek merupakan investigasi mendalam tentang sebuah topik dunia nyata.

*d. Project Based Learning is a models that fosters abstract, intellectual tasks to explore complex issues.*

Pembelajaran berbasis proyek merupakan model pembelajaran yang memperhatikan pemahaman peserta didik dalam melakukan eksplorasi, penilaian, interpretasi dan mensintesis informasi melalui cara yang bermakna. Pembelajaran berbasis proyek juga merupakan suatu model pembelajaran yang menyangkut pemusatan pertanyaan dan masalah yang bermakna, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, proses pencarian berbagai sumber, pemberian kesempatan kepada anggota untuk bekerja secara kolaborasi, dan menutup dengan presentasi produk nyata. Pembelajaran berbasis proyek ini tidak hanya mengkaji hubungan antara informasi teoritis dan praktek, tetapi juga memotivasi siswa untuk merefleksi apa yang mereka pelajari dalam pembelajaran dalam sebuah proyek nyata serta dapat meningkatkan kinerja ilmiah mereka Grant (2008).

Secara lebih rinci, model pembelajaran berbasis proyek mengikuti lima langkah utama (Santyasa, 2006), yaitu:

1. Menetapkan tema proyek :

Tema proyek hendaknya memenuhi indikator-indikator berikut:

- a. Memuat gagasan yang penting dan menarik
- b. Mendeskripsikan masalah kompleks
- c. Mengutamakan pemecahan masalah.

2. Menetapkan konteks belajar

Konteks belajar hendaknya memenuhi indikator-indikator berikut:

- a. Mengutamakan otonomi siswa
- b. Melakukan inquiry
- c. Siswa mampu mengelola waktu secara efektif dan efisien
- d. Siswa belajar penuh dengan kontrol diri dan bertanggung jawab

3. Merencanakan aktivitas

Pengalaman belajar terkait dengan merencanakan proyek adalah mencari sumber yang berkaitan dengan tema proyek.

4. Memproses aktivitas

Indikator-indikator memproses aktivitas meliputi antara lain:

- a. Membuat sketsa
- b. Melukiskan analisa rancangan proyek.

5. Penerapan aktivitas

- a. mengerjakan proyek berdasarkan sketsa
- b. membuat laporan terkait dengan proyek, dan
- c. mempresentasikan proyek

Kelima langkah tersebut mengandung interpretasi bahwa dalam mengerjakan proyek, siswa dapat berkolaborasi dan melakukan investigasi dalam kelompok kolaboratif antara 4-5 orang. Keterampilan-keterampilan yang dibutuhkan dan dikembangkan oleh siswa dalam tim adalah merencanakan, mengorganisasikan, negosiasi, dan membuat konsensus tentang tugas yang dikerjakan, siapa yang mengerjakan apa, dan bagaimana mengumpulkan informasi yang dibutuhkan dalam berinvestigasi. Keterampilan yang dibutuhkan dan yang akan dikembangkan oleh siswa merupakan keterampilan yang esensial sebagai landasan untuk keberhasilan proyek mereka. Keterampilan-keterampilan yang dikembangkan melalui kolaborasi dalam tim menyebabkan pembelajaran menjadi aktif, di mana setiap individu

memiliki keterampilan yang bervariasi sehingga setiap individu mencoba menunjukkan keterampilan yang mereka miliki dalam kerja tim mereka. Pembelajaran secara aktif dapat memimpin siswa ke arah peningkatan keterampilan dan kinerja ilmiah. Kinerja ilmiah tersebut mencakup prestasi akademis, mutu interaksi hubungan antar pribadi, rasa harga diri, persepsi dukungan sosial lebih besar, dan keselarasan antar para siswa.

Menurut Nolker & Schoenfeldt (2003) mengingat prinsip strategi proyek yang sangat khas, maka ada persyaratan tertentu yang harus dipenuhi agar strategi pembelajaran proyek dapat diterapkan, antara lain:

- a. Sasaran yang harus dicapai berupa penyelesaian suatu problem yang kompleks.
  - b. Para peserta proyek memiliki kebebasan seluas mungkin, untuk mengadakan penentuan mengenai subjek, perencanaan, pelaksanaan, serta penerapan proyek.
  - c. Dalam proyek, keputusan diambil berdasarkan konsensus.
  - d. Pengajar atau instruktur berintegrasi dalam kelompok proyek.
  - e. Diadakan pertalian antara teori dan praktik.
  - f. Diperlukan ketrampilan lebih dari satu bidang guna menyelesaikan problem yang ditimbulkan.
  - g. Pekerjaan proyek dibagi dalam kelompok – kelompok.
  - h. Sasaran proyek adalah menghasilkan sesuatu yang nyata dan berfaedah.
- Berpijak pada uraian diatas, maka dalam pelaksanaan pembelajaran praktik keterampilan kejuruan dengan strategis berbasis proyek, proyek kerja apa yang akan dibuat atau dikerjakan siswa harus sudah jelas. Selain itu bentuk proyek yang dirancang tersebut harus memberi kemungkinan bagi siswa untuk saling bekerja sama seoptimal mungkin antara sesama anggota kelompok.

Implikasi model pembelajaran berbasis proyek dalam proses belajar mengajar adalah pembelajaran berbasis proyek memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk merencanakan aktivitas belajar, melaksanakan proyek secara kolaboratif, dan pada akhirnya menghasilkan produk kerja yang dapat dipresentasikan kepada orang lain. Selain itu, dalam

pembelajaran berbasis proyek siswa menjadi terdorong lebih aktif beraktivitas dalam belajar sehingga dapat meningkatkan kinerja ilmiah siswa, sedangkan guru hanya sebagai fasilitator dan mengevaluasi proses dan produk hasil kinerja siswa meliputi outcome yang mampu ditampilkan dari hasil proyek yang dikerjakan.

Pembelajaran berbasis proyek yang berpusat pada pebelajar dan memberikan kesempatan kepada pebelajar untuk menyelidiki topik permasalahan, membuat pebelajar menjadi lebih otonomi sehingga mereka dapat membangun pengetahuan mereka sendiri serta pembelajaran menjadi lebih bermakna. Aplikasi model pembelajaran berbasis proyek ini mempunyai beberapa alasan, yaitu:

1. Menawarkan potensi produksi dan tindakan pengetahuan kolektif di dalam proyek sosial.
2. Dalam tradisi pendidikan masyarakat radikal, pengajaran merupakan underpinned oleh kepercayaan yang bermanfaat pada pengembangan pengetahuan yang melibatkan pengembangan pemikiran
3. Proses kerja kelompok yang saling mendukung dapat membuka berbagai peluang untuk kreativitas, karena para siswa mengadakan percobaan dengan penafsiran berpikir dan data berbeda untuk menyelesaikan permasalahan dalam proyek mereka yang dapat diterapkan untuk mengembangkan pembentukan masyarakat praktek Grant (2008).

- Tahapan Pembelajaran.

Sama seperti pembelajaran pada umumnya, strategi pembelajaran berbasis proyek terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu:

- a. Tahap perencanaan pembelajaran proyek.

Mengingat perencanaan strategi pembelajaran berbasis proyek harus disusun secara sistematis maka langkah – langkah perencanaan dirancang sebagai berikut:

1. Merumuskan tujuan pembelajaran atau proyek.
2. Menganalisis karakteristik siswa.
3. Merumuskan strategi pembelajaran.
4. Membuat lembar kerja.

5. Merancang kebutuhan sumber belajar.
6. Merancang alat evaluasi.
- b. Tahap pelaksanaan pembelajaran proyek. Agar proses pelaksanaan praktik kejuruan dengan menggunakan strategi pembelajaran berbasis proyek ini berjalan dengan baik, ada beberapa kegiatan yang dilakukan:
  1. Mempersiapkan sumber belajar yang disiapkan.
  2. Menjelaskan tugas proyek dan gambar kerja.
  3. Mengelompokkan siswa sesuai dengan tugas masing – masing.
  4. Mengerjakan proyek.
5. Tahap evaluasi pembelajaran proyek.

Tahap evaluasi merupakan tahap penting dalam pembelajaran berbasis proyek. Agar guru mengetahui sejauh mana tujuan pembelajaran praktik dapat tercapai. Penilaian melalui tugas dilakukan terhadap tugas yang dikerjakan siswa secara individu atau kelompok untuk periode tertentu. Tugas sering berkaitan dengan pengumpulan data/bahan, analisis data, penyajian data atau bahan, dan pembuatan laporan. Penilaian tugas dapat dilakukan terhadap proses selama pengerjaan tugas atau terhadap hasil tugas akhir. Dengan demikian guru dapat menetapkan hal – hal yang perlu dinilai. Pelaksanaan penilaian dapat menggunakan daftar cek (*checklist*) atau skala penilaian (*rating scale*).

Keberhasilan penerapan pembelajaran berbasis proyek pada siswa tergantung dari rancangan tahap pembelajaran. Tahap pelajaran yang dirancang harus dapat menggali penemuan-penemuan mereka sendiri. Peran pendidik dalam pembelajaran ini adalah sebagai mediator dan fasilitator, di mana dalam penerapan pembelajaran berbasis proyek, pendidik harus mampu memotivasi siswa untuk mengemukakan pendapat mereka dalam presentasi proyek secara demokratis.

### **3. Model Pembelajaran Discovery Learning**

#### **- Pengertian Pembelajaran Discovery Learning**

Penemuan (*discovery*) merupakan suatu model pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan pandangan konstruktivisme. Model ini menekankan

pentingnya pemahaman struktur atau ide-ide penting terhadap suatu disiplin ilmu, melalui keterlibatan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran.

Pengertian *discovery learning* menurut Jerome Bruner adalah metode belajar yang mendorong siswa untuk mengajukan pertanyaan dan menarik kesimpulan dari prinsip-prinsip umum praktis contoh pengalaman. Dan yang menjadi dasar ide J. Bruner ialah pendapat dari piaget yang menyatakan bahwa anak harus berperan secara aktif didalam belajar di kelas. Untuk itu Bruner memakai cara dengan apa yang disebutnya *discovery learning*, yaitu dimana murid mengorganisasikan bahan yang dipelajari dengan suatu bentuk akhir.

Menurut Bell (1978) belajar penemuan adalah belajar yang terjadi sebagai hasil dari siswa memanipulasi, membuat struktur dan mentransformasikan informasi sedemikian sehingga ia menemukan informasi baru. Dalam belajar penemuan, siswa dapat membuat perkiraan (*conjecture*), merumuskan suatu hipotesis dan menemukan kebenaran dengan menggunakan proses induktif atau proses deduktif, melakukan observasi dan membuat ekstrapolasi.

Pembelajaran penemuan merupakan salah satu model pembelajaran yang digunakan dalam pendekatan konstruktivis modern. Pada pembelajaran penemuan, siswa didorong untuk terutama belajar sendiri melalui keterlibatan aktif dengan konsep-konsep dan prinsip-prinsip. Guru mendorong siswa agar mempunyai pengalaman dan melakukan eksperimen dengan memungkinkan mereka menemukan prinsip-prinsip atau konsep-konsep bagi diri mereka sendiri.

Pembelajaran *Discovery learning* adalah model pembelajaran yang mengatur sedemikian rupa sehingga anak memperoleh pengetahuan yang belum diketahuinya itu tidak melalui pemberitahuan, sebagian atau seluruhnya ditemukan sendiri. Dalam pembelajaran *discovery learning*, mulai dari strategi sampai dengan jalan dan hasil penemuan ditentukan oleh siswa sendiri. Hal ini sejalan dengan pendapat Maier (Winddiharto:2004) yang menyatakan bahwa, apa yang ditemukan, jalan, atau proses semata – mata ditemukan oleh siswa sendiri.

Berdasarkan pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa pembelajaran *discovery learning* adalah suatu model untuk mengembangkan cara belajar siswa aktif dengan menemukan sendiri, menyelidiki sendiri, maka hasil yang diperoleh akan setia dan tahan lama dalam ingatan, tidak akan mudah dilupakan

siswa. Dengan belajar penemuan, anak juga bisa belajar berfikir analisis dan mencoba memecahkan sendiri problem yang dihadapi. Kebiasaan ini akan di transfer dalam kehidupan bermasyarakat.

#### - **Tujuan Pembelajaran Discovery Learning**

Bell (1978) mengemukakan beberapa tujuan spesifik dari pembelajaran dengan penemuan, yakni sebagai berikut:

- a. Dalam penemuan siswa memiliki kesempatan untuk terlibat secara aktif dalam pembelajaran. Kenyataan menunjukkan bahwa partisipasi banyak siswa dalam pembelajaran meningkat ketika penemuan digunakan.
- b. Melalui pembelajaran dengan penemuan, siswa belajar menemukan pola dalam situasi konkrit maupun abstrak, juga siswa banyak meramalkan (*extrapolate*) informasi tambahan yang diberikan.
- c. Siswa juga belajar merumuskan strategi tanya jawab yang tidak rancu dan menggunakan tanya jawab untuk memperoleh informasi yang bermanfaat dalam menemukan.
- d. Pembelajaran dengan penemuan membantu siswa membentuk cara kerja bersama yang efektif, saling membagi informasi, serta mendengar dan menggunakan ide-ide orang lain.
- e. Terdapat beberapa fakta yang menunjukkan bahwa keterampilan-keterampilan, konsep-konsep dan prinsip-prinsip yang dipelajari melalui penemuan lebih bermakna.
- f. Keterampilan yang dipelajari dalam situasi belajar penemuan dalam beberapa kasus, lebih mudah ditransfer untuk aktifitas baru dan diaplikasikan dalam situasi belajar yang baru.

#### - **Strategi-strategi dalam Pembelajaran Discovery Learning**

Dalam pembelajaran dengan penemuan dapat digunakan beberapa strategi, strategi-strategi yang dimaksud adalah sebagai berikut:

##### a) Strategi Induktif

Strategi ini terdiri dari dua bagian, yakni bagian data atau contoh khusus dan bagian generalisasi (kesimpulan). Data atau contoh khusus tidak dapat digunakan sebagai bukti, hanya merupakan jalan menuju kesimpulan. Mengambil kesimpulan (penemuan) dengan menggunakan strategi induktif ini selalu

mengandung resiko, apakah kesimpulan itu benar ataukah tidak. Karenanya kesimpulan yang ditemukan dengan strategi induktif sebaiknya selalu menggunakan perkataan “barangkali” atau “mungkin”.

#### b) Strategi deduktif

Dalam matematika metode deduktif memegang peranan penting dalam hal pembuktian. Karena matematika berisi argumentasi deduktif yang saling berkaitan, maka metode deduktif memegang peranan penting dalam pengajaran matematika. Dari konsep matematika yang bersifat umum yang sudah diketahui siswa sebelumnya, siswa dapat diarahkan untuk menemukan konsep-konsep lain yang belum ia ketahui sebelumnya. Sebagai contoh, untuk menentukan rumus luas lingkaran, siswa dapat diarahkan untuk membagi kertas berbentuk lingkaran menjadi  $n$  buah sector yang sama besar, kemudian menyusunnya sedemikian rupa sehingga berbentuk seperti persegi panjang dan rumus keliling lingkaran yang sudah diketahui sebelumnya, siswa akan dapat menemukan luas lingkaran.

#### - Peranan Guru dalam Pembelajaran Discovery Learning

Dahar (2005) mengemukakan beberapa peranan guru dalam pembelajaran dengan penemuan, yakni sebagai berikut:

- Merencanakan pelajaran sedemikian rupa sehingga pelajaran itu terpusat pada masalah-masalah yang tepat untuk diselidiki para siswa.
- Menyajikan materi pelajaran yang diperlukan sebagai dasar bagi para siswa untuk memecahkan masalah. Sudah seharusnya materi pelajaran itu dapat mengarah pada pemecahan masalah yang aktif dan belajar penemuan, misalnya dengan menggunakan fakta-fakta yang berlawanan.
- Guru juga harus memperhatikan cara penyajian yang enaktif, ikonik, dan simbolik.
- Bila siswa memecahkan masalah di laboratorium atau secara teoritis, guru hendaknya berperan sebagai seorang pembimbing atau tutor. Guru hendaknya jangan mengungkapkan terlebih dahulu prinsip atau aturan yang akan dipelajari, tetapi ia hendaknya memberikan saran-saran bilamana diperlukan. Sebagai tutor, guru sebaiknya memberikan umpan balik pada waktu yang tepat.

- Menilai hasil belajar merupakan suatu masalah dalam belajar penemuan. Secara garis besar tujuan belajar penemuan ialah mempelajari generalisasi-generalisasi dengan menemukan generalisasi-generalisasi itu.

#### - **Kelemahan dan Kelebihan Model Pembelajaran Discovery Learning**

##### a. Kelebihan discovery learning

- Dapat meningkatkan kemampuan siswa untuk memecahkan masalah (*problem solving*)
- Dapat meningkatkan motivasi
- Mendorong keterlibatan keaktifan siswa
- Siswa aktif dalam kegiatan belajar mengajar. Sebab ia berpikir dan menggunakan kemampuan untuk menemukan hasil akhir.
- Menimbulkan rasa puas bagi siswa. Kepuasan batin ini mendorong ingin melakukan penemuan lagi sehingga minat belajarnya meningkat
- Siswa akan dapat mentransfer pengetahuannya ke berbagai konteks.
- Melatih siswa belajar mandiri

##### b. Kekurangan discovery learning

- Guru merasa gagal mendeteksi masalah dan adanya kesalahan fahaman antara guru dengan siswa
- Menyita waktu banyak. Guru dituntut mengubah kebiasaan mengajar yang umumnya sebagai pemberi informasi menjadi fasilitator, motivator, dan pembimbing siswa dalam belajar. Untuk seorang guru ini bukan pekerjaan yang mudah karena itu guru memerlukan waktu yang banyak. Dan sering kali guru merasa belum puas kalau tidak banyak memberi motivasi dan membimbing siswa belajar dengan baik.
- Menyita pekerjaan guru.
- Tidak semua siswa mampu melakukan penemuan
- Tidak berlaku untuk semua topik .

#### ➤ **Aplikasi Pembelajaran Discovery Learning di Kelas**

##### a. Tahap Persiapan dalam Aplikasi Model Discovery Learning

Seorang guru, dalam mengaplikasikan metode discovery learning di kelas harus melakukan beberapa persiapan. Berikut ini tahap perencanaan menurut Bruner, yaitu:

- Menentukan tujuan pembelajaran.
- Melakukan identifikasi karakteristik siswa (kemampuan awal, minat, gaya belajar, dan sebagainya).
- Memilih materi pelajaran
- Menentukan topik-topik yang harus dipelajari siswa secara induktif (dari contoh-contoh generalisasi).
- Mengembangkan bahan-bahan belajar yang berupa contoh-contoh, ilustrasi, tugas dan sebagainya untuk dipelajari siswa.
- Mengatur topik-topik pelajaran dari yang sederhana ke kompleks, dari yang konkrit ke abstrak, atau dari tahap enaktif, ikonik sampai ke simbolik.
- Melakukan penilaian proses dan hasil belajar siswa (Suciati & Prasetya Irawan dalam Budiningsih, 2005).
- prosedur aplikasi discovery learning

Adapun menurut Syah (2004) dalam mengaplikasikan model Discovery Learning di kelas tahapan atau prosedur yang harus dilaksanakan dalam kegiatan belajar mengajar secara umum adalah sebagai berikut:

a. *Stimulation* (stimulasi/pemberian rangsangan).

Pertama-tama pada tahap ini pelajar dihadapkan pada sesuatu yang menimbulkan kebingungannya, kemudian dilanjutkan untuk tidak memberi generalisasi, agar timbul keinginan untuk menyelidiki sendiri (Taba dalam Affan, 1990). Tahap ini Guru bertanya dengan mengajukan persoalan, atau menyuruh anak didik membaca atau mendengarkan uraian yang memuat permasalahan. *Stimulation* pada tahap ini berfungsi untuk menyediakan kondisi interaksi belajar yang dapat mengembangkan dan membantu siswa dalam mengeksplorasi bahan. Dalam hal ini Bruner memberikan *stimulation* dengan menggunakan teknik bertanya yaitu dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang dapat menghadapkan siswa pada kondisi internal yang mendorong eksplorasi.

b. *Problem statement* (pernyataan/ identifikasi masalah).

Setelah dilakukan *stimulation* langkah selanjutnya adalah guru memberi kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin agenda-agenda masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian salah satunya dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban sementara atas pertanyaan masalah) (Syah 2004).

c. *Data collection* (pengumpulan data).

Ketika eksplorasi berlangsung guru juga memberi kesempatan kepada para siswa untuk mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang relevan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis (Syah, 2004). Pada tahap ini berfungsi untuk menjawab pertanyaan atau membuktikan benar tidak hipotesis, dengan demikian anak didik diberi kesempatan untuk mengumpulkan (*collection*) berbagai informasi yang relevan, membaca literatur, mengamati objek, wawancara dengan nara sumber, melakukan uji coba sendiri dan sebagainya (Djamarah, 2002).

d. *Data processing* (pengolahan data).

Menurut Syah (2004:244) *data processing* merupakan kegiatan mengolah data dan informasi yang telah diperoleh para siswa baik melalui wawancara, observasi, dan sebagainya, lalu ditafsirkan.

*Data processing* disebut juga dengan pengkodean *coding*/ kategorisasi yang berfungsi sebagai pembentukan konsep dan generalisasi. Dari generalisasi tersebut siswa akan mendapatkan pengetahuan baru tentang alternatif jawaban/ penyelesaian yang perlu mendapat pembuktian secara logis.

e. *Verification* (pentahkikan/pembuktian).

*Verification* menurut Bruner, bertujuan agar proses belajar akan berjalan dengan baik dan kreatif jika guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk menemukan suatu konsep, teori, aturan atau pemahaman melalui contoh-contoh yang ia jumpai dalam kehidupannya (Budiningsih, 2005:41).

f. *Generalization* (menarik kesimpulan/generalisasi)

Tahap *generalitation*/ menarik kesimpulan adalah proses menarik sebuah kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama, dengan memperhatikan hasil verifikasi (Syah, 2004). Atau tahap dimana berdasarkan hasil verifikasi tadi, anak didik belajar menarik kesimpulan atau generalisasi tertentu (Djamarah, 2002). Akhirnya dirumuskannya dengan kata-kata prinsip-prinsip yang mendasari generalisasi (Junimar Affan, 1990).

## 4. Model Pembelajaran Inquiry Learning

### a. Definisi

Salah satu model pembelajaran yang menjadi andalan dalam pembelajaran sains adalah inkuiri. Pembelajaran berbasis inkuiri (*inquiry-based instruction*) adalah pembelajaran yang menggunakan langkah-langkah ilmiah sebagai skenario pembelajaran. Dalam model pembelajaran ini menguasai konsep pengetahuan melalui upaya menjawab pertanyaan melalui proses eksplorasi, pengolahan data dan menyusun kesimpulan.

Inkuiri (*Inquiry*) didefinisikan sebagai sebuah pencarian kebenaran, informasi/ pengetahuan, atau pencarian informasi dengan cara mempertanyakan dan melakukan upaya menjawab pertanyaan dimaksud. Alfred Novak (Haury, 1993) mendefinisikan bahwa inkuiri merupakan usaha manusia untuk menjelaskan secara rasional fenomena-fenomena yang memancing rasa ingin tahu. Dengan kata lain, inkuiri berkaitan dengan aktivitas dan keterampilan aktif pencarian pengetahuan untuk memuaskan rasa ingin tahu (Haury, 1993).

Pada dasarnya inkuiri adalah perilaku yang melekat erat pada sifat manusia. Setiap orang melakukan proses inkuiri sejak ia lahir sampai meninggal. Hal itu sangat nyata meskipun tidak menyadarinya. Seorang bayi misalnya, melakukan inkuiri ketika mengenali wajah yang mendekat, memegang objek, meletakkan benda di mulut, dan menoleh ke arah suara. Demikian juga pada anak-anak. Dalam benak mereka selalu timbul pertanyaan dan diikuti oleh upaya untuk menjawabnya. Ketika seorang anak umur 4 tahun melihat sebuah mainan maka ia ingin sekali mengetahui seperti apa mainan tersebut dan selalu ingin membongkarnya sebagai upaya mengetahuinya. Tidak heran kalau pada usia tersebut mainan jarang awet. Seiring meningkatnya usia anak, semakin banyak pula pertanyaan mengenai fenomena yang ditemui dalam keseharian. Sayangnya ketika anak tumbuh lebih besar upaya untuk menjawab pertanyaan terhambat dengan kekhawatiran dan keterbatasan. Ketika seorang siswa usia 12 tahun ingin tahu mengapa televisi dapat menayangkan gambar hidup, mereka terbentur oleh keterbatasan kemampuan dan sarana untuk mengetahuinya. Ketika hal ini sering terjadi maka kemampuan melakukan inkuiri pada anak-anak kurang berkembang hingga dewasa. Dengan alasan itulah maka inkuiri harus dijadikan model utama khususnya dalam pembelajaran sains.

Melalui model inquiri siswa dilatih untuk menerapkan proses ilmiah. Mereka harus mengambil kesimpulan sendiri berdasarkan hasil olah data yang diperolehnya. Dalam model ini siswa dilatih untuk memahami sesuatu secara mendalam dengan cara menemukannya sendiri. Dengan menemukan sendiri siswa tidak sekedar belajar untuk mengingat melainkan memahaminya.

Menurut *National Science Education Standards* (Sebuah Standar Pendidikan Sain di Amerika) *inquiry instruction* adalah sebuah pembelajaran yang melibatkan siswa dalam sebuah kegiatan mempertanyakan, analisis data, dan berpikir kritis. Siswa semua tingkatan mendapatkan kesempatan untuk berlatih penelitian untuk mengembangkan kemampuan berpikir dan berperilaku ilmiah termasuk didalamnya mengajukan pertanyaan, merencanakan dan melakukan penelitian, menggunakan alat dan teknik pengumpul data, berpikir kritis, berpikir logis mengenai hubungan antar bukti dan penejelasan, membangun dan menganalisis penjelasan serta mengkomunikasikan argumen secara ilmiah.

Model pembelajaran Inquiri merupakan sebuah kegiatan belajar dimana siswa menjawab pertanyaan penelitian melalui metode ilmiah. Kegiatan inquiri yang paling otentik adalah ketika siswa menjawab pertanyaan yang diajukan sendiri melalui analisis data yang dikumpulkannya sendiri secara independent. Meskipun begitu masih tergolong inquiri ketika kegiatan berbentuk menjawab pertanyaan dan mengolah data yang telah tersedia, sepanjang siswa tetap melakukan analisis dan merumuskan kesimpulan secara mandiri. Jadi ciri utama pembelajaran inquiri adalah pada kegiatan analisis data yang diperoleh melalui kegiatan eksplorasi.

#### **b. Ciri model pembelajaran inquiri**

Model inquiri mengarah ke pembelajaran yang menggunakan materi ajar sebagai sebuah kendaraan untuk membangun kemampuan ilmiah. Model inquiri bersifat *student centered* dan guru bertindak sebagai fasilitator belajar. Model ini menekankan kepada *how we come to know* (bagaimana cara mengetahuinya); bukan kepada *what we know* (apa yang harus diketahui). Dalam model ini siswa terlibat dalam mengkonstruksi pengetahuan melalui keterlibatan dalam belajar.

Randy L. Bell, Lara Smetana dan Ian Binns (Haury, 2003), menegaskan bahwa pertanyaan pertama yang harus diajukan untuk menentukan bahwa

sebuah pembelajaran dapat digolongkan inquiri atau tidak adalah: Apakah siswa menjawab pertanyaan penelitian melalui proses analisis data? Kalau jawabannya “ya” berarti kegiatan dapat digolongkan pembelajaran berbasis inquiri. Kalau tidak maka belum dapat digolongkan pembelajaran berbasis inquiri. Pembelajaran dalam bentuk kegiatan penelitian yang hanya berbentuk kajian pustaka atau brosing informasi melalui internet belum dapat dikatakan pembelajaran berbasis inquiri. Dalam pembelajaran tersebut siswa hanya mengumpulkan informasi namun tidak melakukan analisis data untuk menjawab pertanyaan yang diajukan.

Beberapa ciri dari model pembelajaran inquiri dapat dilihat dalam rincian berikut:

- Siswa berpandangan bahwa dirinya sebagai pebelajar .Mereka menampilkan sikap semangat, berupaya untuk bekerja sama baik dengan guru maupun dengan teman, lebih percaya diri dalam belajar, menampilkan kehendak untuk memperbaharui ide dan berani mengambil risiko dan selalu skeptis.
- Siswa selalu menerima inovasi dalam belajar dan memiliki keinginan untuk selalu terlibat dalam proses eksplorasi. Siswa selalu bergerak, menggunakan bahan dan materi yang tersedia, selalu berdialog dengan orang lain, serta selalu mencoba ide berbeda.
- Siswa mengajukan pertanyaan, mengusulkan penjelasan dan menggunakan teknik pengamatan kritis untuk mengumpulkan fakta, menyambungkan ide satu dengan lainnya.
- Siswa merancang rencana dan melaksanakan kegiatan belajar. Mereka merancang prosedur untuk menguji ide dengan cara menggunakan bahan-bahan, mengobservasi, mengumpulkan data, mengolah data, memutuskan mana yang penting dan mana yang tidak, melihat persamaan dan perbedaan dan menyusun kesimpulan.
- Siswa berkomunikasi menggunakan berbagai metode. Mereka menyatakan ide melalui berbagai cara termasuk jurnal, gambar, laporan, grafik dan lainnya. Mereka mendengarkan, berbicara dan menuliskan pproses dan hasil belajar dengan orang tua, guru, teman dan menggunakan bahasa yang sesuai dengan disiplin ilmu yang dipelajari.
- Siswa mengkritisi cara belajar dengan cara mengenali dan mendiskusikan kekuatan dan kekurangan serta melakukan refleksi bersama guru dan teman.

### c. Jenis Inquiri

Menurut Herron (2005), ada empat tingkatan inquiri. Tingkatan ini didasarkan kepada intensitas belajar yang dialami oleh siswa. Keempat tingkatan dimaksud adalah sebagai berikut:

1. *Confirmation/Verification*– siswa menegaskan prinsip melalui kegiatan yang telah ditentukan. Tingkatan ini dilakukan ketika prinsip yang harus dipelajari akan dilanjutkan kemudian di tingkat berikutnya.
2. *Structured Inquiry*– siswa melakukan penelitian menggunakan prosedur yang ditentukan guru untuk menjawab pertanyaan penelitian yang telah disediakan.
3. *Guided Inquiry*- siswa melakukan penelitian menggunakan prosedur yang dirancang sendiri untuk menjawab pertanyaan yang telah disediakan guru.
4. *Open Inquiry*– siswa merumuskan sendiri pertanyaan penelitian dan merancang prosedur sendiri untuk menjawabnya.

Penjelasan di atas dapat dinyatakan dalam tabel *What is given to the learner* sebagai berikut:

| Tingkat Inquiri | Pertanyaan | Prosedur | Hasil |
|-----------------|------------|----------|-------|
| 0               | X          | X        | x     |
| 1               | X          | X        | -     |
| 2               | X          | -        | -     |
| 3               | -          | -        | -     |

### D. Aktivitas Pembelajaran

Mensimulasikan model pembelajaran problem base learning, project base learning, discovery learning dan inquiry learning.

Petunjuk :

1. Bentuk 4 kelompok, masing-masing terdiri dari 5 anggota.
2. Kelompok 1 : mensimulasikan model pembelajaran berbasis masalah
3. Kelompok 2 : mensimulasikan model pembelajaran berbasis proyek
4. Kelompok 3 : mensimulasikan model pembelajaran discovery learning
5. Kelompok 4 : mensimulasikan model pembelajaran inquiry

## E. Latihan/Kasus/Tugas

Untuk membantu Anda memahami materi pada bagian ini, silahkan jawab pertanyaan berikut :

1. Jelaskan hal-hal apa yang harus dipertimbangkan guru dalam menerapkan model pembelajaran berbasis masalah.
2. Jelaskan dampak tidak langsung yang dapat diperoleh siswa setelah pembelajaran berbasis proyek diimplementasikan dalam proses pembelajaran.
3. Bagaimanakah perbedaan tahapan-tahapan pembelajaran berbasis masalah dengan pembelajaran berbasis proyek?
4. Jelaskan tujuan pembelajaran *discovery learning*!
5. Jelaskan strategi yang dipakai dalam pembelajaran *discovery learning*!
6. Bagaimanakah peranan guru dalam pembelajaran *discovery learning*?
7. Bagaimanakah ciri-ciri pembelajaran *inquiry*?
8. Jelaskanlah tingkatan *inquiry* menurut Herron!
9. Bagaimanakah perbedaan model pembelajaran *inquiry* dengan *Problem based learning*?
10. Bagaimanakah tahapan-tahapan yang dilakukan dalam menerapkan model pembelajaran *discovery learning*?

## F. Rangkuman

- Pembelajaran berbasis proyek / tugas adalah sebuah metode penyajian bahan pembelajaran yang diberikan oleh guru kepada peserta didik berupa seperangkat tugas yang harus dikerjakan peserta didik, baik secara individual maupun secara kelompok.
- Pembelajaran *discovery learning* (penemuan) merupakan salah satu model pembelajaran yang digunakan dalam pendekatan konstruktivisme. Pada pembelajaran penemuan, siswa didorong untuk terutama belajar sendiri melalui keterlibatan aktif dengan konsep-konsep dan prinsip-prinsip. Guru mendorong siswa agar mempunyai pengalaman dan melakukan eksperimen dengan memungkinkan mereka menemukan prinsip-prinsip atau konsep-konsep bagi diri mereka sendiri.

- Problem based learning (Pembelajaran Berbasis Masalah) adalah suatu kegiatan pembelajaran yang berpusat pada masalah. Istilah berpusat berarti menjadi tema, unit, atau isi sebagai focus utama belajar.
- Model pembelajaran Inquiri merupakan sebuah kegiatan belajar dimana siswa menjawab pertanyaan penelitian melalui metode ilmiah. Kegiatan inquiri yang paling otentik adalah ketika siswa menjawab pertanyaan yang diajukan sendiri melalui analisis data yang dikumpulkannya sendiri secara independent.

### **G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

Mohon untuk mengisi pertanyaan dibawah ini berdasarkan mataeri yang sudah Anda pelajari.

1. Apa saja yang telah Anda lakukan berkaitan dengan materi kegiatan belajar ini?
2. Bagaimana pikiran/perasaan Anda tentang materi kegiatan ini?
3. Apa saja yang Anda telah lakukan yang ada hubungannya dengan materi kegiatan ini tetapi belum ditulis di materi ini?
4. Materi apa yang ingin Anda tambahkan?
5. Bagaimana kelebihan dan kekurangan materi-materi kegiatan ini?
6. Manfaat apa saja yang Anda dapatkan dari materi kegiatan ini?
7. Berapa persen kira-kira materi kegiatan ini dapat Anda kuasai?
8. Apa yang akan Anda lakukan?

### **H. Evaluasi**

Pilihlah jawaban yang benar menurut Anda

1. Rangkaian aktivitas pembelajaran yang menekankan kepada proses penyelesaian masalah yang dihadapi secara ilmiah disebut ...
  - a. Kontekstual
  - b. Penemuan
  - c. Masalah
  - d. Proyek
2. Dalam proses pembelajaran berbasis masalah, yang menjadi kata kunci adalah ...
  - a. Menempatkan masalah
  - b. Menyelesaikan masalah

- c. Penggunaan proses berpikir deduktif
  - d. Penggunaan proses berpikir induktif
3. Model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada guru untuk mengelola pembelajaran di kelas dengan melibatkan kerja proyek di sebut...
- a. Masalah
  - b. Penemuan
  - c. Investigasi
  - d. Projekt
4. Salah satu langkah utama mdel pembelajaran berbasis proyek menurut Santyasa adalah merencanakan aktivitas. Pengalaman belajar yang terkait dengan merencanakan proyek adalah ...
- a. Mencari sumber yang berkaitan dengan tema project
  - b. Mengelola waktu dengan tepat
  - c. Melukiskan analisa rancangan proyek
  - d. Mendeskripsikan masalah kompleks
5. Keberhasilan penerapan pembelajaran berbasis proyek pada siswa tergantung dari ...
- a. Tahap pelaksanaan
  - b. Mengelompokkan siswa sesuai dengan tugas masing-masing
  - c. Rancangan tahap pembelajaran
  - d. Tahap evaluasi pembelajaran
6. Penemuan (discovery) merupakan suatu model pebelajaran yang dikembangkan berdasarkan pandangan ...
7. Discovery learning adalah metode belajar yang mendorong siswa untuk mengajukan pertanyaan dan menarik kesimpulan dari prinsip-prinsip umum praktis. Pemahaman ini dikemukakan oleh ...
- a. Jaroe Bruner
  - b. John Dewey
  - c. Piaget
  - d. Vygotsky

8. Model pembelajaran yang menguasai konsep pengetahuan melalui upaya menjawab pertanyaan dengan proses eksplorasi, pengolahan data, dan menyusun kesimpulan adalah ...
- a. Masalah
  - b. Inquiry
  - c. Discovery
  - d. Project
9. Siswa melakukan penelitian menggunakan prosedur yang dirancang sendiri untuk menjawab pertanyaan yang telah disediakan guru. Pernyataan ini menunjukkan kegiatan model pembelajaran inquiry pada tingkatan ...
- a. Open inquiry
  - b. Structured inquiry
  - c. Confirmation/verification
  - d. guided inquiry
10. Yang termasuk tahap perencanaan pada model pembelajaran discovery learning meneurut Bruner adalah ...
- a. Memilih materi ajar
  - b. Menentukan tujuan pembelajaran
  - c. Melakukan identifikasi karakteristik siswa
  - d. a,b, dan c benar

#### **I. Kunci Jawaban**

- 1. C
- 2. A
- 3. D
- 4. A
- 5. C
- 6. C
- 7. A
- 8. B
- 9. D
- 10. A

## **KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 : METODE DAN TEKNIK PEMBELAJARAN**

### **A. Tujuan Pembelajaran**

Setelah mengikuti kegiatan belajar ini, peserta diklat dapat menerapkan metode dan teknik pembelajaran sesuai dengan karakteristik paket keahlian teknik pengolahan minyak, gas, dan petrokimia melalui ceramah, diskusi kelompok, brainstorming, dan penugasan mandiri.

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Berbagai metoda dan teknik pembelajaran dijelaskan dengan benar
2. Berbagai metoda dan teknik pembelajaran diterapkan sesuai dengan tujuan pembelajaran.

### **C. Uraian materi**

#### **J. Metode Pembelajaran**

Metode berasal dari Bahasa Yunani “Methodos” yang berarti cara atau jalan yang ditempuh. Sehubungan dengan upaya ilmiah, maka metode menyangkut masalah cara kerja untuk dapat memahami objek yang menjadi sasaran ilmu yang bersangkutan. Fungsi metode berarti sebagai alat untuk mencapai tujuan. Pengetahuan tentang metode-metode mengajar sangat diperlukan oleh para pendidik, sebab berhasil atau tidaknya siswa belajar sangat bergantung pada tepat atau tidaknya metode mengajar yang digunakan oleh guru. Jadi Metode Pembelajaran adalah ilmu yang mempelajari cara-cara untuk melakukan aktivitas yang tersistem dari sebuah lingkungan yang terdiri dari pendidik dan peserta didik untuk saling berinteraksi dalam melakukan suatu kegiatan sehingga proses belajar berjalan dengan baik dalam arti tujuan pengajaran tercapai.

Tidak ada satu metode pun yang dianggap paling baik diantara metode-metode yang lain karena setiap metode mempunyai karakteristik tertentu dengan segala kelebihan dan kelemahan masing-masing. Suatu metode mungkin baik untuk suatu tujuan tertentu, pokok bahasan maupun situasi dan kondisi tertentu,

tetapi mungkin tidak tepat untuk situasi yang lain. Demikian pula suatu metode yang dianggap baik untuk suatu pokok bahasan yang disampaikan oleh guru tertentu, kadang-kadang belum tentu berhasil dibawakan oleh guru lain. Adakalanya seorang guru perlu menggunakan beberapa metode dalam menyampaikan suatu pokok bahasan tertentu. Dengan variasi beberapa metode, penyajian pengajaran menjadi lebih hidup. Misalnya pada awal pengajaran, guru memberikan suatu uraian dengan metode ceramah, kemudian menggunakan contoh-contoh melalui peragaan dan diakhiri dengan diskusi atau tanya-jawab. Di sini bukan hanya guru yang aktif berbicara, melainkan siswa pun terdorong untuk berpartisipasi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan metode pembelajaran :

- a. Pengajar (Pengetahuan yang dikuasai, pengalaman mengajar, dan personalitas).
- b. Siswa (Tingkat kemampuan, latar belakang, umur, dan pengalaman lingkungan sosial budaya).
- c. Tujuan yang akan dicapai (bila tujuan yang akan dicapai lebih dari satu maka dapat ditentukan dengan kombinasi berbagai macam metode.).
- d. Materi (bahan ajar) dengan karakteristik yang berbeda.
- e. Waktu (Persiapan mengajar).
- f. Keadaan dan fasilitas yang tersedia di kelas atau sekolah.
- g. Jumlah subyek belajar.

#### ➤ Alasan Menentukan Metode

Metode pembelajaran adalah bagian utuh ( terpadu, integral ) dari proses pendidikan pengajaran. Metode ialah cara guru menjelaskan suatu pokok bahasan (tema, pokok masalah) sebagai bagian kurikulum dalam upaya mencapai sasaran tujuan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran dan kerjasama guru dan siswa dalam mencapai sasaran dan tujuan pembelajaran melalui cara atau metode, yang pada hakekatnya ialah jalan mencapai sasaran dan tujuan pembelajaran. Jadi, alasan atau nalar guru memilih dan menetapkan suatu metode dalam kegiatan pembelajaran adalah :

- a. Metode ini sesuai dengan pokok bahasan, dalam rangka lebih menjadi mencapai sasaran dan tujuan pembelajaran.

- b. Metode ini menjadi kegiatan siswa dalam belajar dan meningkatkan motivasi atau semangat belajar.
- c. Metode ini memperjelas dasar, kerangka, isi dan tujuan dari pokok bahasan sehingga pemahaman siswa makin jelas.
- d. Metode dipilih guru dengan azas diatas berdasarkan pertimbangan praktis, rasional dikuatkan oleh kiat dan pengalaman guru mengajar.
- e. Metode yang berdaya guna, belum tentu tunggal, jadi suatu metode dapat digunakan secara kombinasi ( sintesis terpadu ) dan dilengkapi dengan media tertentu, bahkan multi-media. Dasar pertimbangan ialah sasaran dan tujuan pembelajaran.

➤ **Jenis-Jenis Metode Pembelajaran**

1. **Metode diskusi**, adalah metode pembelajaran yang menghadapkan siswa pada suatu permasalahan. Tujuan utama metode ini adalah untuk memecahkan suatu permasalahan, menjawab pertanyaan, menambah dan memahami pengetahuan siswa, serta untuk membuat suatu keputusan. Metode diskusi bisa dilakukan dalam beberapa jenis, yaitu diskusi kelas, diskusi kelompok kecil, simposium, diskusi panel.
2. **Metode simulasi**, yaitu cara penyajian pengalaman belajar dengan menggunakan situasi tiruan untuk memahami konsep, prinsip, atau keterampilan tertentu. Simulasi dapat digunakan sebagai metode mengajar dengan asumsi tidak semua proses pembelajaran dapat dilakukan secara langsung pada objek yang sebenarnya. Jenis-jenis simulasi adalah:
  - *sosiodrama*, yaitu metode pembelajaran bermain peran untuk memecahkan masalah-masalah yang berkaitan dengan fenomena sosial;
  - *psikodrama*, yaitu metode pembelajaran dengan bermain peran yang bertitik tolak dari permasalahan-permasalahan psikologis;
  - *role playing*, yaitu metode pembelajaran bermain peran sebagai bagian dari simulasi yang di arah kan untuk rekreasi peristiwa sejarah, peristiwa aktual, atau kejadian-kejadian yang mungkin muncul pada masa yang akan datang (Sanjaya, 2006).

3. **Metode belajar sambil bermain**, yaitu metode belajar yang mengadopsi berbagai permainan. Baik permainan yang sudah ada, maupun yang dibuat sendiri untuk menciptakan suasana belajar yang menarik dan menyenangkan yang mengolah berbagai ranah psikologis siswa, baik kognitif, afektif, maupun psikomotor untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.

4. **Metode Demonstrasi**

Metode demonstrasi adalah suatu cara mengajar dengan mempertunjukkan cara kerja suatu benda. Benda itu dapat berupa benda sebenarnya atau suatu model. Hal-hal lain yang dapat dipertunjukkan adalah cara menggunakan alat atau serangkaian percobaan. Dalam metode ini, antara lain dapat dikembangkan kemampuan siswa untuk mengamati, menggolongkan, menarik kesimpulan, menerapkan konsep, prinsip atau prosedur dan mengkomunikasikannya kepada siswa-siswa lain. Demonstrasi dapat dilakukan oleh guru atau siswa yang sudah dilatih sebelumnya. Metode ini dapat disatukan dengan metode eksperimen

5. **Metode Proyek**

Metode proyek merupakan suatu cara memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengamati, membaca, meneliti, menghubungkan dan mengembangkan sebanyak mungkin pengetahuan yang telah diperoleh dari berbagai mata pelajaran. Metode proyek membahas suatu tema atau unit pelajaran. Kemudian siswa diminta untuk membuat laporan dari tugas yang diberikan kepadanya dalam bentuk makalah. Melalui metode ini diharapkan siswa dapat dilatih baik secara individual maupun kelompok untuk menelaah suatu materi pelajaran dengan wawasan yang lebih luas memantapkan pengetahuan yang telah diperoleh, meningkatkan penghargaan terhadap lingkungan, memahami dan berupaya memecahkan masalah yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari, serta menyalurkan minat yang memungkinkan baik dilihat dari segi waktu atau bahan pelajaran dari berbagai mata pelajaran.

6. **Metode Pembelajaran Terprogram**

Metode ini menggunakan bahan pengajaran yang disiapkan secara khusus. Isi pengajaran di dalamnya harus dipecah menjadi langkah-langkah kecil, diurut secara cermat, diarahkan untuk mengurangi kesalahan, dan

diikuti dengan umpan baliksegera.Siswa mendapat kebebasan untuk belajar menurut kecepatan masing masing.

7. Metode Simposium

Metode ini adalah metode yang memaparkan suatu seri pembicara dalam berbagai kelompok topik dalam bidang materi tertentu.Materi-materi tersebut disampaikan olehahli dalam bidangnya, setelah itu peserta dapat menyampaikan pertanyaan dansebagainaya kepada pembicara.Sebuah simposium hampir menyerupai panel, karena simposium harus pula terdiri daribeberapa pembicara, sedikitnya dua orang. Tetapi simposium berbeda dengan panel didalam cara pembahasan persoalan. Sifatnya lebih formal.Seorang anggota simposiumter lebih dahulu menyiapkan pembicaraannya menurut satu titik pandangan tertentu. Terhadap sebuah persoalan yang sama diadakan pembahasan dari berbagai sudutpandangan dan disoroti dari titik tolak yang berbeda-beda.Bentuk pola lain metode simposium dapat dikelompokkan pada sejumlah aspek, dan setiap aspek disoroti tersendiri dan khusus, tidak perlu dari berbagai sudut pandangan.Bagian prasana menyiapkan tulisan yang dibagi-bagikan kepada peserta dan diadakan sanggahan dari ahli tertentu yang disebut penyanggah utama.Pendengar dapat memberi pandangan umum dan pertanyaan sesudah penyanggah utama.

8. Metode Latihan bersama Teman

Metode ini memanfaatkan siswa yang telah lulus atau telah berhasil untuk melatih temannya dan ia bertindak sebagai pelatih dan pembimbing (asisten guru). Metode yang dipakai terserah kepada siswa pembimbing tersebut.

9. Metode Eksperimen

Metode eksperimen merupakan salah satu cara mengajar dimana seorang siswa diajak untuk beruji coba atau mengadakan pengamatan kemudian hasil pengamatan itu disampaikan dikelas dan di evaluasi oleh guru.

10. Metode Karya Wisata

Metode karya wisata merupakan tehnik mengajar yang dilaksanakan dengan mengajak siswa kesuatu tempat atau obyek tertentu diluar sekolah untuk mempelajari atau menyelidiki sesuatu.

## 11. Metode Ceramah

Metode ceramah ialah cara mengajar yang paling tradisional dan telah lama dijalankan dalam sejarah pendidikan, yaitu dimana seorang guru menularkan pengetahuannya kepada siswa secara lisan atau ceramah.

Metode ceramah adalah : memberikan uraian atau penjelasan kepada sejumlah murid pada waktu dan tempat tertentu. Dengan kata lain teknik ini adalah sebuah teknik mengajar dengan menyampaikan informasi dan pengetahuan secara lisan kepada sejumlah siswa yang pada umumnya mengikuti secara pasif. Teknik ini disebut juga dengan teknik kuliah atau teknik pidato.

### ➤ Teknik Pembelajaran

Menurut Kamus Besar bahasa Indonesia (2005) teknik adalah metode atau sistem mengerjakan sesuatu, cara membuat atau seni melakukan sesuatu. Gerlach dan Ely (Hamzah B Uno, 2009) mengartikan teknik sebagai jalan, alat, atau media yang digunakan oleh guru untuk mengarahkan kegiatan peserta didik kearah tujuan yang ingin dicapai. Teknik secara harfiah juga diartikan sebagai cara yang dilakukan seseorang dalam mengaplikasikan dan mempraktikkan suatu metode.

Istilah teknik dalam pembelajaran didefinisikan dengan cara-cara dan alat yang digunakan oleh guru dalam rangka mencapai suatu tujuan, langsung dalam pelaksanaan pelajaran pada waktu itu. Menurut Radhi al-Hafidh, teknik dalam pembelajaran, bersifat implementasional saat proses belajar berlangsung untuk mencapai sasarannya.

Teknik dalam pembelajaran, merupakan penjelasan dan penjabaran suatu metode pembelajaran, maka sudah barang tentu bahwa kutipan definisi teknik tersebut di atas perlu dilengkapi dengan pijakan pada metode tertentu. Teknik dalam pembelajaran bersifat taktis, dan cenderung bernuansa siasat. Sudrajat (2008) menjelaskan teknik pembelajaran sebagai cara yang dilakukan pengajar dalam menerapkan metode pembelajaran tertentu.

### ➤ Macam-macam Teknik Pembelajaran

Terdapat beberapa pembagian jenis teknik pembelajaran, diantaranya:

- a. Menurut Femilla, Macam-macam teknik pembelajaran meliputi teknik syarahan, Teknik perbincangan, Teknik projek, Teknik penyelesaian masalah, Teknik dapatan, Teknik permainan, Teknik kooperatif.
- b. Menurut shintiaminandar, jenis teknik pembelajaran terbagi dua, yaitu: Teknik Pembelajaran Teknik Umum (Teknik Umum Mengajar) adalah cara-cara yang dapat digunakan untuk semua bidang studi; dan Teknik Khusus (Teknik Khusus Pengajaran Matapelajaran Tertentu) adalah cara mengajarkan (menyajikan atau memantapkan) bahan- bahan pelajaran *bidang studi tertentu*.

Dengan mengetahui pengertian dan jenis teknik pembelajaran di atas, diharapkan dapat membantu pengajar dalam memilih teknik pembelajaran yang tepat ketika hendak menggunakan suatu metode pembelajaran tertentu terhadap keadaan spesifik yang dihadapi selama proses pembelajaran.

Teknik pembelajaran merupakan cara guru menyampaikan bahan ajar yang telah disusun (dalam metode), berdasarkan pendekatan yang dianut. Teknik yang digunakan oleh guru bergantung pada kemampuan guru itu mencari akal atau siasat agar proses belajar mengajar dapat berjalan lancar dan berhasil dengan baik. Dalam menentukan teknik pembelajaran ini, guru perlu mempertimbangkan situasi kelas, lingkungan, kondisi siswa, sifat-sifat siswa, dan kondisi-kondisi yang lain. Dengan demikian, teknik pembelajaran yang digunakan oleh guru dapat bervariasi sekali. Untuk metode yang sama dapat digunakan teknik pembelajaran yang berbeda-beda, bergantung pada berbagai faktor tersebut.

Dari uraian di atas dapat dikatakan bahwa teknik pembelajaran adalah siasat yang dilakukan oleh guru dalam pelaksanaan kegiatan belajar mengajar untuk memperoleh hasil yang optimal. Teknik pembelajaran ditentukan berdasarkan metode yang digunakan, dan metode disusun berdasarkan pendekatan yang dianut. Dengan kata lain, pendekatan menjadi dasar penentuan teknik pembelajaran. Dari suatu pendekatan dapat diterapkan teknik pembelajaran yang berbeda-beda pula.

## **D. Aktivitas Pembelajaran**

### **➤ Diskusi Kelompok**

Anda di minta untuk berkelompok anggotanya 3-4 orang. Setiap anggota dalam kelompok, diminta mengemukakan ide sebanyak-banyaknya mengenai istilah-istilah berikut : pendekatan pembelajaran, strategi pembelajaran, model pembelajaran, metode pembelajaran, dan Teknik Pembelajaran, disertai dengan contoh kegiatan yang sistematis, sehingga akan terlihat perbedaan diantara istilah-istilah tersebut.

## **E. Latihan/Kasus/Tugas**

Untuk menyempurnakan pemahaman Anda pada kegiatan belajar ini, maka jawablah pertanyaan berikut ini.

1. Jelaskan perbedaan metode pembelajaran dengan teknik pembelajaran !
2. Jelaskan jenis –jenis metode dan teknik pembelajaran !

## **F. Rangkuman**

- Metode pembelajaran ialah rencana pembelajaran , yang mencakup pemilihan, penentuan, dan penyusunan secara sistematis bahan yang akan diajarkan, serta kemungkinan pengadaan remedi dan bagaimana pengembangannya. Pemilihan, penentuan, dan penyusunan bahan ajar secara sistematis dimaksudkan agar bahan ajar tersebut mudah diserap dan dikuasai oleh siswa. Semuanya itu didasarkan pada pendekatan yang dianut. Melihat hal itu, jelas bahwa suatu metode ditentukan berdasarkan pendekatan yang dianut; dengan kata lain, pendekatan merupakan dasar penentu metode yang digunakan.
- Teknik pembelajaran merupakan cara guru menyampaikan bahan ajar yang telah disusun (dalam metode), berdasarkan pendekatan yang dianut. Teknik yang digunakan oleh guru bergantung pada kemampuan guru itu mencari akal atau siasat agar proses belajar mengajar dapat berjalan lancar dan berhasil dengan baik. Dalam menentukan teknik pembelajaran ini, guru perlu mempertimbangkan situasi kelas, lingkungan, kondisi siswa, sifat-sifat siswa, dan kondisi-kondisi yang lain. Dengan demikian, teknik pembelajaran yang digunakan oleh guru dapat bervariasi sekali. Untuk

metode yang samadapat digunakan teknik pembelajaran yang berbeda-beda, bergantung pada berbagai faktor tersebut.

### **A. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

Mohon untuk merenungkan kelebihan dan kekurangan materi kegiatan belajar 3 ini. Jika ada kekurangannya, bagaimana Anda mengatasi kekurangannya? Bagaimana pemahaman Anda terhadap materi ini? Jika sudah menguasai, bagaimana pemanfaatan materi ini untuk meningkatkan kompetensi pedagogik Anda? Jika belum menguasai, bagaimana upaya Anda selanjutnya?

### **B. Evaluasi**

1. Ilmu yang mempelajari cara-cara untuk melakukan aktivitas yang tersistem dari sebuah lingkungan yang terdiri dari pendidik dan peserta didik untuk saling berinteraksi dalam melakukan suatu kegiatan untuk mencapai tujuan di sebut ...
  - a. Metode pembelajaran
  - b. Pendekatan pembelajaran
  - c. Strategi Pembelajaran
  - d. Teknik Pembelajaran
2. Faktor-faktor yang empengaruhi pemilihan metode pembelajaran adalah ...
  - a. Pengajar, siswa, materi, tujuan yang akan di capai
  - b. Siswa, pengajar, kurikulum dan materi
  - c. Siswa, materi, kurikulum, dan tujuan pembelaajaran
  - d. Kurikulum, siswa, tujuan yang akan dicapai.
3. Metode pembelajaran yang bertujuan untuk memecahkan suatu permasalahan, menjawab pertanyaan, menambah dan emahai pengetahuan siswa, serta untuk membuat suatu keputusan di sebut ...
  - a. Simulasi
  - b. Role Play
  - c. Ceramah
  - d. Diskusi

4. Cara penyajian pengalaman belajar dengan menggunakan situasi tiruan untuk memahami konsep, prinsip atau keterampilan tertentu merupakan metode ...
  - a. Ceramah
  - b. Simulasi
  - c. Role Play
  - d. Belajar sambil Bermain
5. Metode demonstrasi dapat disatukan dengan metode ...
  - a. Role Play
  - b. Simulasi
  - c. Eksperimen
  - d. Proyek
6. Suatu cara yang dilakukan guru dalam menerapkan metode pembelajaran tertentu di sebut ...
  - a. Teknik
  - b. Taktik
  - c. Model
  - d. Strategi
7. Menurut Femilla, jenis –jenis teknik pebelajaran meliputi ...
  - a. Teknik Umum dan teknik syarahan
  - b. Teknis Khusus dan teknik perbincangan
  - c. Teknik Umum dan Teknik Khusus
  - d. Teknik syarahan dan Teknik Perbincangan
8. Teknik Pembelajaran ditentukan berdasarkan ...
9. Metode Pembelajaran di susun berdasarkan ...
  - a. Model
  - b. Pendekatan yang dianut
  - c. Strategi
  - d. Teknik
10. Cara mengajar yang paling tradisional, dan telah lama dijalankan dalam sejarah pendidikan, dimana seorang guru menularkan pengetahuannya kepada siswa secra lisan adalah metode ...
  - a. Karya wisata
  - b. Demonstrasi
  - c. Ceramah
  - d. Project

### C. Kunci Jawaban

- |      |       |
|------|-------|
| 1. A | 6. A  |
| 2. A | 7. D  |
| 3. D | 8. C  |
| 4. B | 9. B  |
| 5. C | 10. C |

## **BAB III**

### **KOMPETENSI PROFESIONAL**

#### **A. Tujuan**

1. Peserta diklat diharapkan bisa dapat mengetahui macam macam peralatan sensor yang digunakan (Thermocouple, Depiser, Tube bordon, Displasher, floater) dalam proses pengolahan migas
2. Peserta diklat diharapkan bisa dapat Mengidentitifikasi tentang macam - macam peralatan sensor yang digunakan untuk mengambil besaran yang diukur
3. Peserta diklat diharapkan bisa dapat mengetahui hubungan macam - macam peralatan sensor yang digunakan untuk mengambil besaran yang diukur.
4. Peserta diklat diharapkan bisa memahami macam-macam turbin flow meter (Mechanical turbin flow meter dan Electric turbin flow meter)
5. Peserta diklat diharapkan bisa mamahami dalam melakukan perhitungan rugi tekanan (pressure drop) kecil

#### **B. Indikator Pencapaian Materi**

1. Mengamati macam macam peralatan sensor yang digunakan (Thermocouple, Depiser, Tube bordon, Displasher, floater)
2. Mengidentitifikasi tentang macam - macam peralatan sensor yang digunakan untuk mengambil besaran yang diukur
3. Menentukan hubungan macam - macam peralatan sensor yang digunakan untuk mengambil besaran yang diukur.
4. Menentukan macam-macam turbin flow meter (Mechanical turbin flow meter dan Electric turbin flow meter)
5. Melaksanakan perhitungan rugi tekanan (pressure drop) kecil

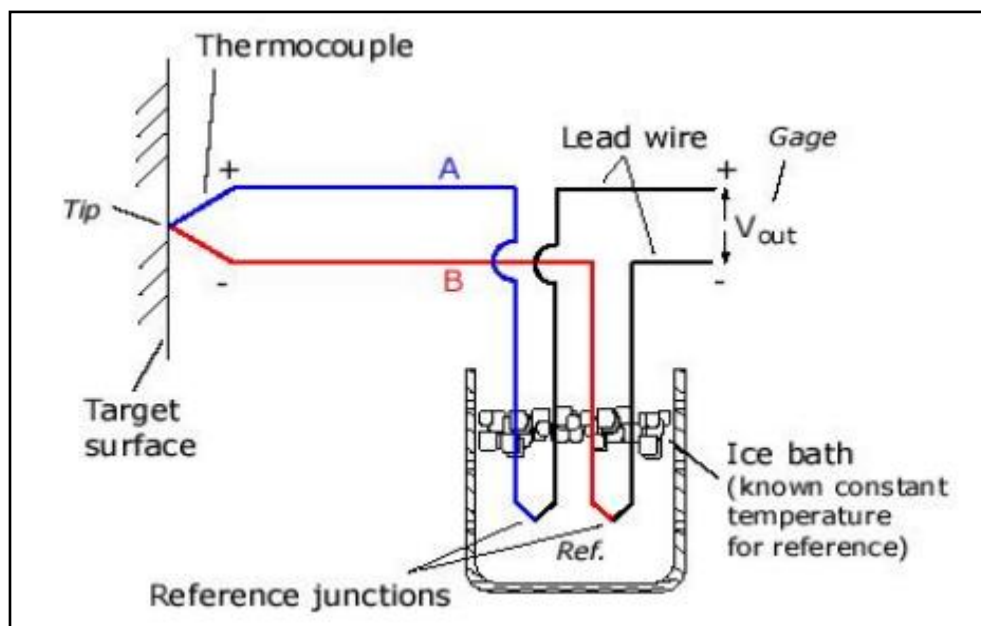
## C. Uraian Materi

### 1. Sensor Thermocouple

#### 1.1. Teori Thermocouple

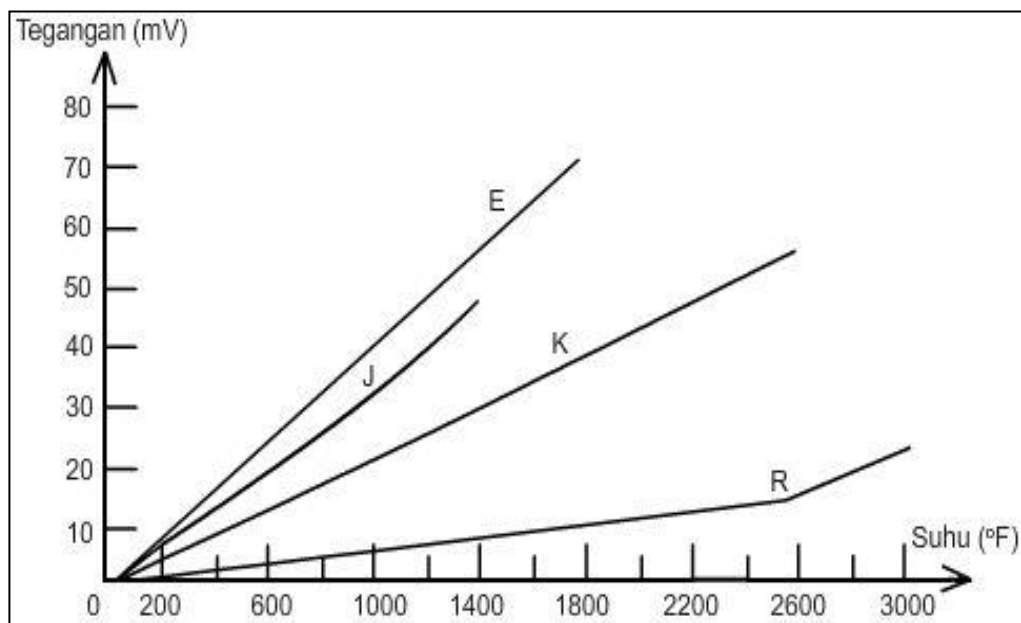
Pada tahun 1821 ahli fisika Germany, Estonian Thomas Johann Seebeck menemukan bahwa suatu konduktor apapun (misalnya metal) akan menghasilkan suatu tegangan (voltage) ketika diberikan gradien thermal. Peristiwa ini dikenal sebagai efek Seebeck atau efek termoelektrik. Thermocouple adalah suatu sensor temperatur termoelektrik yang terdiri dari dua kawat logam yang berlainan (misalnya chromel dan constantan) dengan penggabungannya pada probe tip (measurement junction) dan reference junction (temperature yang diketahui).

Perbedaan temperatur antara probe tip dan reference junction dideteksi dengan mengukur perubahan tegangan voltage (electromotive force, EMF) pada reference junction. Pembacaan absolute temperature kemudian bisa diperoleh dengan kombinasi informasi dari temperatur acuan yang diketahui dengan perbedaan temperature antara probe tip dengan reference. Typical Rangkaian Thermocouple ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Typical Rangkaian Thermocouple

Komponen konduktor pada thermocouple selain dapat di dirangkai secara seri juga dapat dirangkai secara paralel sesuai dengan kebutuhan yang ada. Jika dirangkai secara seri, maka nilai tegangan total adalah jumlah dari keseluruhan tegangan yang dibangkitkan oleh masing-masing pasangan konduktor. Sedangkan jika disusun secara paralel, dan dengan syarat tiap-tiap pasangan konduktor memiliki nilai tahanan yang sama, maka besar tegangan total yang dibangkitkan adalah nilai rata-rata dari tegangan yang dibangkitkan oleh masing-masing konduktor seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.2. Kemampuan thermocouple untuk dirangkai secara seri maupun paralel ini bermanfaat pada saat dibutuhkannya pengukuran temperatur dengan rentan yang kecil serta ketelitian yang tinggi.

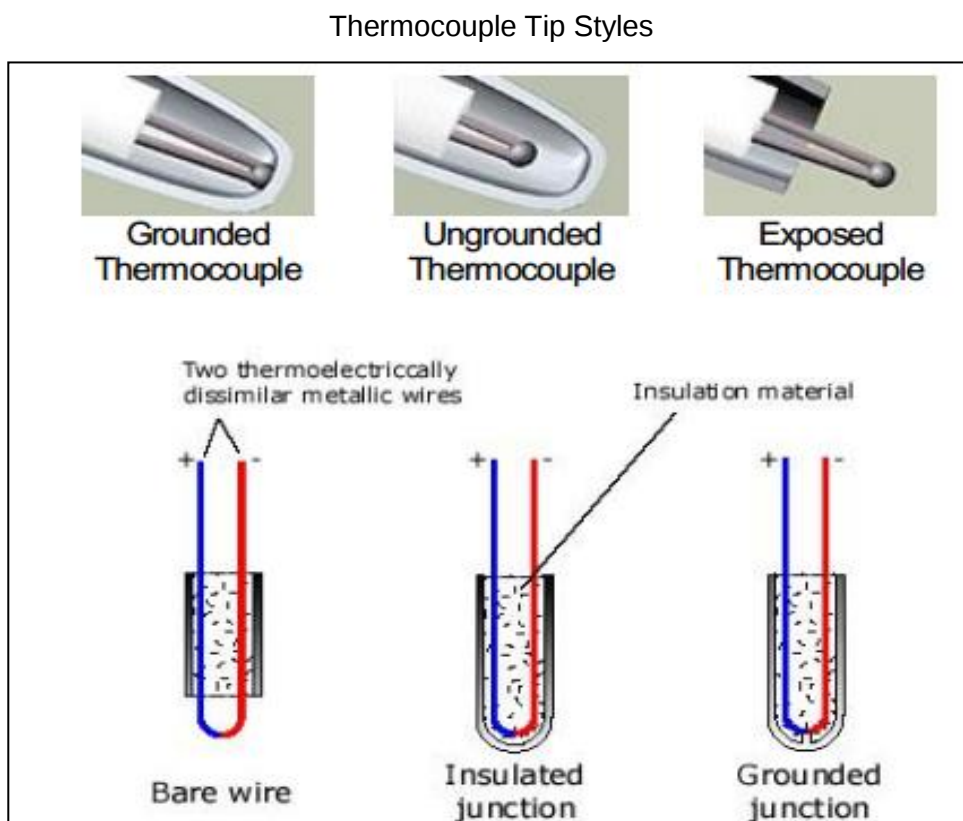


Gambar. 3.2. Grafik Tegangan versus suhu pada beberapa Kombinasi Logam Konduktor

Setiap kombinasi konduktor yang digunakan pada thermocouple menentukan rentan temperatur yang dapat dibaca oleh thermocouple tersebut. Penentuan material konduktor yang cocok pada rentan temperatur kerja tertentu sangat dipengaruhi oleh ketahanan material tersebut terhadap proses oksidasi yang terjadi pada temperatur kerja yang diinginkan. Sedangkan keawetannya

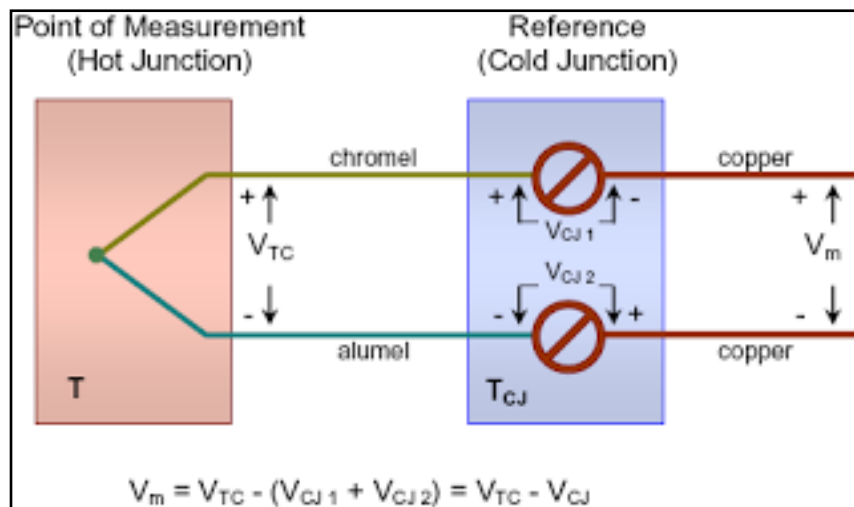
dipengaruhi oleh ukuran kawat yang digunakan, jenis osilator yang digunakan, serta kondisi lingkungan kerjanya.

Beberapa jenis-jenis sambungan thermocouple yang umum digunakan ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Typical Sambungan Thermocouple

Thermocouple adalah sensor suhu, thermocouple sering digunakan untuk industri pengolahan minyak atau baja. Thermocouple adalah transduser suhu aktif yang tersusun dari dua buah logam berbeda dengan titik pembacaan pada pertemuan kedua logam dan titik yang lain sebagai outputnya. Thermocouple merupakan salah satu sensor yang paling umum digunakan untuk mengukur suhu karena relatif murah namun akurat . Thermocouple dapat beroperasi pada suhu panas maupun dingin. Konstruksi Thermocouple dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Konstruksi thermocouple

Pada kondisi level noise yang tinggi, Sensor suhu termokopel memiliki nilai output yang kecil, agar nilai output tersebut dapat dibaca Thermocouple memerlukan pengkondisi sinyal.

### 1.3. Tipe -Tipe Termokopel

Tersedia beberapa jenis termokopel, tergantung aplikasi penggunaannya, yaitu :

- a. Tipe K (Chromel (Ni-Cr alloy) / Alumel (Ni-Al alloy)

Termokopel untuk tujuan umum. Lebih murah. Tersedia untuk rentang suhu  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  hingga  $+1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

- b. Tipe E (Chromel / Constantan (Cu-Ni alloy))

Tipe E memiliki output yang besar ( $68\text{ }\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ ) membuatnya cocok digunakan pada temperatur rendah, tipe E adalah tipe non magnetik.

- c. Tipe J (Iron / Constantan)

Rentangya terbatas ( $-40$  hingga  $+750\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) membuatnya kurang populer dibanding tipe K

d. Tipe J memiliki sensitivitas sekitar  $\sim 52 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$

e. Tipe N (Nicrosil (Ni-Cr-Si alloy) / Nisil (Ni-Si alloy))

Stabil dan tahan yang tinggi terhadap oksidasi membuat tipe N cocok untuk pengukuran suhu yang tinggi tanpa platinum. Dapat mengukur suhu di atas  $1200^\circ\text{C}$ . Sensitivitasnya sekitar  $39 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$  pada  $900^\circ\text{C}$ , sedikit di bawah tipe K. Tipe N merupakan perbaikan tipe K

f. Termokopel tipe B, R, dan S adalah termokopel logam mulia yang memiliki karakteristik yang hampir sama. Mereka adalah termokopel yang paling stabil, tetapi karena sensitivitasnya rendah (sekitar  $10 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ) mereka biasanya hanya digunakan untuk mengukur temperatur tinggi ( $>300^\circ\text{C}$ ).

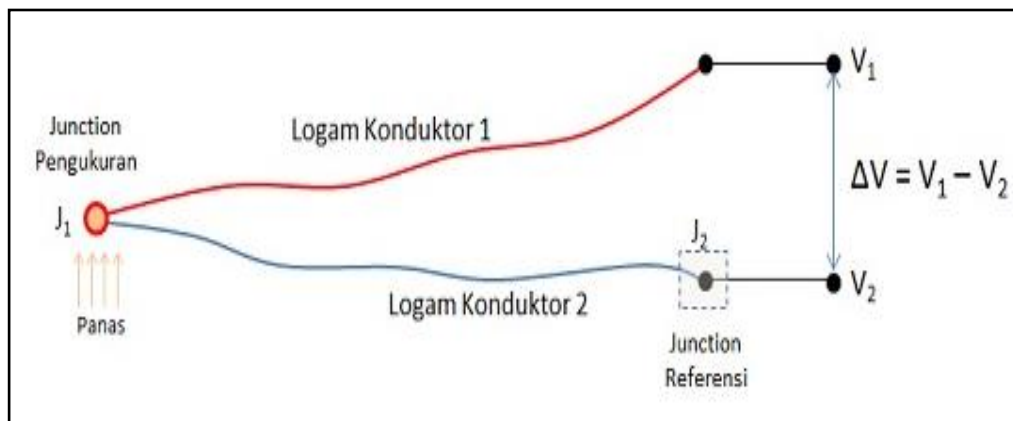
- Type B (Platinum-Rhodium/Pt-Rh) dapat mengukur suhu di atas  $1800^\circ\text{C}$ . Tipe B memberi output yang sama pada suhu  $0^\circ\text{C}$  hingga  $42^\circ\text{C}$  sehingga tidak dapat dipakai di bawah suhu  $50^\circ\text{C}$ .
- Type R (Platinum /Platinum with 7% Rhodium) dapat mengukur suhu di atas  $1600^\circ\text{C}$ . sensitivitas rendah ( $10 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ) dan biaya tinggi membuat mereka tidak cocok dipakai untuk tujuan umum.
- Type S (Platinum /Platinum with 10% Rhodium) dapat mengukur suhu di atas  $1600^\circ\text{C}$ . sensitivitas rendah ( $10 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ) dan biaya tinggi membuat mereka tidak cocok dipakai untuk tujuan umum. Karena stabilitasnya yang tinggi Tipe S digunakan untuk standar pengukuran titik leleh emas ( $1064.43^\circ\text{C}$ ).

g. Type T (Copper / Constantan)

Cocok untuk pengukuran antara  $-200$  hingga  $350^\circ\text{C}$ . Konduktor positif terbuat dari tembaga, dan yang negatif terbuat dari konstantan. Sering dipakai sebagai alat pengukur alternatif sejak penelitian kawat tembaga. Tipe T memiliki sensitivitas  $\sim 43 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$

#### 1.4. Prinsip Kerja Termokopel (Thermocouple)

Prinsip kerja Termokopel cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya Termokopel hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya. Satu jenis logam konduktor yang terdapat pada Termokopel akan berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap) sedangkan yang satunya lagi sebagai logam konduktor yang mendeteksi suhu panas. Untuk lebih jelas mengenai prinsip kerja Termokopel ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Prinsip kerja thermocouple

Berdasarkan Gambar 3.5, ketika kedua persimpangan atau Junction memiliki suhu yang sama, maka beda potensial atau tegangan listrik yang melalui dua persimpangan tersebut adalah “NOL” atau  $V_1 = V_2$ . Akan tetapi, ketika persimpangan yang terhubung dalam rangkaian diberikan suhu panas atau dihubungkan ke obyek pengukuran, maka akan terjadi perbedaan suhu diantara dua persimpangan tersebut yang kemudian menghasilkan tegangan listrik yang nilainya sebanding dengan suhu panas yang diterimanya atau  $V_1 - V_2$ . Tegangan Listrik yang ditimbulkan ini pada umumnya sekitar  $1 \mu\text{V} - 70 \mu\text{V}$  pada tiap derajat Celcius. Tegangan tersebut kemudian dikonversikan sesuai dengan Tabel referensi yang telah ditetapkan sehingga menghasilkan pengukuran yang dapat dimengerti.

## **2. Sensor Bourdon Tube**

### **Prinsip Operasi Sensor Bourdon Tube**

Bourdon Tube adalah alat ukur tekanan nonliquid. Alat ukur ini secara luas digunakan didalam industri proses untuk mengukur tekanan statis pada beberapa aplikasi. Bentuk dari bourdon tube terdiri dari element (C-type, helical dan spiral) dan dihubungkan secara mekanikal dengan jarum indicator. Prinsip operasinya yaitu tekanan dipandu ke dalam tabung, perbedaan tekanan di dalam dan di luar tabung bourdon akan menyebabkan perubahan bentuk penampangnya.

Perubahan bentuk penampang akan diikuti perubahan bentuk arah panjang tabung, dimana perubahan panjang tabung akan dikonversikan menjadi gerakan jarum penunjuk pada skala. Analisa teoritis tentang perubahan bentuk tabung bourdon sebagai fungsi perbedaan tekanan di luar dan di dalam tabung bourdon jarang dilakukan. Perubahan bentuk tabung bourdon diperoleh dari data eksperimental. Ada tiga tipe tabung bourdon, yaitu :

#### **a. C-type, Spiral dan Helical**

Perbedaan masing-masing tipe terletak pada harga tekanan yang ingin diukur.

#### **b. C-type Bourdon Tube**

Digunakan untuk range 15 ~ 100.000 psig dengan range akurasi ( $\pm 0.1 \sim \pm 5$ ) % span.

#### **c. Spiral Bourdon Tube**

Digunakan secara umum pada range tekanan menengah (medium pressure), tetapi untuk tugas berat juga tersedia dalam range hingga 100.000 psig. Range akurasinya sekitar  $\pm 0.5$  % dari span.

#### **d. Helical Bourdon Tube**

Digunakan pada range dari 100 ~80.000 psig dengan akurasi sekitar  $\pm \frac{1}{2}$  ~  $\pm 1$  % dari span.

### **3. Pengukuran dan Pengontrolan Peralatan Sensor**

Pengukuran yang teliti dan sistem kontrol yang tepat dalam industri proses, dapat menghasilkan hargavariabel fisika dan kimia dari sistem yang sesuai dengan harga perancangannya. Hal ini akan dapat menghemat biaya operasi serta perbaikan hasil produksi. Sebagai contoh, harga temperature yang tepat dalam pemrosesan minyak mentah (crude oil) akan menghasilkan produk terbaiknya. Jika harga temperature ini digunakan untuk mengontrol aliran atau jumlah bahan bakar yang digunakan didalam proses pemanasan, maka tidak akan terjadi “overheating” pada proses tersebut sehingga jumlah bahan bakar dapat dihemat.

Tujuan dari penerapan sistem instrumentasi dan kontrol di dalam industri proses adalah berkaitan dengan segi ekonomis. Oleh karena itu instrumentasi dan system kontrol yang diterapkan diharapkan dapat menghasilkan :

1. Kualitas produk yang lebih baik dalam waktu pemrosesan yang lebih singkat.
2. Biaya produksi yang lebih murah, oleh karena:
  - Penghematan bahan mentah dan bahan bakar.
  - Peningkatan efisiensi waktu mesin dan pekerja.
  - Pengurangan produksi yang rusak (off spec.).
3. Peningkatan keselamatan personil dan peralatan.
4. Pengurangan polusi lingkungan dari bahan limbah hasil proses.

Berdasarkan ini, maka beberapa hal yang termasuk dalam sistem instrumentasi dan kontrol meliputi:

1. Karakteristik proses.
2. Sistem pengukuran.

3. Pemrosesan data otomatis.
4. Sistem pengontrolan dengan elemen kontrol akhir (final control element).

Keempat butir sistem instrumentasi dan kontrol tersebut di atas sudah dilakukan sejak awal oleh setiap orang yang ingin memperoleh harga tertentu dari suatu besaran fisika. Gambar 2.1 menunjukkan bagaimana seseorang ingin memperoleh temperature air yang sesuai dengan keinginannya, dimana semua sistem dioperasikan oleh manusia secara manual.

1. Sebagai proses adalah pemanasan air dengan sumber kalor dari steam.
2. Sebagai alat ukur adalah tangan kanan pemakai.
3. Sebagai prosesor adalah otak pemakai, yang akan mengevaluasi apakah temperature air sudah sesuai dengan keperluannya.
4. Sebagai sistem control dan final control elemen adalah tangan kiri pemakai dan kran steam.

### **3.1. Perkembangan Teknologi Instrumentasi (Peralatan sensor)**

Perkembangan instrumentasi dan sistem kontrol yang dimulai tahun 1930 hingga saat ini, dipengaruhi dua factor, yaitu ; kebutuhan pemakai dan kemajuan teknologi. Kebutuhan pemakai dalam menangani proses yang semakin rumit dan besar ini akan menuntut peningkatan teknologi sistem kontrol. Dalam mengatasi hal ini maka pemilik pabrik (owner) berusaha lebih meningkatkan sistem otomatisasi pada pabrik untuk tujuan optimasi pengoperasian pabrik. Sesuai dengan kebutuhan pemakai ini, maka para pemasok (vendor) peralatan instrumentasi dan kontrol menawarkan sistem yang terintegrasi antara pemantauan, pengontrolan, serta sistem penyimpanan dan pengambilan data.

Kemajuan teknologi dalam bidang elektronika juga merupakan faktor yang menentukan cepatnya perkembangan instrumentasi dan sistem kontrol. Pada masa sebelum tahun 70-an, instrumentasi pneumatik yang menggunakan teknologi flapper-nozzle, tubing tembaga dengan angin

instrument merupakan instrumentasi yang tergolong teknologi tinggi pada saat itu. Perkembangan transistor dan rangkaian analog yang terintegrasi pada awal tahun 70-an menghasilkan kemampuan dan meningkatkan kehandalan instrumentasi dan sistem control elektronik. Kemajuan ini mengakibatkan instrumentasi dan sistem kontrol dengan teknologi elektronik analog dapat menggantikan teknologi pneumatik.

Perkembangan teknologi komputer digital yang didukung oleh perkembangan yang pesat di bidang mikro-elektronika (microprocessor) di pertengahan tahun 70-an telah memberikan dampak yang positif dan nyata pada instrumentasi dan sistem control pada industri proses, termasuk pula di industri pengolahan minyak dan gas bumi serta industri kimia. Perkembangan teknologi ini mengakibatkan instrumentasi dan sistem kontrol berbasis teknologi digital dapat menggantikan teknologi elektronik analog pada banyak penerapannya.

Sejalan dengan ditemukannya komponen elektronik yang berkemampuan tinggi sebagai perangkat keras (hardware) dan diikuti pula dengan perkembangan perangkat lunak (software) yang demikian majunya, telah melahirkan konsep-konsep baru di dalam dunia instrumentasi dan sistem kontrol. Sistem baru ini berkembang sangat pesat dan dikenal sebagai teknologi Programmable Logic Controller (PLC) dan Distributed Control System (DCS).

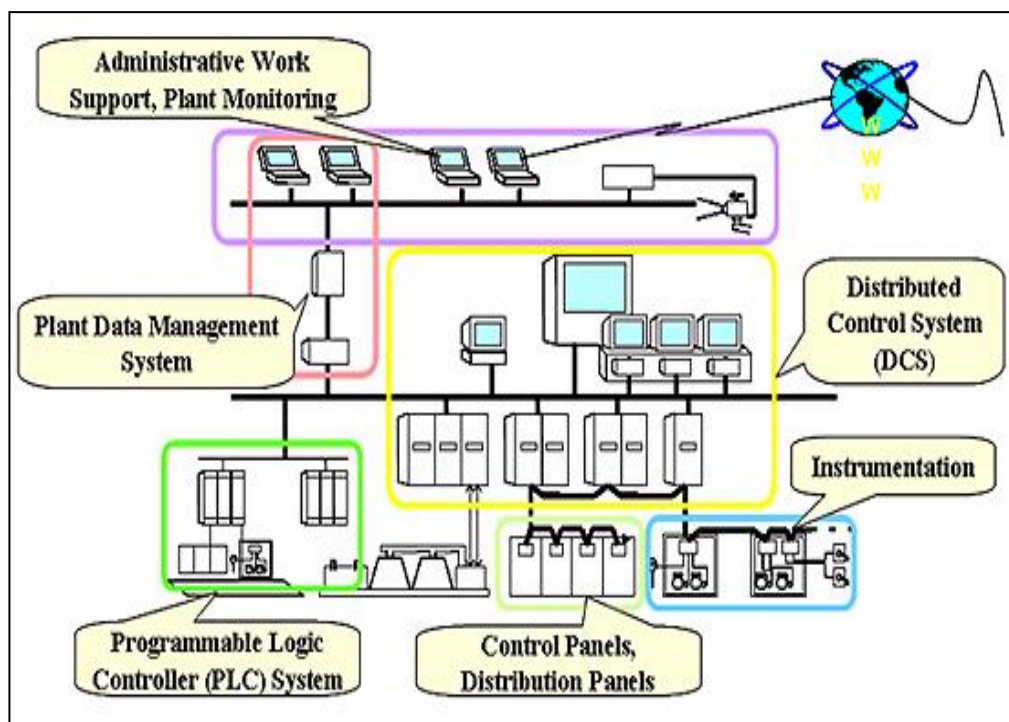
Pada awal tahun 80-an, perkembangan teknologi microprocessor sangat cepat dan diikuti dengan perkembangan perangkat lunak serta operating system UNIX yang semakin maju, maka diikuti juga dengan perkembangan teknologi DCS berbasis operating system UNIX.

Pada awal tahun 90-an setelah diluncurkan operating system berbasis Windows dan didukung dengan perkembangan teknologi microprocessor dengan kemampuan lebih besar, maka teknologi DCS memasuki babak baru yang luar biasa dalam dunia instrumentasi dan sistem kontrol yaitu DCS berbasis Windows. Operator console yang sebelumnya menggunakan special computer/monitor digantikan dengan Personal Computer (PC).

Selanjutnya pada akhir tahun 90-an, teknologi instrumentasi dan sistem control berbasis DCS memasuki era baru yaitu Open Network Technology (teknologi dimana sub-system DCS dapat terhubung secara langsung dengan jaringan DCS tanpa menggunakan Gateway sebagai network converter) dengan menggunakan Ethernet (TCP/IP) sehingga memudahkan mengimplementasikan aplikasi seperti ; PIMS (Plant Information Management System), KMS (Knowledge Management System), Enhanced Regulatory Control (ERC), Advanced Process Control (APC), Plant Optimization dan lain-lain.

### 3.2. Sistem kontrol Berbasis DCS

Arsitektur proses sistem control berbasis Distributed Control System (DCS) mulai diperkenalkan dalam era industri proses sekitar tahun 1976. Dari perkembangan DCS pertama kali hingga tahun 1995, telah terjadi penambahan fungsi dan modifikasi sehingga penggunaannya menjadi lebih user friendly dan perawatan yang mudah.

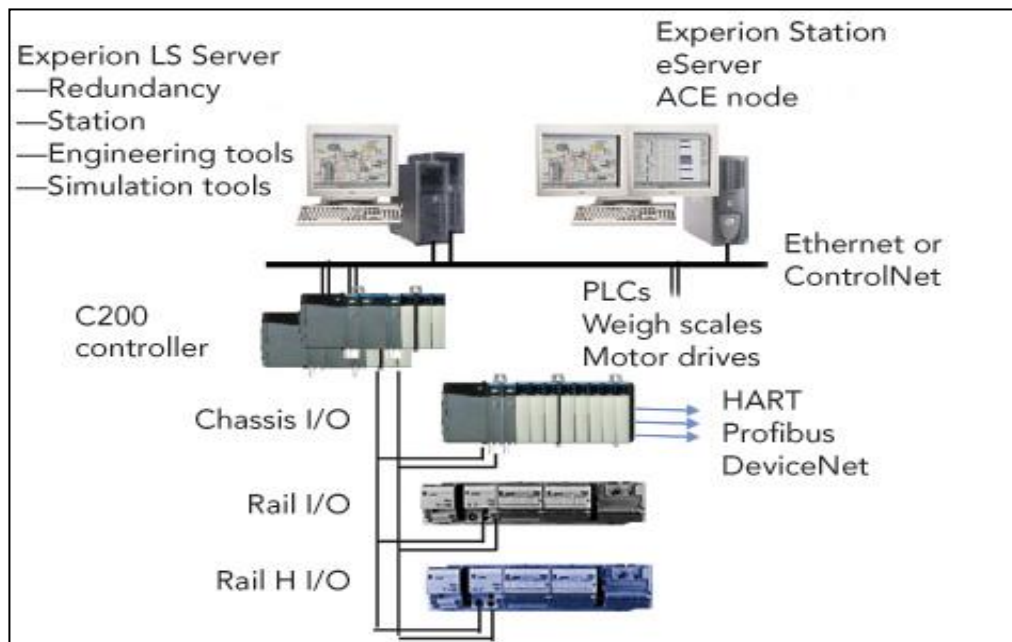


Gambar 3.6. Sistem Kontrol Distributed Control System (DCS)

DCS adalah suatu jaringan computer control yang dikembangkan untuk tujuan monitoring dan pengontrolan proses variable pada industri proses. Sistem ini dikembangkan melalui penerapan teknologi microcomputer, software dan network.

Sistem hardware dan software mampu menerima sinyal input berupa sinyal analog, digital maupun pulsa dari peralatan instrument di lapangan. Kemudian melalui fungsi feedback control sesuai algorithm control (P, PI, PID, dll) maupun sequence program yang telah ditentukan, sistem akan menghasilkan sinyal output analog maupun digital yang selanjutnya digunakan untuk mengendalikan final control element (control valve) maupun untuk tujuan monitoring, reporting, dan alarm.

Perlu diperhatikan disini bahwa fungsi kontrol tidak dilakukan secara terpusat, melainkan ditempatkan di dalam satellite room (out station) yang terdistribusi di lapangan (field). Setiap unit proses biasanya memiliki sebuah out station, di dalam out station tersebut terdapat peralatan controller (control station & monitoring station). Oleh karena peralatan tersebut berfungsi sebagai fasilitas untuk koneksi dengan peralatan instrumen lapangan (instrument field devices), maka peralatan tersebut sering juga disebut sebagai process connection device.



Gambar 3.7. Distributed Control System (DCS)

Architecture DCS dapat dilihat pada gambar 3.7 yang secara garis besar terdiri dari tiga bagian utama yaitu ; Man-Machine Interface, Process Connection Device dan Data Communication Facilities. Man-Machine Interface (MMI) atau operator station berfungsi sebagai pusat monitoring dan pengendalian proses di lapangan, dan ditempatkan secara terpusat di dalam ruang kendali (control room). Fungsi utama operator station adalah sebagai layar minitor untuk menampilkan, mengoperasikan, serta me-record data-data yang diperoleh dari controller yang ditempatkan di out station.

#### 4. Measuring Devices (Flow, Level, Pressure dan Temperature)

Alat ukur (measuring device) adalah alat yang berada di lapangan (field) untuk mengukur variable proses seperti flow, pressure, level dan temperature. Pada industri proses output data dari alat ukur akan ditransmisikan ke ruangan control (control room) untuk diproses lebih lanjut dalam kaitannya dengan sistem kontrol.

Pemilihan jenis alat ukur yang sesuai dan terbaik untuk mengukur suatu variable proses, sering kali sukar dilaksanakan, bahkan seorang engineer yang berpengalaman dan sudah mempunyai metodapemilihan akan mengalami demikian. Pemilihan dapat lebih sederhana bilamana semua kondisi operasi (service condition) yang dipersyaratkan diketahui. Beberapa pengukuran memerlukan lebih informasi dibanding dengan yang lain. Sebagai contoh, beberapa kondisi operasi dan stream characteristic harus diketahui untuk aplikasi pengukuran aliran (flow) dibanding untuk peralatan pengukuran tekanan (pressure). Oleh karena itu sangat penting untuk mendaftarkan semua informasi yang berhubungan dengan pemilihan alat ukur yang dimaksud.

## **5. Alat Ukur Aliran Fluida (Flow Measurement)**

Acuan secara umum untuk pengukuran aliran (flow measurement) adalah API RP 550, "Manual on Installation of Refinery Instrument and Control System". Part 1, "Process Instrumentation and Control". Section 1, "Flow". Di dalam pemilihan alat ukur flow (flow measuring device), berikut kondisi-kondisi yang sangat berpengaruh dan harus diketahui untuk perhitungan, antara lain :

1. Ukuran pipa dimana laju aliran diukur (Line Size)
2. Daerah laju aliran (Range of flow rates); maximum, normal dan minimum
3. Karakteristik fluida (fluid properties) :
  - Liquid, gas, slurry, dll.
  - Pressure
  - Temperature
  - Viscosity
  - Specific gravity at standard and flowing conditions
  - Compressibility
  - Molecular weight (for gases and vapors)
  - Steam quality (for steam)

4. Pengaruh korosif (untuk membantu didalam pemilihan material)
5. Apakah aliran yang diukur adalah aliran yang stabil atau aliran fluktuasi.

## 6. Magnetic Meters

### 1. Prinsip Operasi

Magnetic flowmeter (mag flowmeter) adalah suatu volumetric flow meter yang tidak mempunyai bagian yang bergerak (moving part) dan ideal untuk aplikasi air limbah (wastewater) atau cairan kotor yang konduktif listrik. Secara umum magnetic flowmeter tidak berfungsi pada fluida hidrokarbon dan air suling (distilled water), namun ideal untuk mengukur aliran fluida seperti slurry dan material korosif. Flowmeter jenis ini sangat ideal untuk aplikasi dimana disyaratkan pressure drop rendah dan maintenance yang rendah. Prinsip kerja flowmeter jenis ini didasarkan pada hukum induksi elektromagnetik (Faraday's Law), yaitu bila suatu fluida konduktif elektrik melewati pipa transducer, maka fluida akan bekerja sebagai konduktor yang bergerak memotong medan magnet yang dibangkitkan oleh kumparan magnet dari transducer, sehingga timbul tegangan listrik induksi. Hubungan ini dapat dinyatakan sebagai :

$$e = B \cdot l \cdot v \quad (3.21)$$

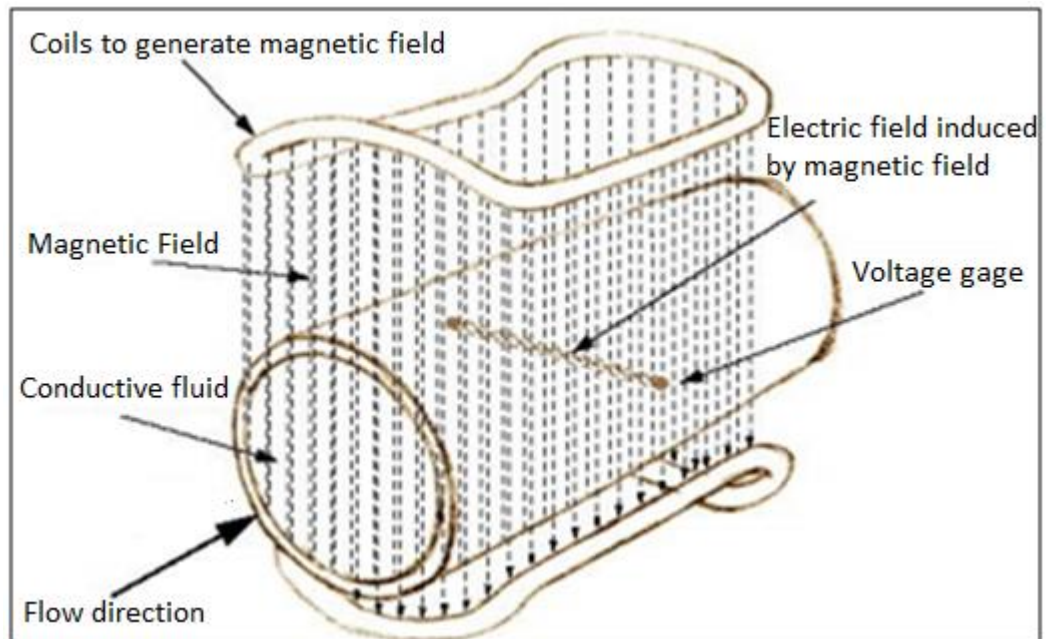
Dimana :

$e$  = tegangan listrik induksi

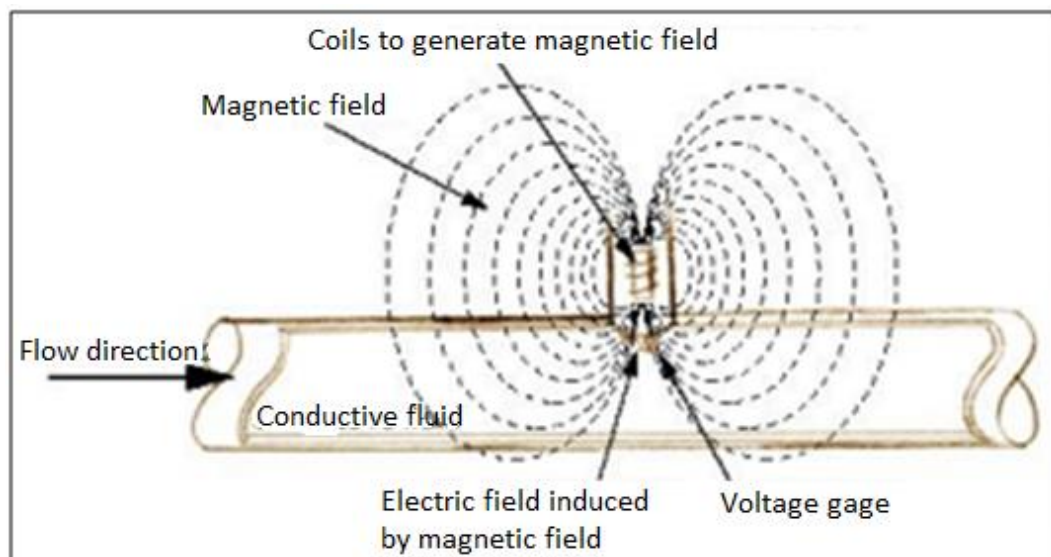
$B$  = rapat fluksi medan magnet

$l$  = panjang konduktor (diameter dalam pipa)

$v$  = kecepatan konduktor (laju aliran)



(a) inline model



(b) insertion model

Gambar 3.8. Prinsip operasi dari model magnetic flowmeter

Gambar di atas, memperlihatkan dua bentuk mag flowmeter yaitu :

- Inline model ; menempatkan electric coil di sekeliling pipa dan disediakan sepasang elektroda berseberangan pada dinding pipa.

- Insertion model ; menyisipkan electric coil ke dalam pipa yang akan diukur flow-nya dan disediakan sepasang elektroda di ujung dari flowmeter.

### 3. Kelebihan dan Kekurangan

#### Kelebihan

- Pressure drop minimum, oleh karena penghalang yang minimum pada lintasan flow.
- Biaya maintenance rendah sebab tidak ada moving parts.
- Linearitas yang tinggi.
- Dapat digunakan untuk mengukur fluida yang korosif dan slurry.
- Pengukuran tidak dipengaruhi oleh viscosity, density, temperature dan pressure.
- Dapat mengukur aliran fluida jenis turbulent atau laminar.

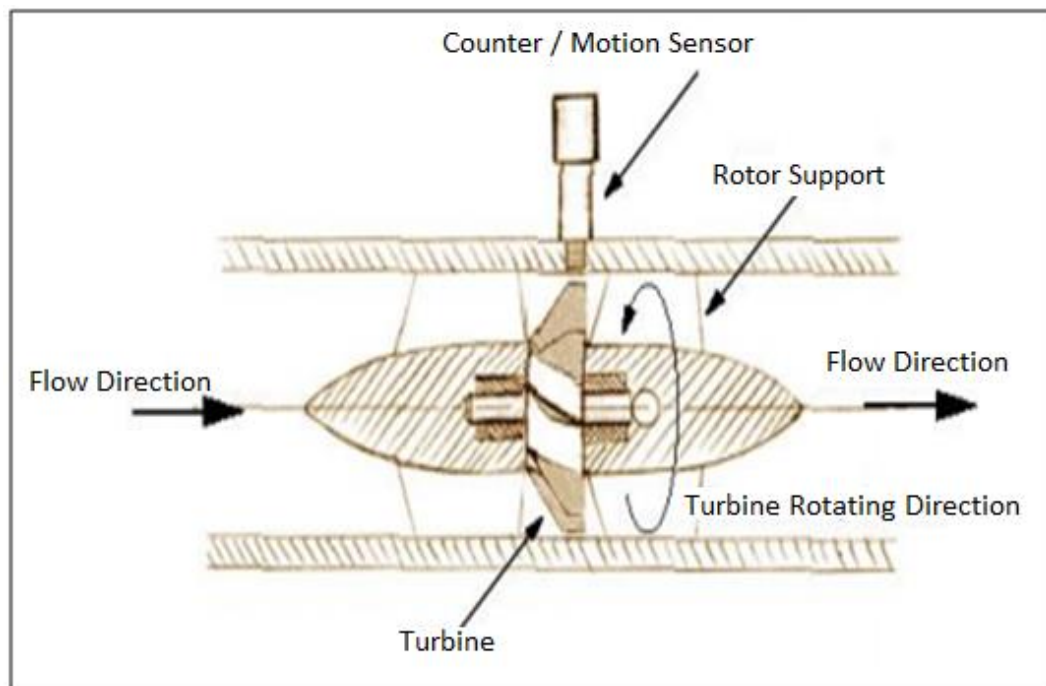
#### Kekurangan

- Dalam banyak kasus, persyaratan electrical conductivity dari fluida yang ditetapkan pabrik (0.1 –20 micromhos).
- Zero drifting pada kondisi tidak ada flow atau low flow ÷ problem ini pada disain baru ditingkatkan dengan memotong (cut-off) low flow.

## 7. Turbine Meters

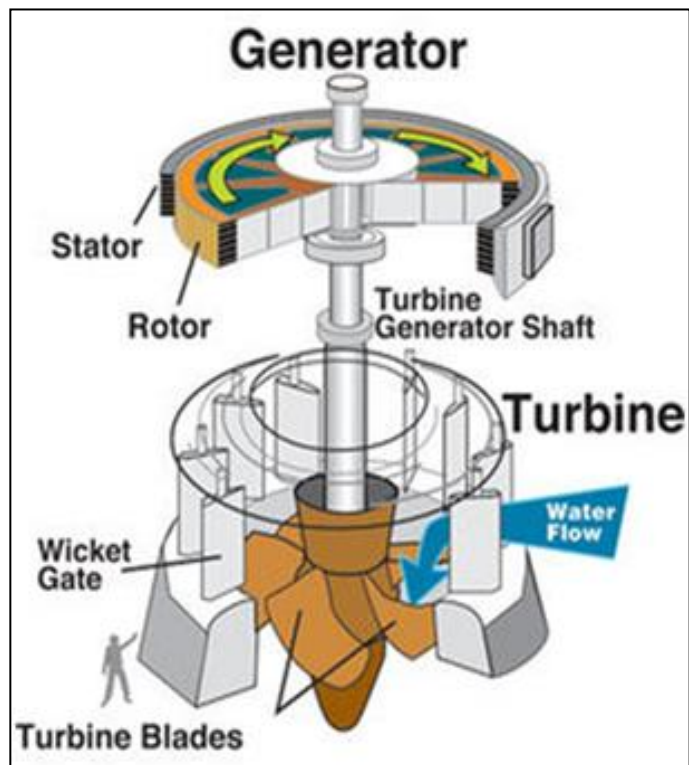
### 1. Prinsip Operasi

Teori dasar pada turbine meters adalah relatif sederhana, yaitu aliran fluida melalui meter berbenturan dengan turbine blade yang bebas berputar pada suatu poros sepanjang garis pusat dari turbin housing. Kecepatan sudut (angular velocity) dari turbine rotor adalah berbanding lurus dengan laju aliran (fluid velocity) yang melalui turbine. Keluaran dari meter diukur oleh electrical pickup yang dipasang pada meter body. Frekwensi keluaran dari electric pickup adalah sebanding dengan laju aliran (flow rate). Accuracy dan rangeability dari alat ukur turbine meter tersebut sangat baik. Rangeability bervariasi dari 100 : 1 s/d 200: 1. Accuracy sekitar :  $\pm \frac{1}{4}$  s/d  $\pm \frac{1}{2}$  %.



Gambar 3.9. Prinsip Operasi Turbine Meters

$$Q = VA = \frac{\omega(\bar{r})^2 A^2}{rA \tan \beta - 0.037 \text{Re}^{-0.2} n(R+a)S \sin \beta} \quad (3.22)$$



Gambar 3.10. Komponen – komponen Turbine Meters



Gambar 3.11. Turbine flowmeters

## 8. Pengukuran Level Fluida (Level Measurements)

Pemilihan metoda pengukuran level yang sesuai aplikasi, biasanya lebih sulit dibanding dengan keempat proses variabel utama kecuali flow. Seperti pada pengukuran flow, kondisi dari media yang diukur kadang-kadang mempunyai banyak efek yang kurang baik pada alat ukur, sehingga data

kondisi operasi harus diketahui lebih banyak didalam pemilihan alat ukur level.

Kondisi operasi yang harus diketahui adalah :

1. Level range
2. Fluida characteristic
  - Temperature
  - Pressure
  - Specific gravity
  - Apakah fluida bersih atau kotor, mengandung vapors atau solids.
3. Efek korosif.
4. Apakah fluida mempunyai kecenderungan efek “coat” atau menempel pada dinding vessel atau measuring device.
5. Apakah fluida tersebut turbulent disekitar area pengukuran. Secara normal tidak ada kesulitan berarti didalam mengukur level fluida bersih dan nonviscous, namun untuk material “slurry” atau material dengan viscous yang berat dan solid, bagaimanapun banyak menimbulkan masalah.

### **Pengelompokan (Categorization)**

Beberapa jenis methode pengukuran level atau tinggi permukaan untuk fluida yang sering digunakan di industri proses, dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Displacement
2. Differential pressure
3. Capacitance
4. Ultrasonic
5. Radar
6. Radiation

## **9. Pengukuran Pressure (Pressure Measurements)**

Tekanan terjadi karena adanya gaya yang bekerja terhadap suatu bidang luasan. Karena itu tekanan dinyatakan sebagai Gaya yang bekerja pada suatu Satuan Luas. Pada bagian ini akan ditinjau beberapa prinsip pengukuran tekanan yang biasa digunakan di industri proses. Alat ukur

tekanan disebut sebagai Manometer. Berbagai macam nama dan tipe manometer yang terdapat di industri proses, bergantung pada prinsip kerja, jenis fluida yang diukur serta kebutuhan penggunaannya. Pada umumnya tekanan fluida yang diukur di industri proses adalah cairan dan gas. Sesuai dengan definisi dari tekanan di atas, terdapat 4 terminologi penting yang biasa digunakan tentang ukuran atau pengukuran tekanan, yaitu :

a. Absolute Pressure(tekanan absolut)

Gaya yang bekerja pada satuan luas, tekanan ini dinyatakan dan diukur terhadap tekanan NOL.

b. Gauge Pressure(tekanan relatif)

Tekanan yang dinyatakan dan diukur relatif terhadap tekanan atmosfer. Jadi, tekanan relatif adalah selisih antara tekanan absolut dengan tekanan atmosfer (1 atmosfer = 760 mmHg= 14.7 psig)

c. Vacuum Pressure(tekanan hampa)

Tekanan yang lebih rendah dari tekanan atmosfer

d. Differential Pressure(tekanan differential)

Tekanan yang diukur terhadap tekanan yang lain.

## 10. Kerugian Tekanan Dan Kerugian Aliran

Karena pada tiap-tiap aliran timbul kerugian pada persamaan Bernoulli yang telah disebutkan masih harus ditambahkan satu faktor lagi (Gambar 3.77). untuk aliran dengan adanya rugi berlaku:

$$p_1 + \frac{\alpha \cdot p \cdot v_1^2}{2} = p_2 + \frac{\alpha \cdot p \cdot v_2^2}{2} + \sum \Delta p \quad (3.33)$$

Persamaan ini mengungkapkan bahwa level energi dalam penampang 1 sama dengan level energi dalam penampang 2 ditambah dengan hasil jumlah kerugian antara kedua penampang.

Dalam rumus ini:

$v$  = kecepatan aliran rata-rata (m/s)

$\alpha$  = koefisien;  $\alpha = 2$  untuk cairan laminar;  $\alpha = 1$  untuk aliran turbulen.

$\rho$  = massa jenis dalam  $\text{kg/m}^3$

$p$  = tekanan udara dalam  $\text{N/m}^2$

Perumusan dengan cara lain, dapat juga dikatakan bahwa perubahan tekanan total (indeks 1 dan 2) – jadi hasil jumlah tekanan statik, tekanan kinetik dan tekanan potensial – antara penampang-penampang ini. Pengaruh energi kinetik (tekanan dinamik  $P = \frac{1}{2}\rho v^2$ ) adalah besar terutama pada perubahan tiba-tiba diameter pipa. Dalam saluran-saluran lurus pengaruh perbedaan ketinggian dan dengan demikian berarti tekanan potensial juga biasanya dapat diabaikan.

Hasil jumlah kerugian tersendiri terdiri dari:

$$\sum \Delta p = \sum \lambda \frac{1}{d_m} \cdot \frac{1}{2} \rho v^2 \sum \xi \frac{1}{2} \cdot \rho v^2 \quad (3.34)$$

$\lambda$  = koefisien gesekan pipa (juga disebut koefisien kerugian dalam saluran).

$d_m$  = diameter dalam rata-rata dari saluran (m)

$\xi$  = koefisien hambatan (dahulu juga dinamakan koefisien kerugian) yang menentukan kerugian setempat dalam berbagai potongan cetak (pipa lengkung, sikusiku, pipa T, keran, katup, sorong-sorong atau pada tempat dimana diameter pipa aliran menjadi lebih sempit atau lebih besar.

Pada aliran laminar terhadap koefisien ini. Masih diperhitungkan faktor koreksi  $b$  atau diberikan dalam grafik-grafik. Faktor koreksi ini memperhatikan kenaikan  $\lambda$  (koefisien gesekan) kalau nilai  $Re$  menurun dan kekerasan dinding membesar.

## 11. Kerugian tekanan dalam sistem pneumatik

Kerugian tekanan menyebabkan penurunan tekanan dan oleh sebab itu menyebabkan kerugian energi. Kerugian ini harus ditanggulangi oleh penggerak (misalnya motor listrik) kompresor, yang terlihat dari naiknya

biaya energi. Oleh sebab itu harus selalu diusahakan agar kerugian tekanan ini tetap serendah mungkin. Biasanya kerugian tekanan  $\Delta p$  tidak boleh melampaui batas nilai 0,1 sampai 0,2 bar.

Besar kerugian tekanan dalam saluran antara lain tergantung pada:

- a. Panjang saluran  $l_r$  ,
- b. Saluran dalam pipa (diameter dalam saluran)  $d_l$  ,
- c. Tekanan kerja  $p$  (atau  $p_1$ )

Hasil-hasil yang menguntungkan dapat diperoleh diameter pipa dibuat sebesar mungkin berkenaan dengan hal itu juga berarti bahwa diameter pipa yang besar memerlukan biaya penanaman modal yang lebih besar pula, sehingga diameter saluran tidak dapat dipilih ekstra besar begitu saja.

Kerugian tekanan, diameter saluran dan penanaman modal selalu harus berada dalam perbandingan seimbang terhadap masing-masing. Dalam menghitung kerugian tekanan harus dibedakan antara:

1. Aliran takmampumampat, dimana volume dan densitas ( $\rho$ ) selalu konstan dengan,
2. Aliran mampumampat memuai, dimana densitas ( $\rho$ ) berubah.

Gas-gas dan juga udara mampat berhubungan dengan aliran mampumampat memuai. Densitas  $\rho$  dari fluida yang mengalir berubah disebabkan oleh pemuaian yang timbul akibat penurunan tekanan. Penurunan suhu adalah minimal karena biasanya penurunan tekanan terjadi relatif perlahan-lahan pada kerugian tekanan dan kecepatan aliran yang timbul dalam praktek. Disamping itu masih terdapat cukup pengisian kalor dari luar, sehingga perubahan keadaannya berjalan hampir isotherm. Kerugian tekanan dari udara mampat yang memuai selama mengalir dalam saluran-saluran dapat dihitung dengan rumus-rumus berikut:

- a. Dalam saluran datar (horizontal) (dengan diameter konstan):

$$\Delta p = \frac{p_1^2 - p_2^2}{2p_1} = \lambda \cdot l_r \cdot v_1^2 \cdot \frac{\rho_1}{2d_l} \quad (3.35)$$

b. Dalam saluran tak datar dengan beda tinggi h (dalam m):

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{l_r \cdot v_1^2 \cdot \rho_1}{2d_1} \pm h \cdot g(\rho_m - \rho_1) \quad (3.36)$$

(Karena densitas udara tak berarti, beda tinggi h dalam banyak hal dapat diabaikan).

Dimana:

- $p_1$  dan  $p_2$  = tekanan udara pada permulaan dan akhir saluran (dalam bar)
- $\lambda$  = koefisien gesekan dalam pipa
- $l_r$  = panjang saluran bagian dalam m
- $d_1$  = diameter bagian dalam saluran dalam m
- $v_1$  = kecepatan aliran pada permukaan saluran dalam m/s
- $\rho_1$  = densitas udara (dalam kg/ ) pada permukaan saluran (densitas kerja); densitas  $\rho_1$  dan suhu  $T_1$  ( $=273 + t_1$ ).
- $\rho_m$  = rata-rata secara ilmu hitung (arithmetika) densitas udara pada permulaan dan pada akhir saluran tegak (vertikal)
- $\rho_l$  = densitas lingkungan
- $G$  = percepatan gravitasi ( $= 9,81 \text{ m/s}^2$ )

1. Pada gas sempurna :

$$\rho_1 = \rho_n \cdot \rho_1 T_n / (P_n \cdot T_1) \text{ dalam } \text{kg/m}_n^3$$

2. Pada gas nyata:

$$\rho_1 = \rho_n \cdot \rho_1 T_n (P_n \cdot z_1 T_1) \text{ dalam } \text{kg/m}_n^3$$

$z_1$  = kemampumampatan ( pada ketergantungan tekanan dan suhu;  $z_n = 1$  dalam keadaan biasa)

$$z_1 = \rho_n \cdot \rho_1 \cdot T_n / (P_n \cdot T_1)$$

Di sini = tekanan normal (1,01 bar);  $T_n$  = suhu normal (273,16 K = 0 °C) Q atau V = aliran volume dalam m<sup>3</sup>/h;  $Q_1$  = aliran volume pada saluran masuk (pada  $p_1$  dan  $T_1$ );  $Q_n$  aliran (pada  $P_n$  dan  $T_n$ ). Koefisien kemampumampatan udara (pada suhu = 12 °C) diberikan pada tabel berikut:

Tabel. 3.1. Koefisien kemampumampatan udara

| Tekanan udara pada bar | koefisien kemampumampatan Z |
|------------------------|-----------------------------|
| 10                     | 0,995                       |
| 20                     | 0,990                       |
| 40                     | 0,983                       |
| 60                     | 0,978                       |

Kalau penurunan tekanan kecil, jadi perubahan densitasnya tidak berarti, seringkali dapat digunakan rumus pendekatan berikut (biasanya hanya berlaku untuk fluida kerja yang tak mampumampatan).

$$\Delta p = \rho_2 - \rho_1$$

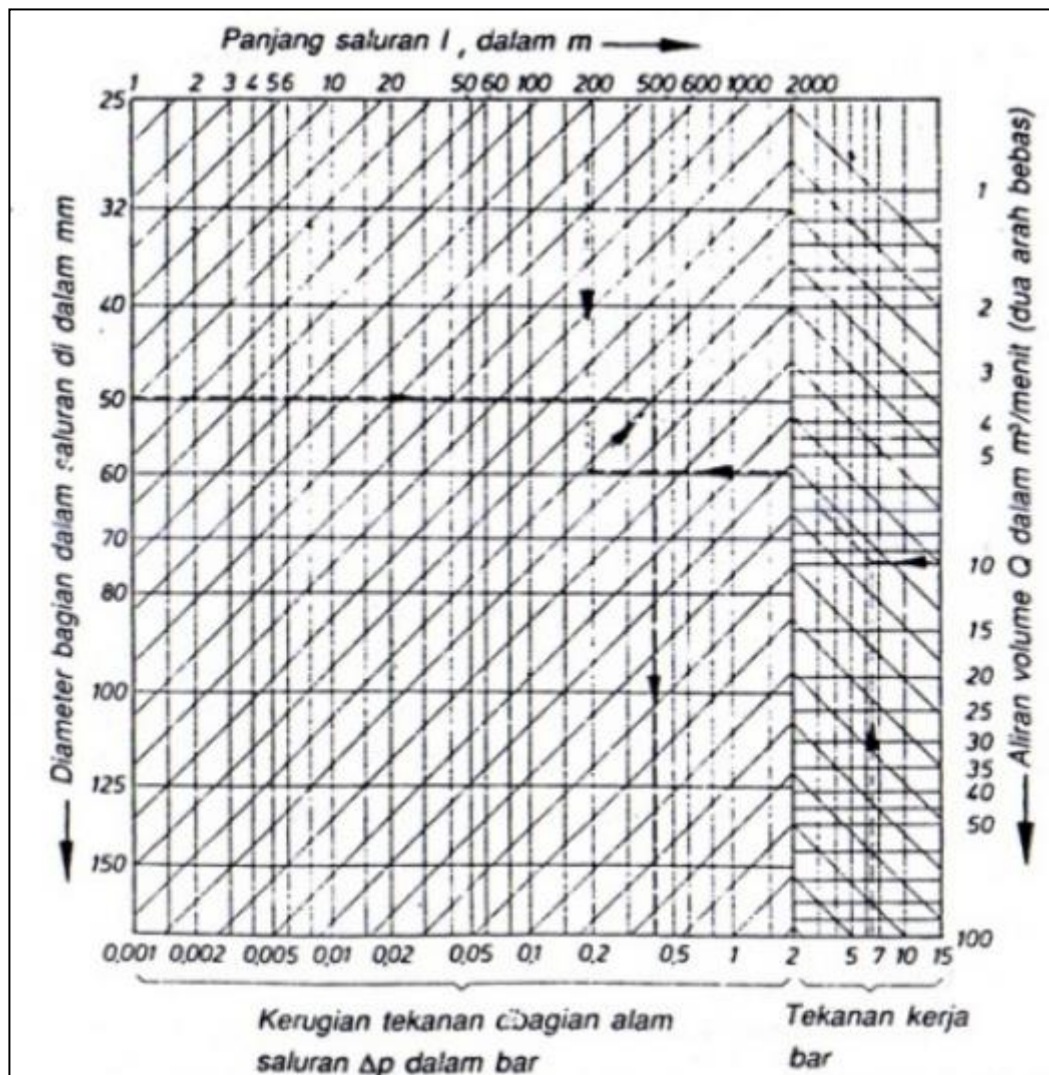
$$\Delta p = \lambda \cdot l_r \cdot v_2 \cdot \frac{\rho}{2d_l} \pm h \cdot g(\rho - \rho_l) \text{ N/m}^2 \quad (3.37)$$

Kesalahan  $f$  yang dibuat orang disini,  $f=0,5 (\rho_1 - \rho_2)/p \times 100\%$  paling tinggi sebesar 1%. Ini berarti bahwa  $\Delta\rho$  rata-rata yang ditentukan hanya 0,5 % terlampau rendah. Koefisien gesekan  $\lambda$  didekatkan pada nilai kekasaran biasa dari dinding saluran melalui persamaan:

$$\lambda = 0,0561/Q_g^{0,148}$$

dengan  $Q_g$  = arus volume udara dalam kg/h ( $1\text{kg/h} = 1/(1,3 \times 60) = 1/78 \text{ m}^3/\text{menit}$ ).

Dalam penentuan secara grafik dari rugi tekanan dalam saluran-saluran biasanya digunakan monogram menurut gambar 3.78, yang dimulai pada titik potong aliran volume  $Q$  dan tekanan kerja  $p$ . pengembangan selanjutnya menjadi jelas kalau garis titik-titik diikuti (contoh), monogram ini juga dapata digunakan untuk diameter saluran yang lebih besar dari 150 mm; kerugian tekanan yang dipastikan harus dikoreksi dengan faktor perkalian berikut:



Gambar 3.12. Monogram untuk menentukan kerugian tekanan dalam saluran udara mampat.

Tabel 3.2. Faktor monogram untuk menentukan kerugian tekanan dalam saluran udara mampat

|                |      |      |       |
|----------------|------|------|-------|
| $d_l$ dalam mm | 200  | 250  | 300   |
| Faktor         | 0.24 | 0.08 | 0.032 |

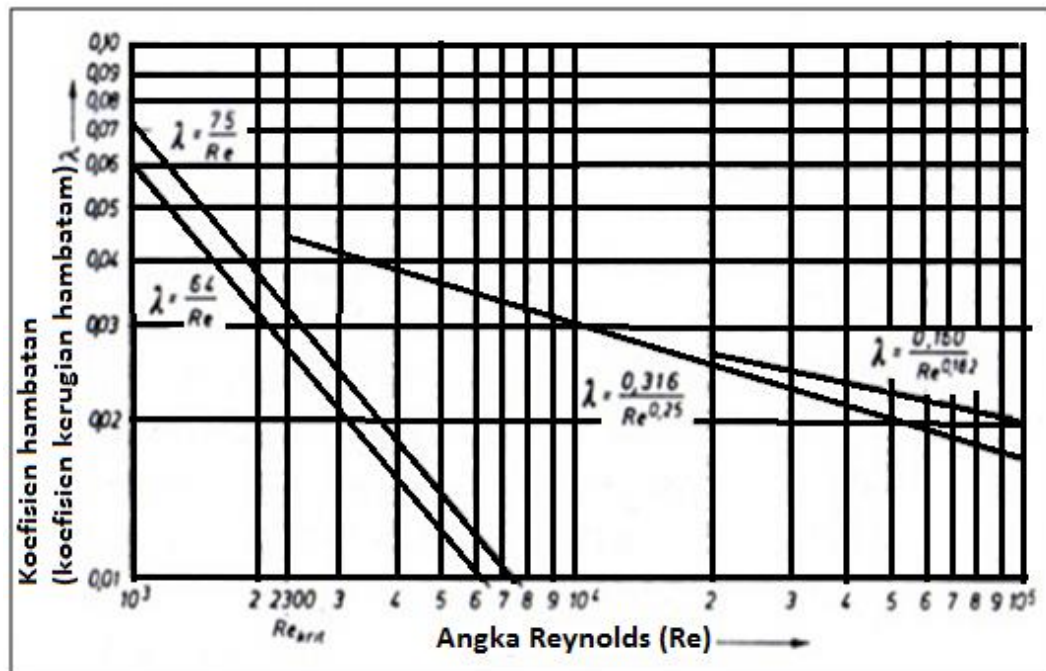
Contoh perhitungan.

**Diketahui:**

Saluran dengan diameter  $d_i = 50 \text{ mm}$  ( $=0,05$ ) dan panjang  $l_r = 200 \text{ m}$  harus dilalui aliran udara (aliran volume)  $Q = 10 \text{ m}^3/\text{menit}$ . Tekanan kerja  $p = 8 \text{ bar}$  (tekanan lebih 7 bar) dan suhu udara  $t = 20^\circ\text{C}$  ( $T = 293 \text{ K}$ ).

**Ditanya:**

Kecepatan aliran  $v$  (dalam  $\text{m/s}$ ), aliran massa  $Q_g$  yang sesungguhnya diserahkan (dalam  $\text{kg/h}$ ) dan kerugian tekanan  $\Delta p$ . Koefisien gesekan  $\lambda$  (lihat pula gambar 3.13) lebih kurang 0,02; penampang pipa  $A_r = \pi d^2/4 = 19,6 \text{ cm}^2$



Gambar 3.13. Koefisien hambatan (koefisien kerugian gesekan)  $\lambda$  sebagai fungsi angka Reynolds  $Re$

Penyelesaian:

Diagram persamaan ini.

$$v = \frac{g}{t \cdot P} \cdot \frac{10.000}{A_p}$$

$$v = \frac{100.000}{60 \cdot 8 \cdot 19,6} = 10,6 \text{ m/s}$$

$$Q_8 = 1,3 \cdot 60 \cdot Q = 78 \cdot 10 = 780 \text{ kg/h}$$

Dari  $p \cdot v = m \cdot R \cdot T$ , sehingga menghasilkan

$$\rho \frac{m}{v} = \frac{p}{RT}$$

Jadi:

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{l_r \cdot v^2 \cdot \rho}{2d} = \lambda \cdot \frac{l_r \cdot v^2 \cdot \rho}{2 \cdot R \cdot T \cdot d}$$

Dengan persamaan ini:

$$\Delta p = 0,02 \cdot \frac{200 \cdot 10,6^2 \cdot 8 \cdot 10^3}{2 \cdot 287 \cdot 293 \cdot 0,05} = \lambda \cdot \frac{l_r \cdot v^2 \cdot \rho}{2 \cdot R \cdot T \cdot d} = 0,43 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2} = \mathbf{0,43 \text{ bar}}$$

## 12. Rugi Tekanan Aliran Fluida Cair Di Dlm Pipa

Gesekan yang terjadi antar partikel fluida dan antara dinding dalam pipa dengan fluida alir disebut rugi tekanan. Besarnya rugi tekanan pada aliran fluida di dalam pipa tergantung dari jenis aliran itu. Darcy-Weisbach memberikan rumus untuk menghitung rugi tekanan aliran fluida di dalam pipa, untuk semua jenis aliran, yakni :

$$h = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} \quad (3.38)$$

dengan :

$h$ : rugi tekanan aliran fluida di dalam pipa (m)

$f$ : faktor gesekan Darcy-Weisbach

Bila aliran turbulen, factor gesekan Darcy Weisbach dapat dibaca pada Gambar 3.79. Bila aliran laminar, factor gesekan Darcy-Weisbach:

$$f = \frac{64}{R} \quad (3.39)$$

Nilai factor gesekan  $f$  pada aliran turbulen merupakan besaran tanpa dimensi yang nilainya tergantung dari reynold number dan kekasaran relative permukaan dinding pipa bagian dalam. Kekasaran relatif merupakan perbandingan kekasaran permukaan rata-rata terhadap diameter dalam pipa.

## D. Aktivitas Pembelajaran

### Aktivitas Pengantar

#### Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut, dan kerjakan LK-00:

LK-00:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran sensor termocouple? Sebutkan dan jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini?  
Sebutkan!

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

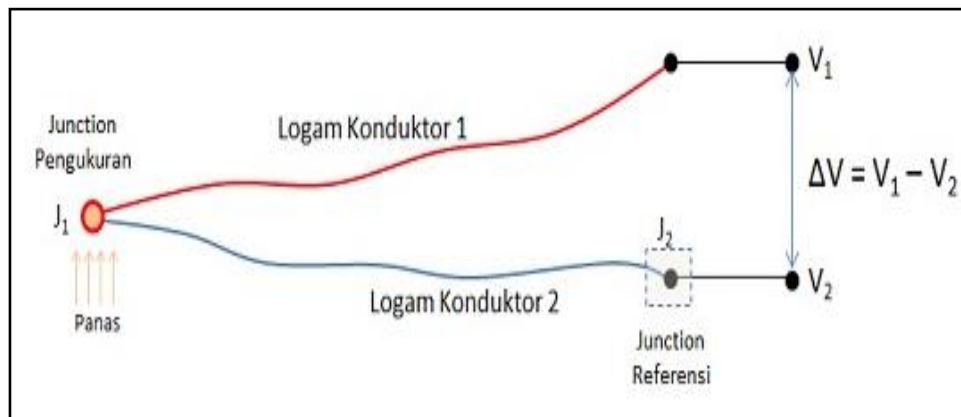
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Aktivitas 1. Mengamati Kegiatan Pemeliharaan Sensor Termocouple**

Saudara diminta untuk mengamati kondisi kegiatan prinsip kerja Termocouple pada gambar berikut ini, dan Kerjakan LK2:



Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang kondisi kegiatan prinsip kerja termocouple pada gambar. Apa yang Saudara temukan setelah mengamati kegiatan pemeliharaan pada gambar tersebut? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya jawab pertanyaan pada LK-01 berikut ini:

LK-01:

1. Mengapa diperlukan kegiatan prinsip kerja sensor termocouple?

Tuliskan!, kegiatan apa saja yang perlu dilakukan untuk menggunakan sensor termocouple? Apa yang akan terjadi jika tidak menggunakan sensor termocouple dengan benar?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Menurut Saudara kegiatan memahami prinsip kerja sensor termocouple perlu pemahaman ekstra?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Apa yang harus Saudara lakukan selaku guru kejuruan apabila melihat kondisi fasilitas praktek yang tidak optimal?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

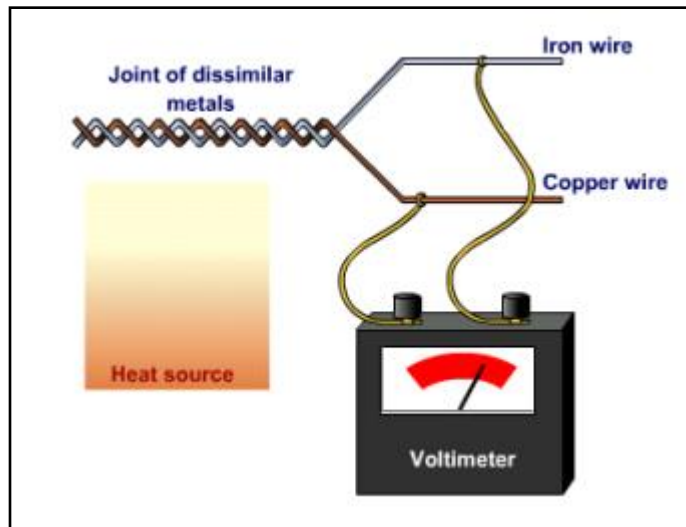
.....

.....

.....

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepadaa nggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan ataumemberikan penguatan. Saudara dapat membaca Bahan bacaan tentang prosedur prinsip kerja sensor termocouple.

## Aktivitas 2: Mengamati Proses pengukuran termocouple



Setelah Saudara mencermati gambar diatas tentang proses pengukuran termocouple selanjutnya saudara akan mendiskusikan bagaimana cara melakukan pengukuran termocople dengan baik dan benar. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan Pada LK-02 berikut ini.

LK-02:

1. Apa yang Saudara ketahui tentang proses pengukuran sensor termocouple?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....  
.....

2. Mengapa Saudara melakukan pengukuran dengan sensor termocouple?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa pengukuran sensor termocouple penting bagi kelangsungan kinerja pengolahan migas?

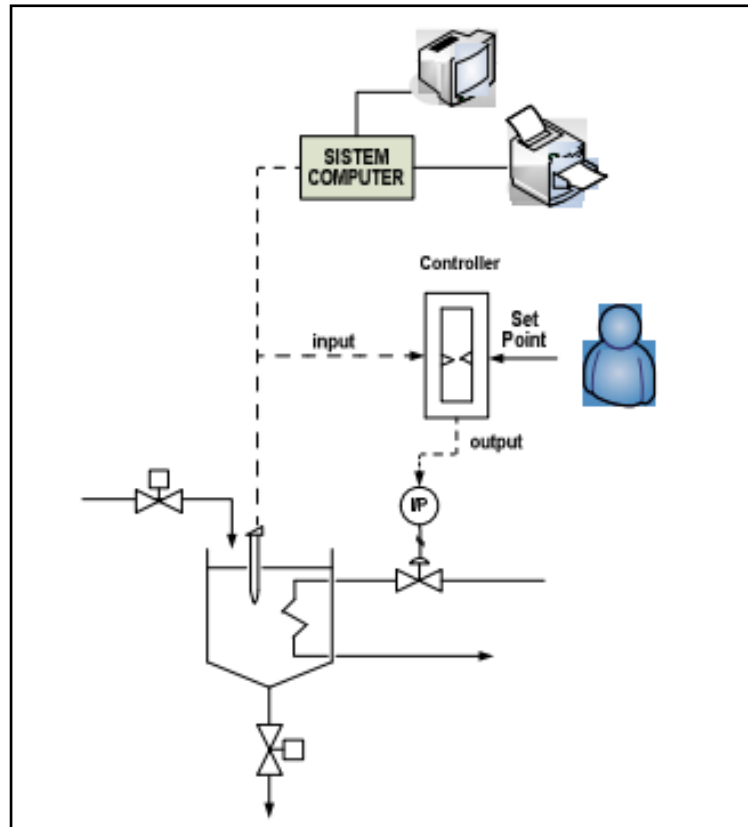
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. Apakah pengukuran sensor termocouple dapat meningkatkan performansi pengolahan minyak, gas dan petrokimia? Mengapa? jelaskan?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

.....  
.....  
.....

### Aktivitas 3: Mengamati Sistem Instrumentasi berbasis computer



Setelah Saudara mencermati gambar kegiatan Sistem Instrumentasi berbasis computer, Saudara akan mendiskusikan bagaimana memahami Sistem Instrumentasi berbasis computer. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan Pada LK-03 berikut ini.

LK-03:

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Sistem Instrumentasi berbasis computer?

.....  
.....  
.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Mengapa Saudara melakukan pengamatan tentang Sistem Instrumentasi berbasis computer?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa Sistem Instrumentasi berbasis computer penting bagi kelangsungan kinerja pekerja?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apakah Sistem Instrumentasi berbasis computer dapat meningkatkan performansi pekerja? Mengapa?

.....

.....

.....

.....

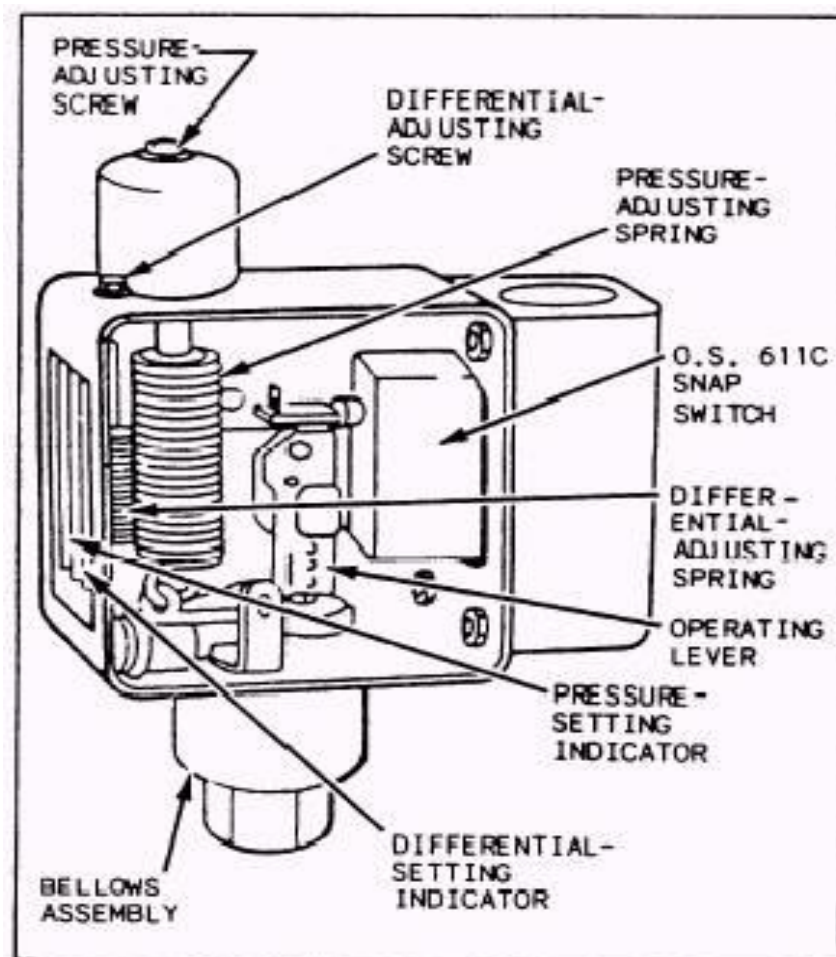
.....

.....

.....

.....

#### Aktivitas 4: Memahami Kembali Setting Pressure Switch



Setelah Saudara mencermati gambar Setting Pressure Switch, saudara akan mendiskusikan bagaimana cara melakukan pengukuran dengan

Setting Pressure Switch. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan pada LK-04 berikut ini.

LK-04:

1. Apa yang Saudara ketahui tentang sensor Setting Pressure Switch?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Mengapa Saudara melakukan pengukuran dengan Setting Pressure Switch?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa pengukuran dengan Setting Pressure Switch sangat penting?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apakah pengukuran dengan Setting Pressure Switch dapat meningkatkan performansi pekerja migas? Mengapa?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

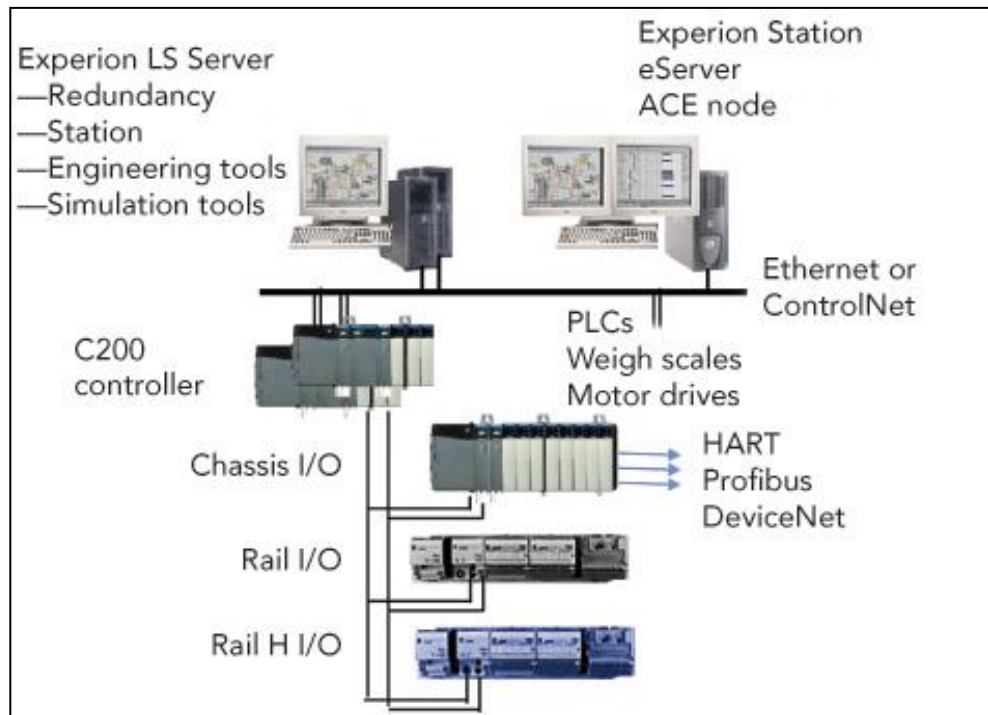
.....

.....

.....

.....

## Aktivitas 5: Memeriksa Sistem Kontrol Distributed Control System (DCS) (3 JP)



Setelah Saudara mencermati gambar Sistem Kontrol Distributed Control System (DCS), maka saudara akan mendiskusikan mengamati DCS. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan pada LK-05 berikut ini.

LK-05:

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Sistem Kontrol Distributed Control System (DCS)?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....  
.....

2. Mengapa Saudara melakukan pengukuran dengan Sistem Kontrol Distributed Control System (DCS)?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa Sistem Kontrol Distributed Control System (DCS) sangat penting dalam dunia migas?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. Apakah Sistem Kontrol Distributed Control System (DCS) bisa meningkatkan kinerja karyawan perusahaan? Mengapa?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

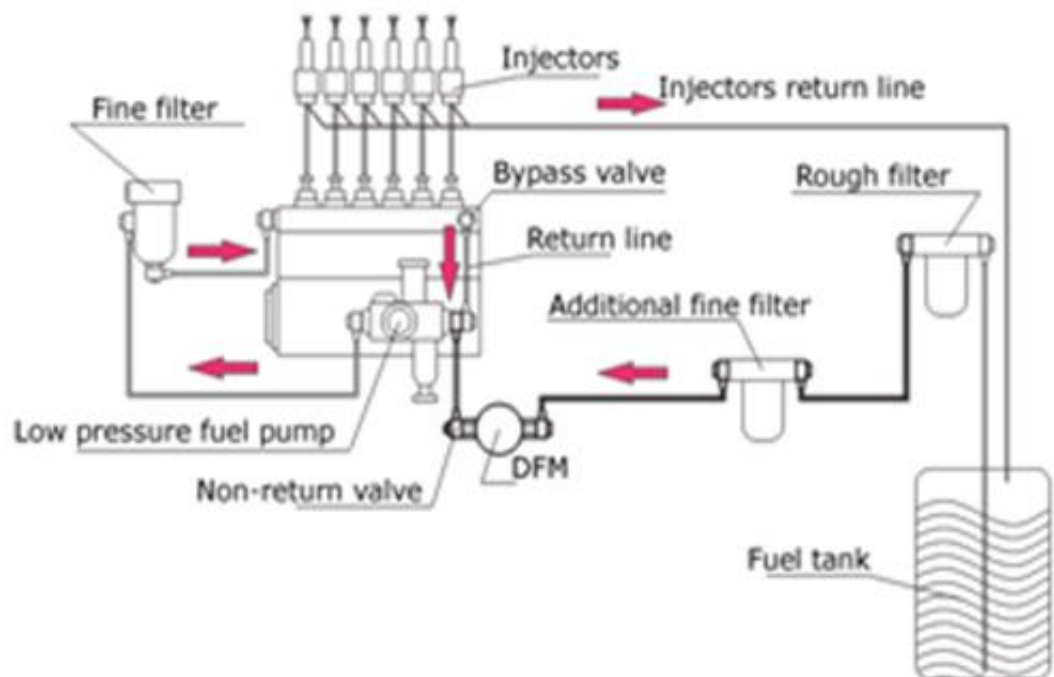
.....

.....

.....

.....

### Aktivitas 6: Memeriksa pemasangan Flowmeter (2 JP)



Setelah Saudara mencermati gambar metoda pemasangan Flowmeter Saudara akan mendiskusikan tentang metoda pemasangan Flowmeter. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan pada LK-06 berikut ini.

LK-06:

1. Apa yang Saudara ketahui tentang metoda pemasangan Flowmeter?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Mengapa Saudara pemahaman tentang metoda pemasangan Flowmeter?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Menurut pendapat Saudara mengapa metoda pemasangan Flowmeter sangat penting?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apakah metoda pemasangan Flowmeter di perlukan dalam dunia migas?  
Mengapa? Jelaskan?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### **E. Latihan/ Kasus/ Tugas**

1. Apakah pengertian dari sensor thermocouple?
2. Sebutkan komponen – komponen utama dari thermocouple?
3. Sebutkan jenis – jenis sambungan pada thermocouple?
4. Sebutkan dan jelaskan prinsip kerja dari thermocouple?
5. Sebutkan type – type thermocouple?
6. Bagaimana cara melakukan pengukuran dengan termocouple?
7. Sebutkan kelebihan dan kekurangan dari sensor thermocouple?

8. sebutkan dua sifat fisik dari fluida yang paling penting?
9. Sebutkan Jenis-jenis Variable Area flowmeters?
10. Bagaimanana Prinsip operasi dari rotameter?
11. Jelaskan tentang Kelanjutan evolusi sistem kontrol tradisional?
12. Jelaskan Pengertian dari Primary Sensing Element (Sensor)?
13. Sebutkan dan jelaskan 2 macam Turbin Flowmeter?
14. Besar kerugian tekanan dalam saluran tergantung pada?
15. Saluran dengan diameter  $d_l = 100 \text{ mm}$  ( $=0,1 \text{ m}$ ) dan panjang  $l_r = 400 \text{ m}$  harus dilalui aliran udara (aliran volume)  $Q = 20 \text{ m}^3/\text{menit}$ . Tekanan kerja  $p = 10 \text{ bar}$  (tekanan lebih 7 bar) dan suhu udara  $t = 27^\circ\text{C}$  ( $T = 300 \text{ K}$ )?

## F. Rangkuman

1. Thermocouple adalah sensor suhu, thermocouple sering digunakan untuk industri pengolahan minyak atau baja. Thermocouple adalah transduser suhu aktif yang tersusun dari dua buah logam berbeda dengan titik pembacaan pada pertemuan kedua logam dan titik yang lain sebagai outputnya.
2. Prinsip kerja Termokopel cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya Termokopel hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya.
3. Tipe – tipe tercouple adalah:
  - a. Tipe K (Chromel (Ni-Cr alloy) / Alumel (Ni-Al alloy)
  - b. Tipe E (Chromel / Constantan (Cu-Ni alloy)
  - c. Tipe J (Iron / Constantan)
  - d. Tipe J memiliki sensitivitas sekitar  $\sim 52 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$
  - e. Tipe N (Nicrosil (Ni-Cr-Si alloy) / Nisil (Ni-Si alloy))
  - f. Termokopel tipe B, R, dan S
  - g. Type T (Copper / Constantan)
4. Tujuan dari penerapan sistem instrumentasi dan kontrol di dalam industri proses adalah berkaitan dengan segi ekonomis. Oleh karena itu instrumentasi dan system kontrol yang diterapkan diharapkan dapat menghasilkan :

1. Kualitas produk yang lebih baik dalam waktu pemrosesan yang lebih singkat.
  2. Biaya produksi yang lebih murah, oleh karena:
    - Penghematan bahan mentah dan bahan bakar.
    - Peningkatan efisiensi waktu mesin dan pekerja.
    - Pengurangan produksi yang rusak (off spec.).
  3. Peningkatan keselamatan personil dan peralatan.
  4. Pengurangan polusi lingkungan dari bahan limbah hasil proses.
5. Bourdon Tube adalah alat ukur tekanan nonliquid. Alat ukur ini secara luas digunakan didalam industri proses untuk mengukur tekanan statis pada beberapa aplikasi. Bentuk dari bourdon tube terdiri dari element (C-type, helical dan spiral) dan dihubungkan secara mekanikal dengan jarum indicator.
6. Ada tiga tipe tabung bourdon, yaitu :
- a. C-type Bourdon Tube**  
Digunakan untuk range 15 ~ 100.000 psig dengan range akurasi ( $\pm 0.1 \sim \pm 5$ ) % span.
  - b. Spiral Bourdon Tube**  
Digunakan secara umum pada range tekanan menengah (medium pressure), tetapi untuk tugas berat juga tersedia dalam range hingga 100.000 psig. Range akurasinya sekitar  $\pm 0.5$  % dari span.
  - c. Helical Bourdon Tube**  
Digunakan pada range dari 100 ~80.000 psig dengan akurasi sekitar  $\pm \frac{1}{2} \sim \pm 1$  % dari span.
7. Pengukuran aliran fluida adalah sangat penting di dalam suatu industri proses seperti kilang minyak (refinery), pembangkit listrik (power plant) dan industri kimia (petrochemical).

8. Persamaan Bernoulli : Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa bila tidak ada perpindahan panas dan kerja yang dilakukan, maka energi fluida disetiap titik sepanjang pipa akan tetap konstan.

9. Parameters Turbine Meter

Terminologi yang secara luas digunakan dalam aplikasi turbine meter, yaitu :

- a. Accuracy
- b. Repeatability
- c. Rangeability

10. Dalam pemilihan, perhitungan - perhitungan dan konstruksi instalasi pneumatik sangat penting diketahui berapa besarnya kerugian tekanan dan aliran yang akan terjadi. kerugian ini akan menentukan :

- a. Tekanan yang diinginkan
- b. Hasil yang diinginkan
- c. Efisiensi onderdil-nderdil pneumatik
- d. Jaminan kerja dan efisien instalasi pneumatik
- e. Luas dan kecepatan hutang dari sistem pneumatik
- f. Diameter pipa-pipa dan atau saluran-saluran

## **G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

- 4. Bagaimana cara saudara untuk meningkatkan kemampuan saudara dalam penguasaan materi pembelajaran? Jelaskan?
- 5. Apa yang saudara lakukan sebagai seorang guru kejuruan Teknik pengolahan minyak, gas dan petrokimia untuk dapat menambah pengetahuan saudara setelah membaca modul ini? Jelaskan?
- 6. Sebutkan langkah – langkah yang saudara lakukan untuk mendapatkan hasil pengukuran yang akurat terkhusus dalam pengukuran temperature dan level? Jelaskan
- 7. Dalam melakukan pengukuran rugi tekanan apa saja yang bisa saudara lakukan?

8. Saat saudara melakukan pengamatan tentang turbin meter apa saja yang bisa saudara lakukan agar saudara bisa lebih menguasai tentang pengukuran turbin meter?
9. Berdasarkan pengukuran menggunakan bordon meter apa saja yang bisa saudara amati, kemudian apakah saudara bisa melakukan perhitungan tekanan dengan bordon meter, jelaskan?
10. Sebutkan tahapan – tahapan yang saudara lakukan untuk melakukan pengukuran aliran fluida?
11. Sebutkan macam – macam pengukuran aliran fluida?
12. Apa saja yang saudara gunakan dalam melakukan pengukuran Displacement Flowmeters (DP-meter), jelaskan?
13. Bagaimana saudara mencari persentase kesalahan dalam pengukuran *Pressure Drop*? Jelaskan dan buat contoh perhitungannya?

## H. Kunci Jawaban

1. Thermocouple adalah suatu sensor temperatur termoelektris yang terdiri dari dua kawat logam yang berlainan (misalnya chromel dan constantan) dengan penggabungannya pada probe tip (measurement junction) dan reference junction (temperature yang diketahui).
2. Termocouple tersusun dari dua buah logam berbeda dengan titik pembacaan pada pertemuan kedua logam dan titik yang lain sebagai outputnya. Thermocouple merupakan salah satu sensor yang paling umum digunakan untuk mengukur suhu karena relatif murah namun akurat . Thermocouple dapat beroperasi pada suhu panas maupun dingin.
3. Bare wire, insulated junction, dan grounded junction
4. Prinsip kerja Termokopel cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya Termokopel hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya. Satu jenis logam konduktor yang terdapat pada Termokopel akan berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap)

sedangkan yang satunya lagi sebagai logam konduktor yang mendeteksi suhu panas.

5. a. Tipe K (Chromel (Ni-Cr alloy) / Alumel (Ni-Al alloy))

Termokopel untuk tujuan umum. Lebih murah. Tersedia untuk rentang suhu  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  hingga  $+1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

b. Tipe E (Chromel / Constantan (Cu-Ni alloy))

Tipe E memiliki output yang besar ( $68\text{ }\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ ) membuatnya cocok digunakan pada temperatur rendah, tipe E adalah tipe non magnetik.

c. Tipe J (Iron / Constantan)

Rentangnyanya terbatas ( $-40$  hingga  $+750\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) membuatnya kurang populer dibanding tipe K

d. Tipe J memiliki sensitivitas sekitar  $\sim 52\text{ }\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$

e. Tipe N (Nicrosil (Ni-Cr-Si alloy) / Nisil (Ni-Si alloy))

Stabil dan tahanan yang tinggi terhadap oksidasi membuat tipe N cocok untuk pengukuran suhu yang tinggi tanpa platinum.

f. Termokopel tipe B, R, dan S adalah termokopel logam mulia yang memiliki karakteristik yang hampir sama. Mereka adalah termokopel yang paling stabil, tetapi karena sensitifitasnya rendah (sekitar  $10\text{ }\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ ) mereka biasanya hanya digunakan untuk mengukur temperatur tinggi ( $>300\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

g. Tipe T (Copper / Constantan)

Cocok untuk pengukuran antara  $-200$  hingga  $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Konduktor positif terbuat dari tembaga, dan yang negatif terbuat dari konstantan. Sering dipakai sebagai alat pengukur alternatif sejak penelitian kawat tembaga. Tipe T memiliki sensitifitas  $\sim 43\text{ }\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$

6. Cara pengukuran thermocouple menggunakan efek seebeck ( Efek Seebeck adalah konversi energi panas menjadi energi listrik). Arus listrik mengalir pada rangkaian tertutup dari 2 konduktor berbeda, apabila kedua sambungan mengalami beda temperatur. Bila rangkaian dibuka maka akan muncul tegangan Seebeck pada kedua terminal. jadi menurut efek seebeck ketika dua konduktor yang berbeda menerima panas maka akan menimbulkan emf (Electricmotive Force ) yang akan menimbulkan tegangan kecil dengan kisaran range 1 hingga 70 microvolt untuk setiap derajat kenaikan suhu.

7. Kelebihan

- Biaya pengadaan awal : rendah
- Tidak ada bagian yang bergerak (No moving parts)
- Range pengukuran : lebar (0 ~ 5000°F)
- Response time singkat / pendek
- Repeatability : cukup baik

Kekurangan

- Hubungan temperature dan tegangan tidak linear penuh
- Sensitivitas rendah, umumnya 50  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$  (28  $\mu\text{V}/^\circ\text{F}$ ) atau lebih rendah (tegangan rendah rentan dengan noise).
- Accuracy pada umumnya tidak lebih baik dari pada 0.5  $^\circ\text{C}$  (0.9°F), tidak cukup tinggi untuk beberapa aplikasi
- Memerlukan suatu acuan temperatur yang dikenal, umumnya temperature air es 0°C (32°F). Modern thermocouple mengacu pada suatu acuan yang dihasilkan secara elektrik.

8. Sifat fisik fluida ada dua sifat yang paling penting, yaitu viskositas (viscosity) dan rapat massa (density).

9. Jenis-jenis Variable Area flowmeters

- a. Rota meters
- b. Movable Vane Meter
- c. Weir, Flume

10. Prinsip operasi dari rotameter (variable area meters) didasarkan pada pelampung (float) yang berfungsi sebagai penghalang aliran, pelampung tersebut akan melayang dalam suatu tabung yang mempunyai luas penampang tidak konstan. Luas penampang tabung berubah tergantung ketinggiannya(semakin tinggi semakin besar).
11. Kelanjutan evolusi sistem kontrol tradisional adalah sistem kontrol berbasis computer. Penerapan computer dalam industri pertama dipasang pada stasiun pembangkit tenaga listrik untuk monitoring plant. Penemuan ini memberikan kemampuan data acquisition yang sebelumnya tidak ada, dan membebaskan operator dari pengoperasian plant berupa pengambilan dan penyimpanan data yang selama ini berulang dilakukan oleh operator.
12. Primary Sensing Element (Sensor) adalah suatu alat yang pertama kali menerima suatu bentuk energi dari media yang akan diukur, dan menghasilkan suatu output yang sebanding dengan nilai besaran yang diukur.
13. Ada dua macam turbine flow meter:
  1. Mechanical Turbine Flow Meter  
Turbine / sudu-sudu meter akan berputar karena adanya aliran, selanjutnya gerakan ini diteruskan ke mechanical counter untuk pembacaan jumlah fluida yang mengalir.
  2. Electric Turbine Flow Meter  
Setiap kali sudu-sudu melewati pick-up coil, maka akan diinduksikan pulsa-pulsa pada pick-up coil tersebut.
14. Besar kerugian tekanan dalam saluran antara lain tergantung pada:
  - a. Panjang saluran  $l_r$  ,
  - b. Saluran dalam pipa (diameter dalam saluran)  $d_l$  ,
  - c. Tekanan kerja  $p$  (atau  $p_1$ )

15. Penyelesaian:

Diagram persamaan ini.

$$v = \frac{g}{t \cdot P} \cdot \frac{10.000}{A_p}$$

$$v = \frac{100.000}{60 \cdot 10 \cdot 79,62} = 2.1 \text{ m/s}$$

$$Q_8 = 1,3 \cdot 60 \cdot Q = 78 \cdot 10 = 780 \text{ kg/h}$$

Dari  $p \cdot v = m \cdot R \cdot T$ , sehingga menghasilkan

$$\rho \frac{m}{v} = \frac{p}{RT}$$

Jadi:

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{l_r \cdot v^2 \cdot \rho}{2d} = \lambda \cdot \frac{l_r \cdot v^2 \cdot \rho}{2 \cdot R \cdot T \cdot d}$$

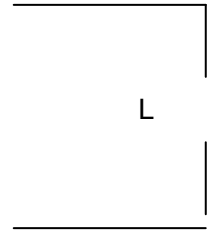
Dengan persamaan ini:

$$\Delta p = 0,02 \cdot \frac{200 \cdot 2,1^2 \cdot 10 \cdot 10^3}{2 \cdot 287 \cdot 300 \cdot 0,1} = \lambda \cdot \frac{l_r \cdot v^2 \cdot \rho}{2 \cdot R \cdot T \cdot d} = 10 \frac{N}{m^2} = \mathbf{0,0001 \text{ bar}}$$

## I. Evaluasi

1. Air yang mengalir dalam sebuah pipa yang berdiameter 6 cm berkecepatan 1,5 m/det. Berapa kecepatan air dalam pipa yang berpenampang dengan diameter 3 cm, jika pipa ini dihubungkan dengan pipa pertama dan semia pipa penuh. ( jawab : 6 m/s)
2. Pipa dengan penampang 2 cm<sup>2</sup> dialiri air dengan kecepatan 2 m/s. Ditanyakan : Berapa cm<sup>3</sup> dapat dialirkan tiap menit ( jawab : 24.000 cm<sup>3</sup>)  
Berapa kecepatan alir air bila pipa dihubungkan dengan pipa yang berpenampang 1 cm<sup>2</sup>) (jawab : 400 cm/s)

3. Perhatikan alat seperti tergambar di sebelah kanan  
 Berapa kecepatan air yang dipancarkan lewat lobang  
 L. jika tekanan terhadap air  $10^6$  Pa dan tekanan udara  
 Luar  $10^5$  Pa dan apabila kecepatan air dalam reservoir  
 Boleh diabaikan. (jawab :  $30\sqrt{2}$  m/s)



4. Sebuah tangki berisi air dan mempunyai kran setinggi 2 meter di atas tanah.  
 Jika kran dibuka, maka air akan memancar keluar dan jatuh pada jarak horizontal sejauh 15 m dari kran. Berapa tinggi permukaan air dari kran, jika percepatan gravitasi bumi  $10 \text{ m/s}^2$  dan kecepatan turunnya air boleh diabaikan.  
 (jawab : 28,125 m)
5. Sebuah pipa panjang memiliki penampang berbeda pada empat bagian. Luas penampang pipa berturut-turut pada bagian 1, bagian 2, bagian 3 adalah  $150 \text{ cm}^2$ ,  $100 \text{ cm}^2$  dan  $50 \text{ cm}^2$ . Laju aliran air pada bagian 1 adalah 8 m/s. Sedangkan pada bagian 4 adalah 4,8 m/s. Tentukanlah :  
 Debit air melalui keempat penampang itu (jawab :  $0,12 \text{ m}^3/\text{s}$ )  
 Luas penampang pada bagian 4 (jawab :  $250 \text{ cm}^2$ )  
 Laju air pada bagian 2 dan 3 (jawab : 12 m/s , 24 m/s)
6. Sebuah pipa air memiliki dua penampang yang berbeda. Diameter masing-masing penampang adalah 15 cm dan 10 cm. Jika laju aliran pada penampang yang kecil adalah 9 m/s. Berapakah laju aliran pada penampang yang besar ?  
 (jawab : 4 m/s)
7. Sebuah tangki berisi air, pada jarak 20 meter di bawah permukaan air pada tangki itu terdapat kebocoran.  
 Berapa kecepatan air yang memancar dari lubang tersebut. (jawab : 20 m/s  
 Bila luas lubang  $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ . Berapa liter volume air yang keluar dalam 1 detik.  
 (0,02 liter)
8. Air mengalir melalui sebuah pipa mendatar yang luas penampangnya berbeda, penampang X =  $8 \text{ cm}^2$ , kecepatan air adalah 3 cm/s. Tentukanlah :

Kecepatan air pada penampang Y yang luasnya  $2 \text{ cm}^2$ . (jawab :  $12 \text{ cm/s}$ )

Beda tekanan antara X dan Y (jawab :  $6,75 \text{ N/m}^2$ )

9. Pada suatu pipa mendatar yang luas penampangnya  $30 \text{ cm}^2$ , tekanan statis air yang mengalir dengan aliran stasioner adalah  $6,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$  dan tekanan totalnya adalah  $6,7 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ . Hitung :

Kecepatan aliran air ( $2 \text{ m/s}$ )

Debit air yang melalui pipa (jawab :  $6 \text{ liter/s}$ )

10. Sebuah pipa silindris lurus memiliki diameter  $10 \text{ cm}$ . Pipa tersebut diletakkan horizontal, sedangkan air mengalir didalamnya dengan kecepatan  $2 \text{ m/s}$ . Diujung pipa terdapat mulut pipa dengan diameter  $1,25 \text{ cm}$ .

Berapa kecepatan air yang keluar dari mulut pipa. (jawab :  $128 \text{ m/s}$ ).

Bila mulut pipa berhubungan dengan udara luar, berapa tekanan air di dalam mulut pipa jika  $P_{\text{bar}} = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . (jawab :  $82,9 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ )

11. Air mengalir dengan aliran stasioner sepanjang pipa mendatar yang luas penampangnya  $20 \text{ cm}^2$  pada suatu bagian dan  $5 \text{ cm}^2$  pada bagian yang lebih sempit. Jika tekanan pada penampang yang lebih sempit adalah  $4,80 \cdot 10^4 \text{ Pa}$  dan laju alirannya  $4 \text{ m/s}$ , Tentuknlah :

Laju aliran (jawab :  $1 \text{ m/s}$ )

Tekanan pada penampang yang besar (jawab :  $5,55 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ )

12. Dalam suatu pipa, ada air mengalir. Di suatu tempat, laju air adalah  $3 \text{ m/s}$ , sedangkan di tempat lain yang terletak  $1 \text{ meter}$  lebih tinggi, laju air adalah  $4 \text{ m/s}$ . Berapakah tekanan air di tempat yang tinggi bila tekanan air di tempat yang rendah  $2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ . (jawab :  $6,5 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$ )

Berapa tekanan air di tempat yang tinggi bila air dalam pipa berhenti dan tekanan air di tempat yang rendah  $1,8 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ . (jawab :  $8 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$ )

13. Sebuah pipa lurus mempunyai dua macam penampang, masing-masing  $0,1 \text{ m}^2$  dan  $0,05 \text{ m}^2$ . pipa tersebut diletakkan miring. Sehingga penampang kecil berada  $2 \text{ m}$  lebih tinggi daripada penampang besar. Tekanan air pada

penampang kecil adalah  $2 \cdot 10^5$  Pa. Dan laju air pada penampang besar 5 m/s.

Tentukanlah :

laju air dalam penampang kecil dan tekanan air pada penampang besar ?

(jawab : 10 m/s ;  $2,575 \cdot 10^5$  Pa).

Volume air yang melalui pipa per-menit (jawab :  $30 \text{ m}^3$ )

## **BAB IV**

### **PENUTUP**

Demikian Modul Guru Pembelajar pengolahan minyak, gas dan petrokimia Kompetensi B bagi Guru pasca UKG ini disusun. Modul ini disusun sebagai acuan bagi semua pihak yang terkait dalam pelaksanaan kegiatan pelatihan dan bagi guru pembelajar dan tenaga kependidikan (GTK). Melalui modul guru pembelajar pengolahan minyak, gas dan petrokimia kompetensi B ini selanjutnya semua pihak terkait dapat menemukan kemudahan dalam melaksanakan UKG kelanjutan dan menambah pengetahuan dan wawasan pada bidang dan tugas masing-masing.

Modul Guru Pembelajar pengolahan minyak, gas dan petrokimia kompetensi B bagi Guru pasca UKG ini disusun ini merupakan bahan pelajaran atau materi yang harus dipelajari oleh guru pasca UKG. Semoga modul Guru Pembelajar pengolahan minyak, gas dan petrokimia kompetensi B bagi Guru pasca UKG ini dapat bermanfaat dan bias mengarahkan dan membimbing peserta diklat terutama para guru dan widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat pengembangan keprofesian berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aminanto. 2012. Prinsip Kerja Termokopel. Alamat Web: <http://echocorner.blogspot.com/2012/03/termokopel-dalam-dunia-elektronika.html>.
- Andrew W.G & Willams H.B,"Applied Instrumentation In The Process  
Bidang Kejuruan. *Cakrawala Pendidikan*. Yogyakarta: LPM UNY
- Fisher, "Control Valve Handbook", Emerson Process Management.
- Gulo.2005. Strategi Belajar mengajar.Jakarta : PT Grasindo
- Gunterus, Frans. Falsafah Dasar: Sistem Pengendalian Proses. ElexMedia Komputindo.
- Haruo Tahara, Sularso, 2000. Pompa dan Kompresor. Pemilihan Pemakaian dan Pemeliharaan (Terjemahan). Cetakan ketuju, Pradnya Pramita, Jakarta.
- Industries", Volume II Practical Guideines, 2<sup>nd</sup> Edition, Gulf publishing Company.
- Miller, D.S. 1978. Internal Flow Systems. BHRA Fluid Engineering, Cranfield, England.
- National Research Council (NRC). 2000. *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- Ogata, Katsuhiko. "Modern Control Engineering", 3<sup>rd</sup> Edition, Prentice Hall International Inc. 1997.
- Raswari. 1986. Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sobry,S dan Pupuh,F,2010,*Strategi Belajar Mengajar*, bandung Reflika Aditama
- Syarief, Ahmad, 2002. Ilmu Mendidik dan Metode Pengajaran, Bandung . PT. Grapindo.