

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

SURVEI DAN KONSTRUKSI BANGUNAN

PAKET KEAHLIAN : TEKNIK ENERGI BIOMASSA

Program Keahlian : Teknik Energi Terbarukan



KELOMPOK
KOMPETENSI

3



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2015

SURVEY DAN KONSTRUKSI BANGUNAN

PAKET KEAHLIAN : TEKNIK ENERGI BIOMASSA

PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK ENERGI TERBARUKAN

Penyusun:

Tim PPPPTK

BMTI



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN

2015

KATA PENGANTAR

Undang–Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen mengamanatkan adanya pembinaan dan pengembangan profesi guru secara berkelanjutan sebagai aktualisasi dari profesi pendidik. Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) dilaksanakan bagi semua guru, baik yang sudah bersertifikat maupun belum bersertifikat. Untuk melaksanakan PKB bagi guru, pemetaan kompetensi telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) bagi semua guru di Indonesia sehingga dapat diketahui kondisi objektif guru saat ini dan kebutuhan peningkatan kompetensinya.

Modul ini disusun sebagai materi utama dalam program peningkatan kompetensi guru mulai tahun 2016 yang diberi nama diklat PKB sesuai dengan mata pelajaran/paket keahlian yang diampu oleh guru dan kelompok kompetensi yang diindikasikan perlu untuk ditingkatkan. Untuk setiap mata pelajaran/paket keahlian telah dikembangkan sepuluh modul kelompok kompetensi yang mengacu pada kebijakan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan tentang pengelompokan kompetensi guru sesuai jabatan Standar Kompetensi Guru (SKG) dan indikator pencapaian kompetensi (IPK) yang ada di dalamnya. Sebelumnya, soal UKG juga telah dikembangkan dalam sepuluh kelompok kompetensi. Sehingga diklat PKB yang ditujukan bagi guru berdasarkan hasil UKG akan langsung dapat menjawab kebutuhan guru dalam peningkatan kompetensinya.

Sasaran program strategi pencapaian target RPJMN tahun 2015–2019 antara lain adalah meningkatnya kompetensi guru dilihat dari *Subject Knowledge* dan *Pedagogical Knowledge* yang diharapkan akan berdampak pada kualitas hasil belajar siswa. Oleh karena itu, materi yang ada di dalam modul ini meliputi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional. Dengan menyatukan modul kompetensi pedagogik dalam kompetensi profesional diharapkan dapat mendorong peserta diklat agar dapat langsung menerapkan kompetensi pedagogiknya dalam proses pembelajaran sesuai dengan substansi materi yang diampunya. Selain dalam bentuk *hard-copy*, modul ini dapat diperoleh juga dalam bentuk digital, sehingga guru dapat lebih mudah mengaksesnya kapan saja dan dimana saja meskipun tidak mengikuti diklat secara tatap muka.

Kepada semua pihak yang telah bekerja keras dalam penyusunan modul diklat PKB ini, kami sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Jakarta, Desember 2015
Direktur Jenderal,

Sumarna Surapranata, Ph.D
NIP: 195908011985031002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	xi
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	1
C. Peta Kompetensi.....	2
D. Ruang Lingkup	3
E. Saran Cara Penggunaan Modul.....	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN.....	4
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : MERANCANG PENGALAMAN BELAJAR.....	4
A. Tujuan Pembelajaran	4
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	5
C. Lingkup Materi.....	5
D. Langkah-langkah.....	5
E. Uraian Materi.....	6
F. Rangkuman.....	50
G. Tes Formatif	51
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : PEMILIHAN MATERI PEMBELAJARAN.....	54
A. Tujuan Pembelajaran	54
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	54
C. Lingkup Materi.....	55
D. Langkah-langkah.....	55
E. Uraian Materi.....	56
F. Rangkuman	62
G. Test Formatif.....	63
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 : PEKERJAAN PASANGAN BATA	65

A. Tujuan	65
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	65
C. Uraian Materi	65
D. Aktifitas Pembelajaran	111
E. Rangkuman	112
F. Tes Formatif	113
G. Kunci Jawaban	115
LEMBAR KERJA KB-2.....	117
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 : TEKNIK PLESTERAN	122
A. Tujuan	122
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	122
C. Uraian Materi	122
D. Aktifitas Pembelajaran	138
E. Rangkuman	139
F. Tes Formatif	140
G. Kunci Jawaban	142
LEMBAR KERJA KB-3.....	144
KEGIATAN PEMBELAJARAN 5 : PEMERIKSAAN BAHAN DI LAPANGAN	146
A. Tujuan	146
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	146
C. Uraian Materi	146
D. Aktifitas Pembelajaran	187
E. Rangkuman	188
F. Tes Formatif	190
G. Kunci Jawaban	191
EMBAR KERJA KB-4	193
KEGIATAN PEMBELAJARAN 6 : PERALATAN PENGOLAH BIODIESEL	195
A. Tujuan	195
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	195
C. Uraian Materi	195

D. Aktifitas Pembelajaran	215
E. Rangkuman	216
F. Tes Formatif	217
G. Kunci Jawaban	219
LEMBAR KERJA KB-5.....	220
KEGIATAN PEMBELAJARAN 7 : PERALATAN BIOETANOL.....	222
A. Tujuan	222
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	222
C. Uraian Materi.....	222
D. Aktifitas Pembelajaran	232
E. Rangkuman	233
F. Tes Formatif	233
G. Kunci Jawaban	234
PENUTUP.....	235
DAFTAR PUSTAKA	239
GLOSARIUM	242

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Meteran mistar kayu.....	66
Gambar 2. 2	Meteran kayu lipat.....	66
Gambar 2. 3	Meteran roll pita baja	67
Gambar 2. 4	Meteran roll pita kain	67
Gambar 2. 5	Selang <i>waterpass</i>	68
Gambar 2. 6	<i>Waterpass nivo</i>	68
Gambar 2. 7	Bandul unting-unting	69
Gambar 2. 8	Pensil tukang.....	69
Gambar 2. 9	Gulungan benang nilon.....	70
Gambar 2. 10	Benang pintalan kapas	70
Gambar 2. 11	Penggaris siku dari logam	71
Gambar 2. 12	Penggaris siku kayu	71
Gambar 2. 13	Patok kayu.....	72
Gambar 2. 14	Palu lancip	72
Gambar 2. 15	Palu konde.....	73
Gambar 2. 16	Palu cabang	73
Gambar 2. 17	Godam (<i>Bodem</i>)	74
Gambar 2. 18	Martil kayu	74
Gambar 2. 19	Cetok bulat.....	75
Gambar 2. 20	Cetok lancip.....	75
Gambar 2. 21	Cetok segi empat	76
Gambar 2. 22	Cetok lidah	76
Gambar 2. 23	<i>Jointer</i>	77
Gambar 2. 24	Ember	77
Gambar 2. 25	Kotak adukan	77
Gambar 2. 26	Gergaji baja	78
Gambar 2. 27	Gunting potong baja beton.....	79
Gambar 2. 28	Gunting ayun.....	79

Gambar 2. 29	Kunci pembengkok baja beton tunggal	80
Gambar 2. 30	Bantalan pembengkok	81
Gambar 2. 31	Bantalan pembengkok di atas tanah	81
Gambar 2. 32	Bantalan pembengkok di atas kaki-kaki.....	82
Gambar 2. 33	Kotak angkut	82
Gambar 2. 34	Cangkul.....	83
Gambar 2. 35	Sekop.....	84
Gambar 2. 36	Ayakan pasir	84
Gambar 2. 37	Dandang	85
Gambar 2. 38	Linggis.....	85
Gambar 2. 39	Betel	86
Gambar 2. 40	Kakaktua.....	86
Gambar 2. 41	Alat potong.....	87
Gambar 2. 42	Gergaji	87
Gambar 2. 43	Ketam	88
Gambar 2. 44	<i>Bolster</i>	88
Gambar 2. 45	<i>Line bobbine</i>	89
Gambar 2. 46	Cara penaikan benang	89
Gambar 2. 47	<i>Corner block</i>	89
Gambar 2. 48	Cara penggunaan <i>corner block</i>	90
Gambar 2. 49	Bor tangan listrik.....	91
Gambar 2. 50	Pemboran lubang tembus.....	92
Gambar 2. 51	Bor lubang beton	92
Gambar 2. 52	Alat potong keramik.....	93
Gambar 2. 53	Molen sebagai pengaduk beton	94
Gambar 2. 54	Mesin poles lantai	94
Gambar 2. 55	Pompa hisap.....	95
Gambar 2. 56	Vibrator beton.....	95
Gambar 2. 57	Molen sebagai pengaduk pasangan bata	97
Gambar 2. 58	Industri beton	98

Gambar 2. 59	Truk <i>mixer</i>	98
Gambar 2. 60	Pembuatan adukan secara manual.....	99
Gambar 2. 61	Tipe pasangan bata	99
Gambar 2. 62	Batu bata diambil sampelnya untuk diperiksa.....	101
Gambar 2. 63	Pemasangan bata dengan bantuan profil.....	102
Gambar 2. 64	Profil untuk pasangan bata	102
Gambar 2. 65	Pemeriksaan dengan <i>waterpass</i>	103
Gambar 2. 66	Posisi alas spesi	103
Gambar 2. 67	Pemasangan benang pada profil	104
Gambar 2. 68	Pemotongan batu bata dengan sendok spasi.....	105
Gambar 2. 69	Pemotongan batu bata dengan pahat	106
Gambar 2. 70	<i>Brick hammer</i>	106
Gambar 2. 71	Pemotongan batu bata dengan gergaji	107
Gambar 2. 72	Penghamparan spesi pada permukaan <i>sloof</i>	107
Gambar 2. 73	Pemasangan bata di atas <i>sloof</i>	108
Gambar 2. 74	Pembentukan alur.....	108
Gambar 2. 75	Pemeriksaan dengan <i>waterpass</i>	108
Gambar 2. 76	Pemasangan lapisan kedua.....	109
Gambar 2. 77	Pemeriksaan pasangan setelah setiap lapisan selesai	109
Gambar 2. 78	Mal dari besi.....	110
Gambar 2. 79	Mal dari bambu.....	110
Gambar 2. 80	Mal dari kayu.....	111
Gambar 2. 81	Ujung mal harus tepat di tengah panjang bata	111
Gambar 3. 1	Pemlesteran biodigester	122
Gambar 3. 2	Roskam baja	123
Gambar 3. 3	Roskam kayu	124
Gambar 3. 4	Meja adukan	124
Gambar 3. 5	Tatakan.....	125
Gambar 3. 6	Mistar perata	125

Gambar 3. 7	<i>Roll meter</i>	126
Gambar 3. 8	Unting-unting	126
Gambar 3. 9	Semen di lapangan	127
Gambar 3. 10	Pasir.....	127
Gambar 3. 11	Kepala plesteran sebagai jalur plesteran	130
Gambar 3. 12	Kepala plesteran	131
Gambar 3. 13	Pekerjaan plesteran	133
Gambar 3. 14	Meratakan plesteran.....	134
Gambar 3. 15	Plesteran sudut	135
Gambar 3. 16	Pekerjaan acian	137
Gambar 3. 17	Retakan bangunan	137
Gambar 3. 18	Perbaikan plesteran	138
Gambar 4. 1	Berbagai merk semen	156
Gambar 4. 2	Kerikil	159
Gambar 4. 3	Pasir.....	159
Gambar 4. 4	Air bersih	173
Gambar 4. 5	Batu bata merah	174
Gambar 4. 6	Besi tulangan.....	174
Gambar 4. 7	Semen <i>portland</i> tipe 1	175
Gambar 4. 8	Semen <i>portland</i> tipe 2	176
Gambar 4. 9	Semen <i>portland</i> tipe 3	176
Gambar 4. 10	Semen <i>portland</i> tipe 5	177
Gambar 4. 11	Semen <i>portland</i> komposit.....	178
Gambar 4. 12	Semen <i>portland</i> campur	178
Gambar 4. 13	Pengecekan fisik semen	179
Gambar 4. 14	Pemeriksaan pasir	181
Gambar 4. 15	Pengecekan kerikil	182
Gambar 4. 16	Mutu air diperiksa sebelum digunakan	183
Gambar 4. 17	Pemeriksaan batu bata	185

Gambar 4. 18	Batu bata diambil sampelnya untuk diperiksa.....	186
Gambar 4. 19	Besi ulir.....	186
Gambar 4. 20	<i>Finishing</i> penutup konstruksi reaktor biogas.....	187
Gambar 5. 1	Buah jarak pagar pada beberapa tingkat kematangan.....	197
Gambar 5. 2	Alat bantu panen kelapa sawit egrek dan kapak buah	197
Gambar 5. 3	Alat pemecah buah jarak	198
Gambar 5. 4	Pengepresan biji menggunakan dongkrak hidrolik.....	199
Gambar 5. 5	<i>Double stage screw expeller</i>	200
Gambar 5. 6	<i>Single stage screw Expeller</i>	200
Gambar 5. 7	Desain <i>screw press single stage</i>	200
Gambar 5. 8	Teknik ekstraksi minyak menggunakan pelarut.....	201
Gambar 5. 9	Teknik pemisahan minyak dari pelarut.....	201
Gambar 5. 10	Alat penyaring minyak nabati tipe putar	202
Gambar 5. 11	Alat penyaring minyak nabati tipe horizontal.....	202
Gambar 5. 12	Beberapa contoh reaktor biodiesel yang ada lapangan	203
Gambar 5. 13	Reaktor biodiesel awal.....	204
Gambar 5. 14	Reaktor pengembangan.....	204
Gambar 5. 15	Detail bagian-bagian reaktor pengembangan	206
Gambar 5. 16	Kondensor	207
Gambar 5. 17	<i>Heater dan termokopel</i>	208
Gambar 5. 18	Gelas indikator	209
Gambar 5. 19	Pompa <i>input-output</i>	210
Gambar 5. 20	Pompa vakum	211
Gambar 5. 21	Kaca control	212
Gambar 5. 22	Corong input katalis	213
Gambar 5. 23	Sistem <i>agitator reactor</i> dan <i>drive motor</i> reaktor biodiesel multifungsi...	214
Gambar 5. 24	Aliran cairan tipe radial dan axial.....	214
Gambar 5. 25	Bentuk impeller pada agitator tipe radial dan axial.....	215

Gambar 6. 1	Pisau untuk mengupas singkong.....	223
Gambar 6. 2	Parut listrik.....	223
Gambar 6. 3	Tong stainless.....	224
Gambar 6. 4	Timbangan bandul	224
Gambar 6. 5	Tong stainless.....	225
Gambar 6. 6	Drum untuk proses sacharifikasi.....	227
Gambar 6. 7	Drum fermentasi.....	228
Gambar 6. 8	Desain Peralatan distilasi	229
Gambar 6. 8	Desain Peralatan distilasi	230
Gambar 6. 10	Panel distilator <i>temperature control</i>	230
Gambar 6. 11	Desai tabung reaktor.....	231
Gambar 6. 12	Desain Tabung Reaktor	231
Gambar 6. 13	Rakitan Tabung Reaktor	232

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1	Ukuran batu bata	183
Tabel 4. 2	Kuat tekan batu bata.....	184
Tabel 5. 1	Perbedaan kelebihan pada reaktor awal dan reaktor pengembangan	205

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kenaikan harga bahan bakar minyak terutama minyak tanah dan gas elpiji untuk rumah tangga maupun industri membawa dampak yang serius terhadap perekonomian keluarga maupun produksi di perusahaan yang mengandalkan bahan bakar minyak. Di sisi lain, meningkatnya kebutuhan BBM juga membuat beberapa tempat di Indonesia mengalami kelangkaan BBM.

Meskipun Indonesia adalah salah satu negara penghasil minyak dan gas, namun berkurangnya cadangan minyak dan penghapusan subsidi yang diterapkan oleh pemerintah menyebabkan harga minyak labil. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan menyebabkan kualitas lingkungan menurun.

Program konversi minyak tanah ke gas belum diimbangi oleh persediaan yang cukup, sehingga masih banyak dijumpai antrian para pembeli minyak maupun gas dan tidak jarang ditemui harga yang lebih mahal untuk mendapatkannya.

Salah satu bahan bakar alternatif yang dapat dikembangkan adalah biogas, biodiesel, bioetanol dan biobriket. Bahan bakar biogas dihasilkan dari pengolahan limbah kotoran hewan, salah satunya kotoran sapi. Sementara untuk biodiesel bisa dihasilkan dari berbagai tanaman yang mengandung rendemen minyak dan limbah minyak. Untuk bioetanol bisa dihasilkan dari biomassa yang mengandung pati, dan untuk biobriket bisa dihasilkan dari limbah biomassa yang sangat beragam.

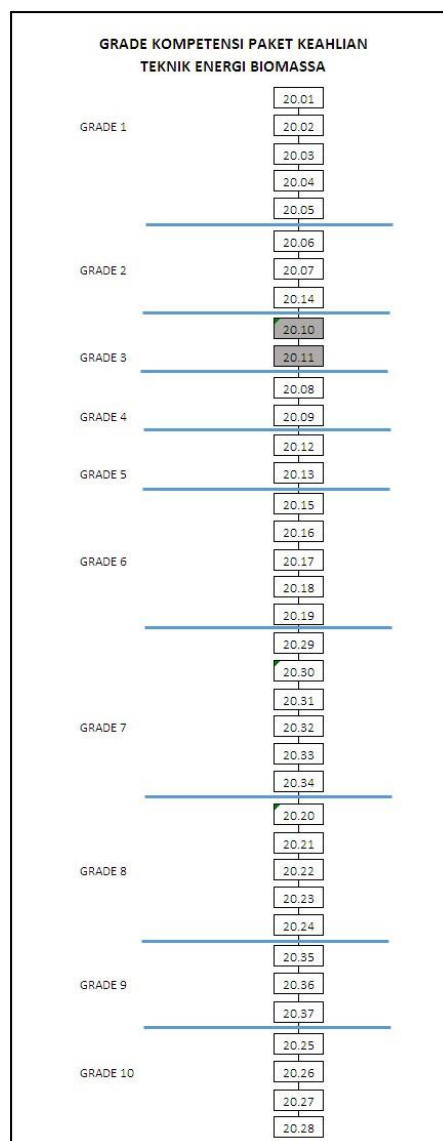
Dengan demikian biogas, biodiesel, bioetanol dan biobriket memiliki peluang yang besar dalam pengembangan di masyarakat karena bahannya dapat diperoleh dari sekitar tempat tinggal masyarakat.

B. Tujuan

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran dalam modul ini, peserta diklat mampu:

1. Mengerti dan memahami bahan dan peralatan konstruksi untuk instalasi biogas, biodiesel, bioetanol dan biobriket.
2. Mengerti dan memahami spesifikasi alat dan bahan yang diperlukan dalam instalasi biogas, biodiesel, bioetanol dan biobriket.
3. Mampu menganalisis bahan dan peralatan yang dibutuhkan dalam instalasi biogas, biodiesel, bioetanol dan biobriket.

C. Peta Kompetensi



D. Ruang Lingkup

Modul ini membahas pekerjaan pasangan bata, teknik plesteran, pemeriksaan bahan di lapangan, peralatan pengolah biodiesel, dan peralatan untuk pembuatan bioetanol. Diharapkan materi ini mampu memberi dasar untuk konstruksi teknik energi biomassa secara menyeluruh.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Penjelasan bagi peserta diklat tentang tata cara belajar dengan bahan ajar/modul bahan ajar, tugas-tugas peserta diklat antara lain:

- 1) Modul ini dirancang sebagai bahan pembelajaran dengan pendekatan peserta diklat aktif.
- 2) Guru berfungsi sebagai fasilitator.
- 3) Penggunaan modul ini dikombinasikan dengan sumber belajar yang lainnya.
- 4) Pembelajaran untuk pembentukan sikap spiritual dan sosial dilakukan secara terintegrasi dengan pembelajaran kognitif dan psikomotorik.
- 5) Lembar tugas peserta diklat untuk menyusun pertanyaan yang berkaitan dengan isi buku memuat (apa, mengapa dan bagaimana).
- 6) Tugas membaca bahan ajar/modul secara mendalam untuk dapat menjawab pertanyaan. Apabila pertanyaan belum terjawab, maka peserta diklat dipersilahkan untuk mempelajari sumber belajar lainnya yang relevan.

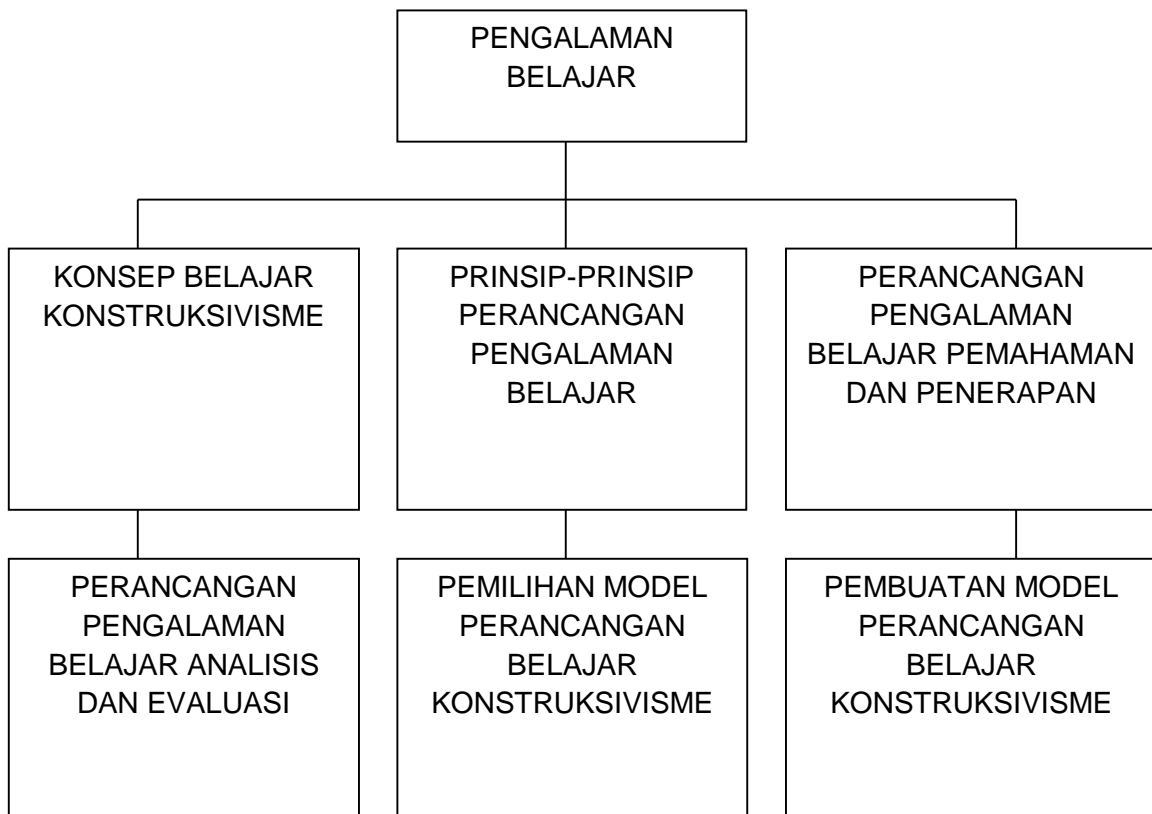
BAB II

KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : MERANCANG PENGALAMAN

BELAJAR

PETA KONSEP



A. Tujuan Pembelajaran

Melalui penggalian informasi, diskusi dan mencoba peserta diklat dapat:

1. Menilai contoh perancangan pengalaman belajar perkembangan berfikir tingkat evaluasi sesuai prinsip-prinsip belajar konstruktivistik secara teliti dan tanggung jawab.
2. Membuat perancangan pengalaman belajar mata pelajaran yang diampu tingkat berfikir mencipta sesuai prinsip-prinsip belajar konstruktivistik secara teliti dan bertanggung jawab

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan prinsip-prinsip perancangan pengalaman belajar pemahaman
2. Menentukan langkah-langkah perancangan pengalaman belajar penerapan.
3. Mengkoreksi contoh perancangan pengalaman belajar perkembangan berfikir analisis dan evaluasi
4. Memilih model pembelajaran yang akan digunakan dalam perancangan pengalaman belajar konstruktivisme.
5. Membuat perancangan pengalaman belajar sesuai model pembelajaran konstruktivisme.

C. Lingkup Materi.

1. Konsep belajar konstruktivisme
2. Prinsip perancangan pengalaman belajar pemahaman
3. Langkah perancangan penerapan
4. Model-model pembelajaran dengan pendekatan belajar konstruktivisme
5. Matrik pemaduan (*scaffolding*) perancangan pengalaman belajar
6. Rancangan pengalaman belajar sesuai model pembelajaran konstruktivisme

D. Langkah-langkah.

Materi pelatihan ini dirancang untuk dipelajari oleh Guru. Selain disajikan prinsip-prinsip dan contoh yang dilakukan dalam bentuk individu, dan diskusi kelompok, juga digunakan latihan sebagai bentuk pendalaman materi yang mendorong kreativitas untuk berinovasi. Pelaksanaan pembelajaran menggunakan pendekatan andragogi, yaitu lebih

mengutamakan pengungkapan kembali pengalaman peserta pelatihan, menganalisis, menyimpulkan, dan menggeneralisasi dalam suasana diklat yang aktif, inovatif, kreatif, efektif, menyenangkan, dan bermakna.

1. Aktivitas individual meliputi:
 - a. memahami dan mencermati materi pelatihan;
 - b. mengerjakan latihan/tugas, menyelesaikan masalah/kasus pada setiap kegiatan belajar;
 - c. menyimpulkan materi pengembangan pengalaman belajar;
 - d. melakukan refleksi.

2. Aktivitas kelompok meliputi:
 - a. mendiskusikan materi pelatihan;
 - b. bertukar pengalaman (*sharing*) dalam melakukan latihan menyelesaikan masalah/kasus;
 - c. membuat rangkuman;
 - d. refleksi.

E. Uraian Materi.

Belajar adalah perubahan berkaitan dengan pengaturan perilaku peserta didik atau kemampuan dalam rentang waktu tertentu dari suatu periode. Perubahan perilaku sebagai hasil belajar sering disebut dengan bukti belajar atau *learning exhibits* yang merupakan akibat proses interaksi antara peserta didik dengan guru, dengan peserta didik lainnya maupun dengan lingkungan serta objek yang dipelajarinya.

Perubahan kemampuan atau perilaku (*behavior*) sebagai hasil belajar sesuai dengan yang diharapkan, tentu tidak dapat terjadi begitu saja, tetapi diperlukan perancangan pengalaman belajar yang disengaja dan sistematis, yang memungkinkan perubahan perilaku dalam perkembangan berfikir peserta didik mencapai gradasi perkembangan sesuai dengan yang ditetapkan dalam tujuan pembelajaran. Untuk itu guru sebagai perancang pembelajaran memegang peranan strategis dalam mengantarkan peserta didik melalui pengalaman belajar yang dirancangnya mencapai gradasi kemampuan tertentu.

1. Pembelajaran Konstruktivisme

Untuk merancang pengalaman belajar peserta didik pada kurikulum 2013 atau juga sering diistilahkan dengan Kurnas, anda diajak terlebih dahulu mengingat kembali salah satu pendekatan pembelajaran yang digunakan yakni pembelajaran berpendekatan konstruktivisme.

Masih ingatkah anda apa filosofi yang mendasari pembelajaran konstruktivisme. Jelaskan.....
.....

Coba periksa jawaban anda dengan pernyataan ini apakah telah sesuai.

Pembelajaran yang menjadikan seseorang secara aktif membangun pengetahuan dan pemahaman dengan mensintesis pengetahuan yang telah dimilikinya menjadi pengetahuan baru. Hal ini disebut pendekatan belajar konstruktivisme, sesuai dengan teori kerja Jean Piaget dalam Alan Pritchard (2010 : 5) “ *his work led to the expansion of understanding of child development and learning as a proces of construction that has underpinned much of the theory relating to social constructivism*”. Berdasarkan teori belajar konstruktivisme merupakan pembelajaran yang pembelajar mengkonstruksi pemahaman mereka dari dunia sekelilingnya berdasarkan pengalaman dimana mereka hidup dan tumbuh. Mereka selanjutnya memilih dan mentransformasi informasi dari pengetahuan yang lalu; saat ini; juga pengalaman menjadi pengetahuan dan pemahaman peserta didik yang baru. Pada tabel 1 di bawah ini dapat dilihat perbandingan antara kognitivisme dan konstruktivisme menurut Anne Jordan; Orison Carlile dan Annetta Stack pada *Approaches to learning* (2008:55).

Tabel 1. Perbandingan antara Kognitivisme dengan Konstruksivisme

Teori	Aktivitas Mental	Proses Belajar	Peran Guru
Cognitivisme	<ul style="list-style-type: none"> • Presepsi • Perhatian • Pemerosesan 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengingat • Pembelajaran permukaan dan mendalam • Menyampaikan informasi (<i>encoding</i>) • Terjadinya secara internal pada dirinya 	<ul style="list-style-type: none"> • Menerapkan prinsip-prinsip kognitif untuk memfasilitasi proses kognitif
Construsivisme	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat makna 	<ul style="list-style-type: none"> • Belajar menurut skema (<i>returning Schemata</i>) • Mengkonstruksi kemampuan pikir/intelektual (<i>mental constructs</i>) • Terjadinya secara internal pada dirinya 	<ul style="list-style-type: none"> • Mendukung pembelajaran bermakna • Membangun gagasan yang menantang

2. Pertimbangan dalam Mengembangkan Pengalaman Belajar

Pengalaman belajar merupakan aktifitas peserta didik dengan lingkungannya yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan. Pengalaman belajar itu bukanlah isi atau materi pelajaran melainkan interaksi peserta didik dengan lingkungan berupa aktivitas dalam proses pembelajaran. Ini sesuai dengan pendapat Tyler (1990:41) “ *The term learning experience is not the same as the content with which a course deal nor activities performed by the teacher The term learning experience refer to interaction between the learner and the external condition in the environment to which he can react. Learning takes place through the active behavior of student; it is what he does that he*

learn not what the teacher does". Dari kutipan di atas dapat digaris bawahi pengalaman belajar adalah apa yang akan diinteraksikan atau yang telah diinteraksikan di dalam proses pembelajaran antara peserta didik dengan lingkungan, bukan apa yang akan atau diperbuat pendidik.

Tugas 2. Berdasarkan pengalaman sebagai seorang pendidik, pertimbangan-pertimbangan apa yang anda lakukan di dalam menentukan pengalaman belajar sesuai Kompetensi Dasar dari mata pelajaran yang diampu berdasarkan pendekatan belajar konstruktivisme?

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

Sesuaikan jawaban anda dengan penjelasan !

Pertimbangan-Pertimbangan Menentukan Pengalaman Belajar

- a. Sesuai dengan tujuan dari Kompetensi Dasar (KD) yang akan dicapai
Dalam sistem perencanaan dan desain pembelajaran tujuan merupakan komponen utama dan pertama yang harus dipikirkan oleh seorang perancang pembelajaran. Sehingga apa yang harus dilakukan guru dan siswa diarahkan untuk mencapai tujuan itu. Dilihat dari domainnya tujuan itu terdiri atas tujuan kognitif, afektif, dan psikomotorik.
- b. Sesuai dengan jenis bahan atau materi pelajaran
Pengalaman belajar yang direncanakan dan didesain harus memerhatikan karakteristik materi pelajaran baik dilihat dari kompleksitas materi maupun pengemasannya.
- c. Ketersediaan sumber belajar
Selain pertimbangan tujuan dan isi bahan pelajaran, seorang desainer pembelajaran dalam menentukan pengalaman belajar juga harus memerhatikan ketersediaan sumber belajar yang dapat digunakan.

- d. Pengalaman belajar harus sesuai dengan karakteristik siswa

Kondisi dan karakteristik siswa merupakan salah satu hal pertimbangan yang harus diperhatikan, baik menyangkut minat dan bakat siswa, kecenderungan gaya belajar maupun kemampuan dasar yang dimiliki siswa.

- e. Model belajar

Model pembelajaran merupakan kerangka konseptual yang digunakan sebagai pedoman dalam melakukan pembelajaran yang disusun secara sistematis untuk mencapai tujuan belajar yang menyangkut sintaksis, system sosial, prinsip reaksi dan system pendukung (Joice&Wells).

3. Prinsip-Prinsip Pengembangan Pengalaman Belajar

Pada pendekatan pembelajaran konstruktivisme peserta didik adalah subjek yang memiliki kemampuan untuk secara aktif mencari, mengolah, mengkonstruksi, dan menggunakan pengetahuan. Untuk itu pengembangan pengalaman pembelajaran harus berkenaan dengan kesempatan yang diberikan kepada peserta didik untuk mengkonstruksi pengetahuan dalam proses kognitifnya. Agar benar benar memahami dan dapat menerapkan pengetahuan, peserta didik perlu didorong untuk bekerja memecahkan masalah, menemukan segala sesuatu untuk dirinya, dan berupaya keras mewujudkan ide-idenya.

Ada sejumlah prinsip-prinsip yang harus diperhatikan mana kala kita akan mengembangkan pengalaman belajar yaitu,

- a. Berorientasi pada tujuan

Dalam system pembelajaran tujuan merupakan komponen yang utama. Efektivitas pengembangan pengalaman belajar ditentukan dari keberhasilan siswa mencapai tujuan pembelajaran.

- b. Aktivitas

Pengaman belajar siswa harus dapat mendorong agar siswa beraktivitas melakukan sesuatu. Aktivitas tidak dimaksudkan terbatas pada aktivitas fisik, akan tetapi juga meliputi aktivitas yang bersifat psikis seperti aktivitas mental.

c. Individualitas

Mengajar adalah usaha mengembangkan setiap individu siswa. Oleh sebab itu pengalaman belajar dirancang untuk setiap individu siswa.

d. Integritas

Merancang pengalaman belajar siswa harus dapat mengembangkan seluruh aspek kepribadian siswa secara terintegritas, dengan tetap memperhatikan prinsip interaktif, Inspiratif, menyenangkan, menantang, dan motivasi. Secara rinci pada Permendikbud No. 103 Tahun 2014 prinsip pengembangan pengalaman belajar perlu memperhatikan :

- 1) peserta didik difasilitasi untuk mencari tahu;
- 2) peserta didik belajar dari berbagai sumber belajar;
- 3) proses pembelajaran menggunakan pendekatan ilmiah;
- 4) pembelajaran berbasis kompetensi;
- 5) pembelajaran terpadu;
- 6) pembelajaran yang menekankan pada jawaban divergen yang memiliki kebenaran multi dimensi;
- 7) pembelajaran berbasis keterampilan aplikatif;
- 8) peningkatan keseimbangan, kesinambungan, dan keterkaitan antara hard-skills dan soft-skills;
- 9) pembelajaran yang mengutamakan pembudayaan dan pemberdayaan peserta didik sebagai pembelajar sepanjang hayat;
- 10) pembelajaran yang menerapkan nilai-nilai dengan memberiketaeladanan (ing ngarso sung tulodo), membangun kemauan mauan (ingmadyo mangun karso), dan mengembangkan kreativitas pesertadidik dalam proses pembelajaran (tut wuri handayani);
- 11) pembelajaran yang berlangsung di rumah, di sekolah, dan dimasyarakat;
- 12) pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran;
- 13) pengakuan atas perbedaan individual dan latar belakang budaya peserta didik;

14) dan suasana belajar menyenangkan dan menantang

Tugas 3. Diskusikan dari kasus berdasarkan hasil observasi pada supervisi akademik oleh guru yang ditugaskan oleh kepala sekolah mensupervisi, ditemukan guru memberikan pengalaman belajar pembentukan pengalaman belajar memahami dengan cara menjelaskan prinsip kerja dari wiring diagram suatu proses, setelah itu guru melakukan tanya jawab. Dari kasus tersebut apakah guru yang mengajar telah menggunakan prinsip pembentukan pengalaman belajar konstruktivisme sesuai tuntutan kurikulum SMK 2013; apa yang seharusnya anda sarankan kepada guru yang mengajar tersebut.

4. Tahapan Pengembangan Pengalaman Belajar

Tahapan pengembangan pembelajaran yang dikembangkan seorang guru dilakukan berdasarkan pada kedudukan KD itu berada, dan berdasarkan itu guru melakukan perancangan pengalaman belajar mengikuti standar proses yang pada kurikulum 2013 berada pada Permendikbud No 65 Tahun 2013 dan petunjuk pembelajaran Permendikbud No 103 Tahun 2014, yang dapat di bagi dalam tahap pra Instruksional atau sering juga di istilahkan dengan langkah pendahuluan, tahap Instruksional atau langkah kegiatan Inti dan tahap penilaian dan tindak lanjut. Pengalaman belajar dalam operasionalnya dirancang guru pada kegiatan Inti yang di dalam kurikulum KTSP 2006 kegiatan ini terbagi pada tiga fase yakni Eksplorasi; Elaborasi dan Konfermasi (EEK). Pada Kurikulum 2013 pengembangan pengalaman belajar dilakukan menggunakan pendekatan saintifik atau pendekatan berbasis proses keilmuan dengan langkah meliputi mengamati, menanya, mengeksperimen, menganalisis dan mengkomunikasikan seperti terlihat pada tabel 2. Pendekatan saintifik dapat menggunakan beberapa strategi seperti pembelajaran kontekstual. Model pembelajaran merupakan suatu bentuk pembelajaran yang memiliki nama, ciri, sintak, pengaturan, dan budaya misalnya discovery learning, project-based learning, problem-based learning, inquiry learning.

Tabel 2. Deskripsi Langkah Pembentukan Pengalaman Belajar

LANGKAH PEMBELAJARAN	DESKRIPSI KEGIATAN	BENTUK HASIL BELAJAR
Mengamati (observing)	mengamati dengan indra (membaca, mendengar, menyimak, melihat, menonton, dan sebagainya) dengan atau tanpa alat	perhatian pada waktu mengamati suatu objek/membaca suatu tulisan/mendengar suatu penjelasan, catatan yang dibuat tentang yang diamati, kesabaran, waktu (on task) yang digunakan untuk mengamati
Menanya (questioning)	membuat dan mengajukan pertanyaan, tanya jawab, berdiskusi tentang informasi yang belum dipahami, informasi tambahan yang ingin diketahui, atau sebagai klarifikasi.	jenis, kualitas, dan jumlah pertanyaan yang diajukan peserta didik (pertanyaan faktual, konseptual, prosedural, dan hipotetik)
Mengumpulkan informasi/mencoba (experimenting)	mengeksplorasi, mencoba, berdiskusi, mendemonstrasikan, meniru bentuk/gerak, melakukan eksperimen, membaca sumber lain selain buku teks, mengumpulkan data dari nara sumber melalui angket, wawancara, dan memodifikasi/ menambahi/ mengembangkan	jumlah dan kualitas sumber yang dikaji/digunakan, kelengkapan informasi, validitas informasi yang dikumpulkan, dan instrumen/alat yang digunakan untuk mengumpulkan data.
Menalar/Mengasosiasi (associating)	mengolah informasi yang sudah dikumpulkan, menganalisis data dalam bentuk membuat kategori, mengasosiasi atau	mengembangkan interpretasi, argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan informasi dari dua fakta/konsep,

LANGKAH PEMBELAJARAN	DESKRIPSI KEGIATAN	BENTUK HASIL BELAJAR
	menghubungkan fenomena/informasi yang terkait dalam rangka menemukan suatu pola, dan menyimpulkan	interpretasi argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan lebih dari dua fakta/konsep/teori, menyintesis dan argumentasi serta kesimpulan keterkaitan antarberbagai jenis fakta/konsep/teori/pendapat; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi, dan kesimpulan yang menunjukkan hubungan fakta/konsep/teori dari dua sumber atau lebih yang tidak bertentangan; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi dan kesimpulan dari konsep/teori/pendapat yang berbeda dari berbagai jenis sumber
Mengomunikasikan (communicating)	menyajikan laporan dalam bentuk bagan, diagram, atau grafik; menyusun laporan tertulis; dan menyajikan laporan meliputi proses, hasil, dan kesimpulan secara lisan	menyajikan hasil kajian (dari mengamati sampai menalar) dalam bentuk tulisan, grafis, media elektronik, multi media dan lain-lain

Tugas 4. Berdasarkan Informasi di atas diskusikan tahapan pengembangan pengalaman belajar dan langkah-langkahnya menurut tuntutan kurikulum 2013 ?.....

5. Pengembangan Pengalaman Belajar Memahami dan Penerapan

Seperti telah disinggung di atas pengalaman belajar peserta didik pada kurikulum 2013 dibentuk melalui langkah-langkah saintifik yang diintegrasikan di dalam model belajar yang sesuai dengan tingkat Kompetensi Dasar yang dipelajari baik berkaitan Kompetensi pengetahuan KD-3 dan kompetensi keterampilan (KD-4). Pengalaman belajar Kompetensi pengetahuan dan Kompetensi keterampilan dilakukan dengan cara menggunakan modus pembelajaran langsung (*direct instructional*). Pembelajaran langsung adalah pembelajaran yang mengembangkan pengetahuan, kemampuan berpikir dan keterampilan menggunakan pengetahuan peserta didik melalui interaksi langsung dengan sumber belajar yang dirancang pendidik di dalam RPP. Dalam pembelajaran langsung peserta didik melakukan kegiatan mengamati, menanya, mengumpulkan informasi / mencoba, menalar / mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Pembelajaran langsung menghasilkan pengetahuan dan keterampilan langsung, yang disebut dengan dampak pembelajaran (*instructional effect*). Adapun Pembelajaran tidak langsung adalah pembelajaran yang terjadi selama proses pembelajaran langsung yang dikondisikan menghasilkan dampak pengiring (*nurturant effect*). Pembelajaran tidak langsung berkenaan dengan pengembangan nilai dan sikap yang terkandung dalam KI-1 dan KI-2. Pengalaman pembelajaran tidak saja terjadi akibat pengaruh eksternal terhadap peserta didik seperti guru, tetapi juga terjadi akibat dari itu sendiri melakukan

aktivitas belajar atau *self instruction* melalui bahan bacaan, gambar atau film Ini sejalan dengan yang Gagne (1992 :3) yakni :

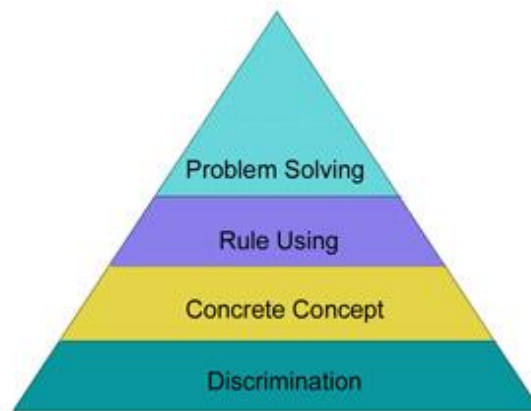
Why do we speak of instruction rather than teaching ? It is because we wish to describe all of the events that may have direct effect on the learning of human being, not just those set motion by individual who is a teacher. Instruction may include events that generated by page of print, by a picture, by a television program, or by combination of physical objects, among other things. Of course, teacher may play an essential role in arrangement of any of these events. Or, as already mentioned, the learners may be able to manage instructional events themselves.

Walaupun pengalaman pembelajaran lebih banyak menekankan pada kegiatan peserta didik, tidak berarti peran-peran guru di dalam interaksi pembelajaran menjadi hilang. Peran guru dalam pengelolaan pembelajaran bergeser dari guru sebagai sumber belajar menjadi fasilitator. Ini sesuai dengan pendapat Gagne (1992 :3) yakni “ *Instruction is set of event that effect learners in such a way that learning is facilitated*”. Sementara Driscoll (1994) memaknai pengertian pembelajaran dalam perspektif yang hampir sama “sebagai rencana atau sementara yang disengaja dari kondisi belajar untuk meningkatkan pencapaian tujuan yang telah ditentukan.”. Peran guru dalam pembelajaran disamping berperan sebagai fasilitator juga guru berperan sebagai perencana dalam kegiatan pengalaman belajar. Baik yang berkaitan dengan rencana kegiatan peserta didik maupun kegiatannya sendiri, dalam upaya memberikan petunjuk pada peserta didik untuk melakukan belajar, sehingga mampu mendeskripsikan apa yang dipelajarinya.

Agar memudahkan perencanaan pengalaman belajar, pendidik sebagai perancang pengalaman belajar akan menggunakan tujuan pembelajaran atau indikator sebagai representatif dari kompetensi dasar yang diajarkan dalam bentuk tingkatan gradasi taksonomi. Dimana Taksonomi merupakan seperangkat prinsip untuk mengklasifikasikan tiga domain dalam perilaku tujuan hasil belajar yaitu kognitif; afektif dan psikomotor. Ini sejalan dengan apa yang diutarakan oleh Bloom (1956 : 7) “ *Our original plans called for a complete taxonomy in three major parts - the cognitive, the affective, and the psychomotor domains*”. Domain kognitif merupakan

berpikir yang berhubungan dengan sesuatu fenomena seperti mengingat atau mengenal pengetahuan dan manifestasi kemampuan intelektual dan kecakapan; domain afektif berhubungan dengan minat, perilaku dan nilai; sedangkan domain psikomotor berhubungan dengan perilaku keterampilan yang kompleks atau pengembangan keterampilan motorik di bengkel berkaitan dengan pendidikan vokasi. Sementara Gagne (2000:83) membedakan kategori perilaku hasil belajar (*Outcome behavior*) dalam lima klasifikasi yaitu “*The domains I would distinguish are five, and I call them (1) motor Skill, (2) Verbal information, (3) intellectual skills, (4) Cognitive Strategies, and (5) attitudes*”.

Klasifikasi perilaku hasil belajar dalam keterampilan intelektual (*intellectual skills*) merupakan kecakapan yang berfungsi seseorang berinteraksi dengan lingkungannya melalui penggunaan simbol-simbol atau konsep-konsep yang merupakan salah satu cara utama seseorang mengingat dan berpikir tentang dunia dimana mereka hidup. Belajar keterampilan intelektual berarti belajar bagaimana melakukan sesuatu dari sisi intelektual (Gagne, 1992:43), dan secara umum apa yang dipelajari tersebut diistilahkan dengan pengetahuan prosedural atau *knowing how*, Tingkat keterampilan intelektual seseorang berkembang sejalan dengan perhatian dan kemampuan intelektual yang dimilikinya, dan perbedaan keterampilan intelektual tersebut dapat diklasifikasikan dari level terendah ke level tinggi, dimana level rendah merupakan prasyarat untuk mencapai level di atasnya. Gagne (1992 : 55) membagi tingkat kompleksitas keterampilan Intelektual dari mulai : *Discriminations; Concrete Concepts; Rule and Defined Concepts; Higher Order Rules; Problem Solving*. Tingkatan level tersebut digambarkan seperti pada Gambar 2 sebagai berikut.



Strategi kognitif (*Cognitive strategies*) merupakan keterampilan belajar yang mengatur belajarnya, mengingat dan berpikir yang diregulasi oleh proses internal peserta didik. Kemampuan ini dalam istilah teori belajar modern disebut dengan proses kontrol yakni suatu proses internal yang mana peserta didik menyeleksi dan memodifikasi cara-caranya dalam menghadirkan informasi, belajar dan berpikir serta memecahkan masalah. Pengaturan diri ini dilakukan sebagai metoda yang digunakan seseorang dalam mengontrol dirinya untuk mendapatkan inti dari permasalahan. Lebih singkatnya Gagne (1992 : 70) menyatakan strategi kognitif merupakan keterampilan kognitif untuk memilih dan mengarahkan proses-proses internal dalam belajar dan berpikir. Dengan demikian strategi kognitif adalah keterampilan peserta didik mengontrol dirinya sendiri secara internal berkaitan dengan teknik berpikir, cara menganalisis problem dan pendekatan dalam memecahkan masalah. Konsep dan aturan-aturan yang menunjuk pada lingkungan objek-objek dan kejadian-kejadian seperti pernyataan-pernyataan, grafik-grafik, atau rumus matematis, merupakan objek keterampilan intelektual sedangkan objek strategi-strategi kognitif adalah proses-proses kognitif yang dimiliki siswa. Strategi kognitif yang digunakan siswa dapat menentukan bagaimana ia belajar, bagaimana ia memanggil kembali dan menggunakan apa yang dipelajari, dan bagaimana ia berpikir. Sekaitan dengan itu Weinstein dan Mayer dalam Gagne (1992 : 66) membagi strategi kognitif menjadi lima: (1) strategi- strategi menghafal (*rehearsal strategies*), strategi-strategi elaborasi (*elaboration strategies*), strategi-strategi pengaturan (*organizing strategies*), strategi-

strategi pemantauan pemahaman (*comprehension monitoring strategies*) atau juga disebut strategi-strategi metakognitif (*metacognitive strategies*), dan strategi-strategi afektif (*affective strategies*).

Informasi verbal (*Verbal Information*) atau pengetahuan deklaratif, adalah kemampuan pengetahuan pembelajar untuk menyampaikan suatu fakta atau kumpulan kejadian melalui lisan, tulisan atau gambar. Kemampuan tersebut harus ditunjang oleh kemampuan intelektual dalam rangka menempatkan pernyataan dengan tepat atau peserta didik harus mengetahui bagaimana dalam membangun kalimat sederhana sehingga peserta didik dapat menyampaikan pernyataan yang berkaitan dengan pengetahuan yang diketahuinya dalam bentuk penyampaian lisan atau tulisan. Kemampuan yang dipelajari yang memungkinkan peserta didik memiliki kemampuan menyampaikan ide atau gagasan disebut informasi verbal atau *knowing that or declarative knowledge* (R. Gagne, 1985 : 48).

Kemampuan hasil belajar ke empat menurut Gagne merupakan *motor skills*, berbentuk motorik dimana peserta didik melakukan keterampilan gerakan kesatuan yang terorganisir atau tersusun. Kemampuan gerakan yang terorganisir yang diindikasikan dalam tindakan yang halus; teratur dan waktu yang tepat merupakan refleksi keterampilan motorik tingkat tinggi (minimal tingkat Presisi pada taksonomi keterampilan Dave) dari peserta didik, sebagai hasil latihan yang terus menerus dalam rentang waktu tertentu. Sehubungan dengan itu urutan prosedur dari keterampilan motorik harus dipelajari oleh peserta didik dan biasanya dipelajari bersamaan dengan mempelajari keterampilan motoriknya itu sendiri. Keadaan itu diistilahkan dengan *internal condition* atau juga cara demikian oleh Fitts and Posner dalam R. Gagne (1985:48) disebut "*executive subroutine*" yakni karakter kebiasaan peserta didik berkaitan apa yang akan dilakukan setelah melakukan. Hal ini berlainan dengan *external condition*, yakni urutan prosedur gerak keterampilan motorik dibentuk melalui periode latihan yang diulang-ulang dengan pemberian umpan balik yang dilakukan oleh pengajar atau pelatih. Langkah ini akan meningkatkan kehalusan dan ketepatan waktu dari keterampilan motorik.

Attitude satu juga sering diistilahkan sikap merupakan perilaku kemampuan hasil belajar berkaitan dengan keadaan internal yang mempengaruhi pilihan personal peserta didik. Keadaan internal yang mempengaruhi tindakan peserta didik sangat dipengaruhi oleh situasi spesifik dimana tindakan tersebut dilakukan dan juga ditunjang secara bersamaan melalui pengetahuan dan aspek-aspek emosional yang dipelajari dalam berbagai cara. Pembentukan kemampuan tindakan peserta didik sebagai bagian dari sikap dapat dipelajari melalui bentuk suatu kejadian maupun peniruan dari perilaku tertentu yang diajarkan oleh pengajar, atau melalui observasi pada model. Apabila sikap diajarkan melalui imitasi atau model, maka hal terpenting yang perlu diperhatikan yakni peserta didik harus respek dan kagum pada perilaku orang yang dijadikan model tersebut. Lebih lanjut berdasarkan apa yang dipelajarinya, peserta didik dapat mengekspresikan bentuk tingkah laku yang tepat, sesuai dengan tujuan yang telah dirumuskan.

Pengembangan pengalaman belajar tingkat memahami (C2) merupakan kemampuan mengonstruksi makna dari pesan pembelajaran baik secara lisan, tulisan maupun grafik. Sekaitan dengan itu pembentukan pengetahuan deklaratif atau informasi verbal dapat dirancang oleh pendidik dengan cara peserta didik belajar secara individu dan atau kelompokan untuk mempelajari yang berkaitan dengan tata letak, bentuk, konsep dan prinsip kerja berdasarkan gambar diagram dari suatu kompetensi dasar yang di pelajari. Kegiatan ini dalam konteks saintifik bagaimana peserta didik menggali informasi baik berdasarkan buku siswa maupun sumber yang lain seperti *searching* di internet, observasi pada objek latih yang selanjutnya mereka dapat saling bertanya di dalam kelompoknya maupun diri sendiri untuk menguatkan informasi yang di dapatnya sehingga mereka dapat menyampaikan atau menyajikan secara verbal maupun tulisan berkaitan dengan konsep dan prinsip kerja sebagai pengetahuan deklaratif yang telah dikonstruksi peserta didik.

Pengembangan pengalaman belajar tingkat C3 yakni menerapkan (*apply*); merupakan kemampuan dalam penggunaan prosedur dalam situasi yang diberikan atau situasi baru. Pendidik dalam merancang pengalaman belajar membentuk kemampuan peserta didik dalam perkembangan berfikir penerapan dapat dilakukan dengan

membentuk hasil belajar strategi kognitif (*Cognitive strategies*) yang merupakan keterampilan belajar yang mengatur belajarnya, mengingat dan berpikir yang diregulasi oleh proses internal peserta didik. Guru sebagai perancang pengajaran harus memberikan pengalaman belajar yang memungkinkan peserta didik dapat menerapkan pengetahuan yang telah dimilikinya seperti konsep dan prinsip dapat diaplikasikan berkaitan dengan pemeriksaan fungsi kerja dari sistem yang menggunakan konsep atau prinsip kerja tersebut. Kegiatan pengalaman belajar pada tahapan ini merupakan kelanjutan dari pengalaman belajar Memahami (C2) yang lebih lanjut peserta melalui langkah pengumpulan data (ekperimen) melakukan pengukuran dengan menggunakan konsep atau prinsip kerja yang telah dimilikinya terhadap sistem yang diperiksa. Pada pengalaman belajar ini peserta didik dapat mengembangkan berfikir skematik untuk menentukan dari mana pemeriksaan dilakukan.

TUGAS 5 ; Kembangkan pengalaman belajar pembentukan perkembangan berfikir C2 dan C3 peserta didik dari mata pelajaran yang anda ampu dengan pendekatan saintifik

6. Pengembangan Pengalaman Belajar Menganalisis dan Evaluasi

Pengembangan pengalaman belajar tingkat C4 yakni analisis merupakan penguraian materi kedalam bagian-bagian dan bagaimana bagian-bagian tersebut saling berhubungan satu sama lainnya dalam keseluruhan struktur. Adapun pengalaman belajar mengevaluasi (C5); merupakan kemampuan membuat keputusan berdasarkan kriteria dan standar. Pengalaman belajar tingkat analisis dan evaluasi dapat menggunakan model pembelajaran berbasis masalah atau pemecahan masalah, dimana pendidik dapat menggunakan problem sebagai pemotivasi belajar peserta didik yang lebih lanjut membentuk peserta didik sebagai pemecah masalah. Pengalaman belajar memecahkan masalah dapat dilakukan jika peserta didik telah memiliki pengalaman belajar pada tingkat C2 dan C3 sebagai *prerequesit* yang memungkinkan terbentuknya pengalaman belajar menganalisis dan evaluasi. Sebagai

contoh langkah-langkah pengembangan pengalaman belajar pada keahlian otomotif dapat dilakukan sebagai berikut:

Mengidentifikasi dan Merumuskan masalah

- Peserta didik memperhatikan permasalahan yang disampaikan pendidik mengenai gangguan (*fault*) yang terjadi pada kendaraan (mobil) ketika saat digunakan.
- Peserta didik melakukan observasi pada objek latihan (*training object*)
- Peserta didik mendiskusikan dalam kelompok tentang masalah yang terjadi pada kendaraan.
- Pendidik menstimulus dengan pertanyaan pemandu mengapa terjadi gangguan, apa akibat jika pengemudi membiarkan gangguan tersebut dan apa yang harus diketahui untuk dapat mengidentifikasi gangguan pada masalah yang dibahas.
- Peserta didik melakukan penggalian informasi berkaitan dengan konsep dan prinsip dari Kompetensi Dasar yang dipelajari dari modul yang disiapkan pendidik
- Peserta didik melakukan pertanyaan didalam kelompok berkaitan dengan faktor-faktor kemungkinan penyebab gangguan dan melakukan tutorial sebaya
- Peserta didik merumuskan kemungkinan penyebab utama gangguan pada sistem yang ada pada kendaraan

Mengembangkan kemungkinan penyebab, mendiagnosa, melakukan tindakan perbaikan berdasarkan penentuan letak gangguan, dan melakukan pengayaan berdasarkan perkembangan teknologi

- Pendidik memberikan pertanyaan pemandu bagaimana cara menentukan kemungkinan penyebab yang sistimatis dan dari mana memulainya.
- Pendidik membimbing (tutorial kelompok) peserta didik dalam mengembangkan alur atau *schemata* cara menentukan kemungkinan penyebab gangguan berdasarkan aliran listrik.
- Berdasarkan penggalian informasi dan diskusi peserta didik dalam kelompok mengembangkan alur cara menentukan kemungkinan penyebab gangguan.

- Setiap siswa menyampaikan pedapatnya dalam kelompok tentang cara menelusuri letak masalah beserta alasannya.
- Pendidik menanyakan langkah awal cara memeriksa dalam menentukan letak gangguan serta memeriksa hubungan antara komponen baik secara manual maupun alat ukur.
- Peserta didik mengobservasi pada sistem kemungkinan-kemungkinan gangguan dan menyampaikan hasil observasi berdasarkan fakta.
- Peserta didik memeriksa secara manual dan dengan alat ukur hubungan antar komponen serta menyampaikan hasil pemeriksaannya pada kelompok luas berdasarkan fakta hasil pengukuran.
- Peserta didik melakukan diagnosa dengan menganalisis hasil-hasil pemeriksaan, menyimpulkan letak gangguan dan menentukan kemungkinan kerusakan serta solusi perbaikannya.
- Peserta didik menyampaikan simpulan letak gangguan pada kelompok besar dan menanggapi pertanyaan berdasarkan konsep, prinsip dan hasil pemeriksaan
- Pendidik menanyakan langkah-langkah perbaikan dan melakukan bimbingan pada peserta didik berkaitan pelaksanaan perbaikan komponen.
- Peserta didik melakukan pembongkaran, penggantian komponen dan perakitan kembali sistem dengan panduan service manual.
- Pendidik menstimulus dengan pertanyaan pemandu pada peserta didik berkaitan dengan pengayaan materi sesuai dengan perkembangan teknologi yang diterapkan pada sistem dewasa ini
- Peserta didik menggali informasi dari hand out yang diberikan pendidik berkaitan dengan konstruksi dan prinsip kerja serta mengobservasi komponen.
- Peserta didik mendiskusikan perbedaan konstruksi dan prinsip kerja dengan tipe konvensional, mempresentasikan prinsip kerja dan kelebihan dari teknologi baru serta kemungkinan gangguan dan cara mengatasinya.

Mengevaluasi hasil solusi masalah dan konfirmasi pemecahan masalah

- Peserta didik melakukan evaluasi terhadap perakitan dan perbaikan berdasarkan SOP dengan menguji performan sistem tanpa beban di luar kendaraan serta mengetes dengan beban yang berbeda-beda pada kendaraan dengan di dampingi pendidik.
- Pendidik memberikan stimulus melalui pertanyaan pemandu, apa yang peserta didik sarankan kepada *user* apabila sistem mengalami kerusakan pada komponen utama.
- Peserta didik menyampaikan pandangannya berkaitan dengan kerusakan pada komponen utama dan solusi perbaikannya sesuai SOP dan harga keekonomisan.
- Peserta didik melakukan refleksi terhadap perbaikan sistem yang mengalami gangguan pada kendaraan.

Tugas 6. Cermati contoh perancangan pengalaman belajar melalui model pemecahan masalah di atas, dan berikan pendapat perkembangan berfikir apa yang dapat dibentuk melalui model belajar tersebut

7. Memilih Model Perancangan Belajar Konstruktivisme

Pada Kurikulum 2013 dikembangkan 3 (tiga) model pembelajaran utama yang diharapkan dapat membentuk perilaku saintifik, perilaku sosial serta mengembangkan rasa keingintahuan. Ketiga model tersebut adalah: model Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem Based Learning*), model Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*), dan model Pembelajaran Melalui Penyingkapan/ Penemuan (*Discovery/Inquiry Learning*). Tidak semua model pembelajaran tepat digunakan untuk semua KD/materi pembelajaran. Model pembelajaran tertentu hanya tepat digunakan untuk materi pembelajaran tertentu pula. Demikian sebaliknya mungkin materi pembelajaran tertentu akan dapat berhasil maksimal jika menggunakan model pembelajaran tertentu. Untuk itu guru harus menganalisis rumusan pernyataan setiap KD, apakah cenderung pada pembelajaran penyingkapan (*Discovery/Inquiry Learning*) atau pada pembelajaran hasil karya

(*Problem Based Learning dan Project Based Learning*). Di bawah ini diberikan rambu-rambu cara memilih model pembelajaran dari Kompetensi Dasar yang akan diajarkan.

Rambu-rambu penentuan model penyingkapan/penemuan:

- a. Pernyataan KD-3 dan KD-4 mengarah ke pencarian atau penemuan;
- b. Pernyataan KD-3 lebih menitik beratkan pada pemahaman pengetahuan faktual, konseptual, dan procedural; dan
- c. Pernyataan KD-4 pada taksonomi mengolah dan menalar.

Rambu-rambu penemuan model hasil karya (*Problem Based Learning dan Project Based Learning*):

- a. Pernyataan KD-3 dan KD-4 mengarah pada hasil karya berbentuk jasa atau produk;
- b. Pernyataan KD-3 pada bentuk pengetahuan metakognitif;
- c. Pernyataan KD-4 pada taksonomi menyaji dan mencipta, dan
- d. Pernyataan KD-3 dan KD-4 yang memerlukan persyaratan penguasaan pengetahuan konseptual dan prosedural.

Masing-masing model pembelajaran tersebut memiliki urutan langkah kerja (*syntax*) tersendiri, yang dapat diuraikan sebagai berikut.

- a. Model Pembelajaran Penyingkapan (Penemuan dan pencarian/penelitian)

Model *Discovery Learning* adalah memahami konsep, arti, dan hubungan, melalui proses intuitif untuk akhirnya sampai kepada suatu kesimpulan (Budiningih, 2005:43). *Discovery* terjadi bila individu terlibat, terutama dalam penggunaan proses mentalnya untuk menemukan beberapa konsep dan prinsip.

Discovery dilakukan melalui observasi, klasifikasi, pengukuran, prediksi, penentuan dan *inferi*. Proses tersebut disebut *cognitive process* sedangkan *discovery* itu sendiri adalah *the mental process of assimilating concepts and principles in the mind* (Robert B. Sunddalam Malik, 2001:219).

1) Sintaksis model *Discovery Learning*

- a) Pemberian rangsangan (*Stimulation*);
- b) Pernyataan/Identifikasi masalah (*Problem Statement*);

- c) Pengumpulan data (*Data Collection*);
- d) Pembuktian(*Verification*), dan
- e) Menarik simpulan/generalisasi (*Generalization*).

2) Sintaksis model *Inquiry Learning* Terbimbing

Model pembelajaran yang dirancang membawa peserta didik dalam proses penelitian melalui penyelidikan dan penjelasan dalam *setting* waktu yang singkat (Joice&Wells, 2003).

Merupakan kegiatan pembelajaran yang melibatkan secara maksimal seluruh kemampuan siswa untuk mencari dan menyelidiki sesuatu secara sistematis kritis dan logis sehingga mereka dapat merumuskan sendiri temuannya.

Sintaksis/tahap model inkuiri terbimbing meliputi:

- a) Orientasi masalah;
- b) Pengumpulan data dan verifikasi;
- c) Pengumpulan data melalui eksperimen;
- d) Pengorganisasian dan formulasi eksplanasi, dan
- e) Analisis proses inkuiri.

b. Model Pembelajaran Hasil Karya *Problem Based Learning (PBL)*

Merupakan pembelajaran yang menggunakan berbagai kemampuan berpikir dari peserta didik secara individu maupun kelompok serta lingkungan nyata untuk mengatasi permasalahan sehingga bermakna, relevan, dan kontekstual (Tan Onn Seng, 2000).

Tujuan PBL adalah untuk meningkatkan kemampuan dalam menerapkan konsep-konsep pada permasalahan baru/nyata, pengintegrasian konsep *High Order Thinking Skills (HOTS)*, keinginan dalam belajar, mengarahkan belajar diri sendiri dan keterampilan (Norman and Schmidt).

1) Sintaksis model *Problem Based Learning* dari Bransford and Stein (dalam Jamie Kirkley, 2003:3) terdiri atas:

- a) Mengidentifikasi masalah;
- b) Menetapkan masalah melalui berpikir tentang masalah dan menseleksi informasi-informasi yang relevan;

- c) Mengembangkan solusi melalui pengidentifikasi alternatif-alternatif, tukar-pikiran dan mengecek perbedaan pandang;
 - d) Melakukan tindakan strategis, dan
 - e) Melihat ulang dan mengevaluasi pengaruh-pengaruh dari solusi yang dilakukan.
- 2) Sintaksis model *Problem Solving Learning* Jenis *Trouble Shooting* (David H. Jonassen, 2011:93) terdiri atas:
- a) Merumuskan uraian masalah;
 - b) Mengembangkan kemungkinan penyebab;
 - c) Mengetes penyebab atau proses diagnosis, dan
 - d) Mengevaluasi.
- c. Model pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)*.

Pembelajaran otentik menggunakan proyek nyata dalam kehidupan yang didasarkan pada motivasi yang tinggi, pertanyaan yang menantang, tugas-tugas atau permasalahan untuk membentuk penguasaan kompetensi yang dilakukan secara kerjasama dalam upaya memecahkan masalah (Barel, 2000 and Baron 2011).

Tujuan PjBL adalah meningkatkan motivasi belajar, *team work*, keterampilan kolaborasi dalam pencapaian kemampuan akademik level tinggi/taksonomi tingkat kreativitas yang dibutuhkan pada abad 21 (Cole & Wasburn Moses, 2010).

Sintaksis/tahapan model pembelajaran *Project Based Learning*, meliputi:

- 1) Penentuan pertanyaan mendasar (*Start with the Essential Question*);
- 2) Mendesain perencanaan proyek;
- 3) Menyusun jadwal (*Create a Schedule*);
- 4) Memonitor peserta didik dan kemajuan proyek (*Monitor the Students and the Progress of the Project*);
- 5) Menguji hasil (*Assess the Outcome*), dan
- 6) Mengevaluasi pengalaman (*Evaluate the Experience*).

Tugas 7. Tentukan model pembelajaran dari KD mata pelajaran yang anda ampu menggunakan tabel 3. Di bawah ini dengan menggunakan kriteria pemilihan model pembelajaran yang telah di jelaskan di atas.

Tabel 1. Penentuan Model Pembelajaran Mata Pelajaran

No.	Kompetensi Dasar	Model Pembelajaran	Keterangan

8. Pembuatan Model Perancangan Belajar

ar memudahkan langkah pemaduan/pensinkronan pendekatan dengan model pembelajaran yang dipilih atas dasar hasil analisis, dapat menggunakan matrik perancah sebagai pertolongan sebelum dituliskan menjadi kegiatan inti pada RPP. Pemaduan atau pensinkronan antara langkah-langkah pendekatan saintifik dan sintaksis (langkah kerja) model pembelajaran dilakukan sebagai berikut.

1. Pilih pasangan KD-KD dari mata pelajaran yang diampu sesuai dengan silabus.
2. Rumuskan IPK dari KD3 dandari KD4 sesuai dengan dimensi proses atau level pengetahuan dan dimensi kategori pengetahuan dan keterampilan yang terkandung di masing-masing KD. Setiap KD minimal memiliki 2 (dua) indikator.
3. Petakan pemilihan model pembelajaran sesuai KD dengan mempertimbangkan rambu-rambu pemilihan model pembelajaran.
4. Pilih model pembelajaran sesuai KD dengan mempertimbangkan rambu-rambu pemilihan model pembelajaran.

Contoh :

**Matrik Perancah Pemaduan Sintaksis Model Pembelajaran *Problem Based Learning*
dan Pendekatan Saintifik pada Mapel Kelistrikan Alat Berat**

- KI 3. Memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.
- KI 4. Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik					
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)	
3.3 Menentukan teknik perbaikan ringan pada sistem penerangan alat berat.	1. Mengurutkan teknik perbaikan ringan pada sistem penerangan alat berat.	1. Melalui menggali informasi dari referensi dan diskusi siswa dapat mengurutkan teknik perbaikan ringan pada sistem penerangan alat	1. Merumuskan uraian masalah.	<ul style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan permasalahan tentang tidak hidupnya lampu kepala, lampu stop, lampu parking. Guru menanyakan dan menugas 					

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
		berat sesuai buku literatur dengan teliti, santun, bekerjasama dan menghargai pendapat orang lain.		<p>kan untuk mengobservasi apa yang menyebabkan kemungkinan lampu-lampu tersebut tidak menyala.</p> <ul style="list-style-type: none"> Siswa memperhatikan permasalahan 				

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
			<p>2. Mengembangkan kemampuan</p>	<p>yang disampaikan oleh guru.</p> <ul style="list-style-type: none"> Siswa secara berkelompok mengobservasi gangguan yang terjadi pada sistem penerangan alat berat. Siswa menggali 				

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
			kinan penyebab.	i informasi tentang sistem penerangan alat berat pada software training manual berbagai jenis alat berat. <ul style="list-style-type: none"> Siswa mendiskusikan kemungkinan gangguan 				

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
				<p>n berdasar kan hasil observasi dan pembacaan sistem penerangan alat berat.</p> <ul style="list-style-type: none"> Berdasarkan hasil diskusi siswa mengidentifikasi kemungkinan-kemung 				

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
				kinan gangguan pada sistem penerangan alat berat.				

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
					<ul style="list-style-type: none"> Guru menugaskan siswa untuk menentukan kemungkinan utama penyebab gangguan tidak hidupnya lampu kepala, lampu stop, 			

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
					lampu parking. • Siswa mendiskusikan temuan-temuan berdasarkan observasi terhadap gangguan tidak hidupnya lampu kepala, lampu stop, lampu parking. • Siswa berdasarkan diskusi dan			

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
					<p>observasi merumuskan masalah-masalah penyebab gangguan tidak hidupnya lampu kepala, lampu stop, lampu parking.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menugaskan siswa mengembankan skema penelusuran gangguan. 			

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
					<ul style="list-style-type: none"> Siswa dalam kelompok berdasarkan pengetahuan yang dimilikinya menentukan urutan pemeriksaan gangguan tidak hidupnya lampu kepala, lampu stop, lampu parking. 			
	2. Mendiagnosis gangguan	2. Melalui menggali	3. Mengetes penyebab atau			<ul style="list-style-type: none"> Guru menugaskan siswa untuk 		

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
	ringan pada sistem penerangan alat berat.	informasi dari referensi dan diskusi siswa dapat mendiagnosis gangguan ringan pada sistem penerangan alat berat sesuai buku literatur dengan	proses diagnosa.			melakukan pemeriksaan berdasarkan urutan pemeriksaan gangguan tidak hidupnya lampu kepala, lampu stop, lampu parking yang telah siswa buat. • Siswa melakukan pengukuran menggunakan AVO meter		

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dari hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
		teliti, santun, bekerjasama dan menghargai pendapat orang lain.				berdasarkan urutan skema penelusuran gangguan sesuai service manual. <ul style="list-style-type: none"> • Siswa mencatat dan membandingkan hasil pengukurannya dengan data pada service manual. • Siswa menentukan 		

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
						letak gangguan.		
4.3 Memperbaiki kerusakan ringan pada Asistem penerangan alat berat sesuai dengan SOP.	1. Memperbaiki kerusakan ringan pada sistem penerangan alat berat sesuai dengan SOP.	1. Melalui praktik siswa dapat memperbaiki kerusakan ringan pada sistem penerangan alat berat sesuai Service Manual dengan				<ul style="list-style-type: none"> Guru menugaskan siswa memperbaiki gangguan yang telah ditentukan sesuai dengan service manual. Siswa melakukan perbaikan kerusakan ringan pada gangguan yang telah 		

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
		teliti, konsisten, rasa percaya diri, teliti dan disiplin.				<p>ditentukan sesuai service manual.</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru mengawasi dan menilai pelaksanaan perbaikan kerusakan ringan pada gangguan yang telah ditentukan sesuai service manual. 		
	2. Mengkalibrasi hasil perbaikan	2. Melalui praktik siswa	4. Mengevaluasi				<ul style="list-style-type: none"> Guru menugaskan siswa untuk 	

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dari hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
	kerusakan ringan pada sistem penerangan alat berat sesuai dengan SOP.	dapat mengkalibrasi hasil perbaikan kerusakan ringan pada sistem penerangan alat berat sesuai Service Manual dengan teliti, konsiste	si				memeriksa ulang hasil perbaikan yang dilakukan siswa secara kelompok. <ul style="list-style-type: none"> • Siswa memeriksa ulang hasil perbaikan dengan cara mencoba fungsi dari bagian yang telah diperbaiki. • Siswa menyimpulkan hasil 	

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
		n, rasa percaya diri, teliti dan disiplin.					pemeriksaan perbaikan gangguan sesuai service manual.	
								<ul style="list-style-type: none"> Guru menugaskan siswa untuk mempresentasikan proses dan hasil perbaikan ringan gangguan sistem penerangan alat berat.

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
								<ul style="list-style-type: none"> • Siswa membuat bahan presentasi tentang proses dan hasil perbaikan ringan gangguan sistem penerangan alat berat. • Siswa mempresentasikan tentang proses dan hasil perbaikan

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dari hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
								<p>ringan gangguan sistem penerangan alat berat.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing dan menilai pelaksanaan presentasi • Siswa lain memberikan tanggapan dan masukan • Siswa memperbaiki hasil presentasi

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
								perbaikan ringan gangguan sistem penerangan alat berat. <ul style="list-style-type: none"> • Siswa secara individu membuat laporan pelaksanaan perbaikan ringan gangguan sistem penerangan alat berat. • Guru bersama

Kompetensi Dasar	IPK	Tujuan Pembelajaran	Sintaksis model Problem Based Learning	Pendekatan Saintifik				
				Mengamati (mengidentifikasi masalah)	Menanya (merumuskan masalah/hipotesis)	Mengumpulkan Informasi (menguji hipotesis)	Menalar (menyimpulkan hasil dr hipotesis)	Mengomunikasikan (memformulasikan pembuktian hipotesis)
								siswa menyimpulkan dari hasil pelaksanaan presentasi perbaikan ringan gangguan sistem penerangan alat berat.

Tugas 8 : Buat matrik pemaduan model belajar dengan pendekatan saintifik dari pasangan KD (KD-3 dan KD-4) mata pelajaran yang anda ampu

F. Rangkuman

1. Konstruktivisme merupakan salah satu aliran filsafat pengetahuan yang menekankan bahwa pengetahuan kita merupakan hasil bentukan(Konstruksi) kita sendiri.
2. Pembelajaran Konstruktivisme adalah pembelajaran yang menjadikan seseorang secara aktif membangun pengetahuan dan pemahaman dengan mensintesis pengetahuan yang telah dimilikinya menjadi pengetahuan baru.
3. Pengetahuan merujuk pada pengalaman seseorang akan dunia, tetapi bukan dunia itu sendiri. Tanpa pengalaman seseorang tidak dapat membentuk pengetahuan. Pengalaman tidak hanya diartikan sebagai pengalaman fisik, tetapi juga pengalaman kognitif mental.
4. Pengalaman belajar merupakan aktifitas peserta didik dengan lingkungannya yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan.
5. Pengalaman belajar ditentukan berdasarkan pertimbangan –pertimbangan yang meliputi kesesuaian dengan tujuan dari kompetensi dasar, jenis bahan / materi pembelajaran, ketersediaan sumber belajar, karakteristik siswa dan model pembelajaran.
6. Pengembangan pengalaman belajar berdasarkan pada prinsip- prinsip yaitu berorientasi pada tujuan, aktivitas , individualitas dan integritas.
7. Tahapan pengembangan pengalaman belajar menurut Permendiknas No. 103 tahun 2014 dibagi menjadi tiga tahap yaitu pra instruksional (pendahuluan), tahap instruksional (inti) dan tahap tindak lanjut, sedangkan pengalaman belajar dirancang guru terletak pada kegiatan intruksional atau kegiatan inti.
8. Langkah-langkah pendekatan saintifik meliputi kegiatan mengamati, menanya, mencoba / mengeksperimen, menganalisis, dan mengkomunikasikan.
9. Dalam mengimplementasikan pendekatan saintifik dapat menggunakan beberapa strategi seperti pendekatan kontekstual diantaranya *discovery learning, project based learning, problem based learning dan inquiry learning*.
10. Pengembangan pengalaman belajar memahami (C2) dan menerapkan (C3) menggunakan modus pembelajaran langsung (*direct instructional*) dan pembelajaran

tidak langsung (*indirect instructional*). Pendekatan langsung diartikan pembelajaran yang mengembangkan pengetahuan peserta didik melalui interaksi langsung dengan sumber belajar yang dirancang dalam RPP.. Sedangkan pembelajaran tak langsung artinya pembelajarn yang terjadi selama proses pembelajaran langsung yang dikondisikan menghasilkan dampak pengiring.

11. Pengembangan pengalaman belajar tingkat pemahaman merupakan kemampuan mengkontruksi makna dari pesan pembelajaran baik secara lisan, tulisan maupun grafik. Sedangkan pengembangan pengalaman belajar penerapan merupakan kemampuan dalam penggunaan prosedur dalam situasi yang diberikan atau situasi baru.

12. Pengembangan Pengalaman Belajar ranah ‘Menganalisis’ dan ‘Evaluasi,

a. Pengembangan Pengalaman Belajar ranah ‘Menganalisis’

Pengembangan pengalaman belajar tingkat C4 yakni analisis merupakan penguraian materi ke dalam bagian-bagian dan bagaimana bagian-bagian tersebut saling berhubungan satu sama lainnya dalam keseluruhan struktur.

b. Pengembangan Pengalaman Belajar Ranah Evaluasi

Pengalaman belajar mengevaluasi (C5); merupakan kemampuan membuat keputusan berdasarkan criteria dan standar

13. Memilih Model Perancangan Belajar Konstruksivisme

Penentuan model Perancangan Pengalaman Belajar Konstruktivisme harus mengikuti kriteria karena masing-masing model pembelajaran memiliki urutan langkah kerja (*syntax*) tersendiri.

14. Pembuatan model perancangan belajar

Untuk memudahkan pembuatan model perancangan belajar dapat menggunakan langkah pemaduan/pensinkronan pendekatan dengan model pembelajaran yang dipilih atas dasar hasil analisis, dapat menggunakan matrik perancah sebagai pertolongan sebelum dituliskan menjadi kegiatan inti pada RPP.

G. Tes Formatif

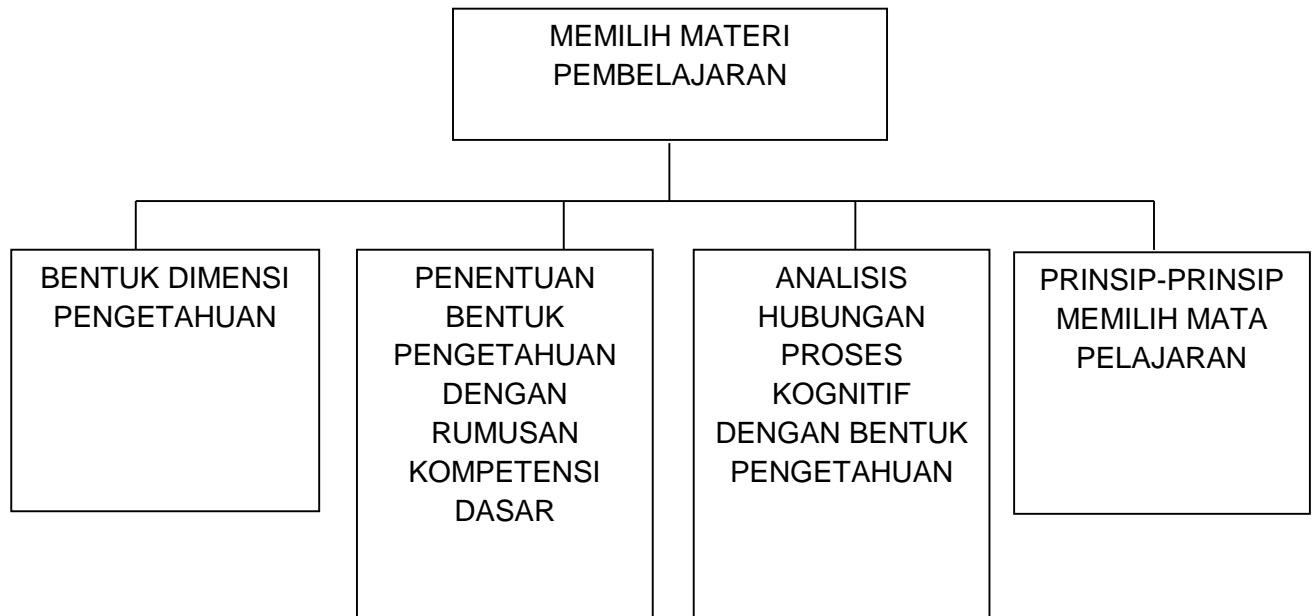
Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan tepat.

1. Aliran filsafat pengetahuan yang menekankan bahwa pengetahuan merupakan hasil bentukan dari konstruksi kita sendiri disebut.....
2. Pendekatan belajar konstruktivisme adalah
3. Aktivitas peserta didik dengan lingkungan yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan peserta didik tentang apa yang akan dan telah diinteraksikan dalam pembelajaran disebut
4. Pengembangan pengalaman belajar ditentukan berdasarkan kesesuaian dengan jenis bahan atau materi pembelajaran, maksudnya adalah.....
5. Pengembangan pengalaman belajar disusun berdasarkan prinsip aktivitas dan individualitas artinya.....
6. Prinsip-prinsip pengembangan pengembangan pengalaman belajar menurut permendiknas no.103 tahun 2014 adalah.....
7. Menurut kurikulum nasional merancang pengalaman belajar menggunakan penekatan
8. Langkah-langkah pendekatan saintifik dimulai dari tahap mengamati, menanya, mencoba, menganalisis dan mengkomunikasikan. Jelaskan langkah-langkah pendekatan tersebut.....
9. Strategi yang digunakan dalam pendekatan saintifik adalah pendekatan kontekstual yang meliputi model pembelajaran discovery learning, project based learning, problem based learning dan inquiry learning. Jelaskan model-model pembelajaran tersebut.
10. kriteria=kriteria dalam menentukan model pembelajaran penyingkapan dan model hasil karya adalah
11. Pengalaman belajar menurut taksonomi Bloom menggunakan modus pembelajaran langsung dan tidak langsung.Uraikan maksud dari kedua pembelajaran tersebut.

12. Pengembangan pengalaman belajar untuk level memahami dan menerapkan adalah.....
13. Pengembangan pengalaman belajar untuk level menganalisis dan mengevaluasi adalah.....
14. Merancang pengalaman belajar dengan menggunakan model pembelajaran discovery learning memiliki kriteria yang telah ditetapkan. Uraikan langkah-langkah dalam model pembelajaran discovery learning.
15. Tahapan atau sintak model pembelajaran project based learning adalah.....

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : PEMILIHAN MATERI PEMBELAJARAN

PETA KONSEP



A. Tujuan Pembelajaran

Melalui penggalian informasi, diskusi dan latihan yang dirancang pada modul ini peserta dapat:

1. Mengklasifikasi berbagai bentuk dimensi pengetahuan sesuai informasi pada modul secara tepat dan teliti
2. Menentukan dimensi pengetahuan dari KD-3 pada silabus mata pelajaran yang di ampu sesuai kaidah taksonomi secara tepat dan teliti
3. Memilih materi pembelajaran. sesuai kaidah taksonomi secara tepat dan teliti

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan pembagian materi menurut Schulman

2. menjelaskan berbagai bentuk dimensi pengetahuan.
3. Menentukan bentuk pengetahuan dari rumusan KD-3
4. Menganalisis hubungan KD-3 dengan bentuk pengetahuan dan kategori tingkatan berfikir
5. Menjelaskan prinsip-prinsip dalam memilih materi pembelajaran

C. Lingkup Materi

1. Klasifikasi Bentuk Dimensi Pengetahuan
2. Menentukan bentuk pengetahuan dari rumusan KD-3
3. Analisis hubungan KD-3 dan bentuk pengetahuan
4. Prinsip-prinsip memilih materi pembelajaran

D. Langkah-langkah.

Materi pelatihan ini dirancang untuk dipelajari oleh Guru. Selain disajikan prinsip-prinsip dan contoh yang dilakukan dalam bentuk individu, dan diskusi kelompok, juga digunakan latihan sebagai bentuk pendalaman materi yang mendorong kreativitas untuk berinovasi. Pelaksanaan pembelajaran menggunakan pendekatan andragogi, yaitu lebih mengutamakan pengungkapan kembali pengalaman peserta pelatihan, menganalisis, menyimpulkan, dan menggeneralisasi dalam suasana diklat yang aktif, inovatif, kreatif, efektif, menyenangkan, dan bermakna.

1. Aktivitas individual meliputi:
 - a. memahami dan mencermati materi pelatihan;
 - b. mengerjakan latihan/tugas, menyelesaikan masalah/kasus pada setiap kegiatan belajar;
 - c. menyimpulkan materi pengembangan pengalaman belajar;
 - d. melakukan refleksi.
2. Aktivitas kelompok meliputi:
 - a. mendiskusikan materi pelatihan;
 - b. bertukar pengalaman (*sharing*) dalam melakukan latihan menyelesaikan masalah/kasus;
 - c. membuat rangkuman;

E. Uraian Materi

Pengembangan kurikulum SMK yang digunakan tahun 2006 maupun Kurikulum 2013 menggunakan pendekatan kompetensi, dimana kompetensi menurut Whiddett dan Sarah Hollyforde (1999:5) “ *An ability based on work tasks or job outputs tends to be referred to as a competence*”. Merujuk pada pengertian tersebut kurikulum SMK berisikan rumusan-rumusan kemampuan atau Kompetensi Dasar baik pengetahuan, keterampilan maupun sikap yang harus dikuasai peserta didik. Perumusan Kompetensi Dasar pada kurikulum 2013 menggunakan tingkatan gradasi sesuai tuntutan Kompetensi Inti (Ki), dari rentang memahami (C2) hingga evaluasi (C5) sebagai bentuk *cognitive process dimension*. Untuk mencapai kemampuan tersebut diperlukan pengalaman belajar-pengalaman belajar yang memungkinkan perkembangan berfikir dan perkembangan keterampilan sesuai dengan tuntutan rumusan Kompetensi Dasar. Hal lain pada rumusan Kompetensi Dasar juga berisi bentuk pengetahuan, yang terbagi menjadi dua jenis seperti menurut Shulman,1987 pada A Taxonomy for Learning (Anderson,2001:13) “Content knowledge and paedagogical content knowledge” yakni substansi mata pelajaran (*content knowledge*) seperti deret ukur pada matematika, hukum archimides pada fisika dan bentuk pengetahuan itu sendiri yang diistilahkan *knowledge dimension* . Bentuk pengetahuan terdiri dari tingkatan isi materi dari bentuk pengetahuan fakta, konsep, prosedural dan metakognitif. Untuk itu pendidik sebagai pengembang pengalaman pembelajaran tidak saja dia mampu merancang pengalaman belajar berdasarkan perkembangan berfikir peserta didik (*Cognitive process dimenssion*), tetapi lebih jauh juga dapat menentukan bentuk pengetahuan (*knowledge dimension*) yang bagaimana yang perlu peserta didik capai sesuai tuntutan Kompetensi Dasar atau Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) yang telah dirumuskan.

1. Bentuk Materi (*Knowledge Dimension*)

Terdapat pemilihan bentuk materi pada taksonomi Bloom yang diperbaiki Anderson menjadi empat (4) tipe dan dapat membantu anda sebagai guru membedakan bentuk-bentuk pengetahuan apa yang harus diajarkan. Adapun bentuk pengetahuan tersebut terdiri dari bentuk pengetahuan faktual; konseptual; prosedural dan metakognitif.

a. Bentuk pengetahuan Faktual

yakni pengetahuan terminologi atau pengetahuan detail yang spesifik dan elemen. Contoh fakta bisa berupa kejadian atau peristiwa yang dapat dilihat, didengar, dibaca, atau diraba. Seperti Engine mobil hidup, lampu menyala, rem yang pakem/blong. Contoh lain: simbol musik, Arsip dan dokumen.

b. Bentuk pengetahuan Konseptual

merupakan pengetahuan yang lebih kompleks yang merupakan hubungan dari sejumlah elemen sebagai sistem yang memungkinkan bekerja saling berhubungan berbentuk klasifikasi, kategori, prinsip dan generalisasi serta teori. Contohnya fungsi kunci kontak pada Engine mobil, prinsip kerja starter, prinsip kerja lampu, prinsip kerja rem. Contoh lain: Pengertian Arsip dan dokumen, teori evolusi serta struktur DPR.

c. Bentuk pengetahuan Prosedural

merupakan pengetahuan bagaimana melakukan sesuatu, metoda pencarian dan termasuk pengetahuan keterampilan, algoritma (urutan langkah-langkah logis pada penyelesaian masalah yang disusun secara sistematis), teknik, dan metoda seperti langkah-langkah membongkar engine, langkah-langkah mengganti lampu, langkah-langkah mengganti sepatu rem. Contoh lain: Langkah-langkah menyusun arsip sistem alphabet dan geografik, teknik interviu.

d. Bentuk pengetahuan Metakognitif

yaitu pengetahuan tentang kognisi (pengetahuan tentang mental proses yang berhubungan dengan mengetahui dan memahami) yang merupakan tindakan atas dasar suatu pemahaman meliputi kesadaran dan pengendalian berpikir, serta penetapan keputusan tentang sesuatu. Sebagai contoh menentukan kerusakan pada engine, Merancang instalasi kelistrikan lampu, menentukan penyebab kegagalan panen. Contoh lain: Apa yang terjadi jika penyimpanan arsip tidak tepat, menilai kelemahan dan kekuatan cerpen.

TUGAS 1 : KD-3 Menilai ulang hasil perbaikan Komputer.
Berdasarkan pernyataan KD tersebut anda sebagai pengampu mata pelajaran tersebut harus menentukan bentuk pengetahuan yang harus di ajarkan. Bentuk pengetahuan yang tepat dari pernyataan KD di atas adalah

.....

2. Hubungan bentuk pengetahuan dengan Dimensi Proses Kognitif

Perencanaan pembelajaran merupakan salah satu tugas yang harus dilakukan oleh seorang guru dalam melaksanakan tugas profesinya. Untuk melakukan itu guru terlebih dahulu harus menganalisis Kompetensi Dasar yang akan diajarkan, yakni berkaitan dengan kedudukan pernyataan KD-3 berada pada tahapan gradasi mana, demikian pula berkaitan dengan KD-4 apakah pernyataannya dominan berbentuk keterampilan abstrak atau dominan keterampilan konkrit. Pemahaman guru terhadap hal tersebut akan memudahkan guru dalam mengembangkan indikator pencapaian kompetensi dan lebih lanjut mengembangkan tujuan pembelajaran.

Perumusan tujuan sangat tergantung pada tingkat gradasi yang digunakan pada penentuan indikator (kata kerja operasional) oleh guru terhadap tuntutan dari pernyataan Kompetensi Dasar yang akan diajarkan. Ini selanjutnya memiliki hubungan antara bentuk pengetahuan dengan dimensi proses kognitif (C-1 s.d C-6). Ini sejalan dengan yang diutarakan oleh Anderson pada *A Revision of Bloom's Taxonomy of Education Objective* (2001:107) "*For objective that involve remember, understanding, and apply, there generally is a direct correspondence between process category and type of knowledge*". Peserta didik yang dapat menyebutkan sesuatu maka dia akan mengingat (C-1) bentuk pengetahuan fakta. Lebih jelasnya hubungan tersebut diuraikan pada tabel 1.

No	Perkembangan Berfikir taksonomi Bloom Rivised Anderson (Cognitive Process Dimension)	Bentuk Pengetahuan (Knowledge Dimension)	Keterangan
1	Mengingat (C1)	Pengetahuan Faktual	Lower Order Thinking (LOT)
2	Menginterpretasi prinsip (Memahami/C2)	Pengetahuan Konseptual	
3	Menerapkan (C3)	Pengetahuan prosedural	
4	Menganalisis (C4); Mengevaluasi (C5) dan Mengkreasi(C6)	Pengetahuan Metakognitif	Higher Order Thinking (HOT's)

TUGAS 2 : Tentukan hubungan perkembangan berpikir dari silabus mata pelajaran yang anda ampu dengan bentuk pengetahuannya menggunakan tabel berikut.

Nama Mata Pelajaran :

Tingkat :

No	Rumusan KD-3 pada Silabus	Bentuk Pengetahuan (Knowledge Dimension)	Keterangan
1			Lower Order Thinking (LOT)
2			
3			
4			Higher Order Thinking (HOT's)

3. Memilih Materi Pembelajaran (*content knowledge*)

Materi pembelajaran harus dipilih dengan tepat sebelum berlangsungnya proses pembelajaran agar ruang lingkup, urutan dan kedalaman materi pelajaran sesuai dengan kompetensi /kemampuan yang diharapkan muncul dari peserta didik.

a. Menentukan Ruang Lingkup (scope) Materi Pembelajaran

Menentukan ruang lingkup materi pembelajaran perlu dilakukan oleh pengajar agar materi pembelajaran yang disampaikan tidak terlalu banyak atau terlalu sedikit, namun memadai dan tepat sesuai dengan kompetensi dasar yang ingin dicapai. Prinsip-prinsip menentukan ruang lingkup materi pembelajaran diawali dengan menentukan jenis materi pembelajaran yaitu kognitif, afektif atau psikomotorik. Maksudnya agar jenis materi pembelajaran itu sesuai dengan strategi dan media pembelajaran yang digunakan. Prinsip berikutnya menentukan keluasan materi pembelajaran yaitu banyaknya materi pembelajaran yang dimasukkan ke dalam suatu materi pembelajaran. Selain keluasannya juga diperhatikan kedalaman ruang lingkup materi pembelajaran yang menunjukkan konsep-konsep secara detail yang terkandung di dalam materi itu yang harus dipelajari atau dikuasai oleh peserta didik. Prinsip ketiga adalah kecukupan (*adequansi*) materi pembelajaran yang memadai dan akan sangat membantu mencapai penguasaan kompetensi dasar yang telah ditentukan.

b. Menentukan Urutan Materi Pembelajaran

Penentuan urutan materi pembelajaran (*sequence*) diperlukan untuk menentukan urutan dalam mengajarkannya. Apalagi jika ada materi pelajaran yang bersifat prasyarat (*prerequisite*) yaitu materi pembelajaran harus berurutan dan bertahap atau meningkat. Prinsip-prinsip yang perlu diperhatikan dalam memilih materi pembelajaran yaitu :

1. Prinsip relevansi atau keterkaitan maksudnya pelajaran berkaitan dengan pencapaian kompetensi peserta didik.
2. Prinsip konsistensi atau ajeg, maksudnya materi pembelajaran yang harus dikuasai peserta didik.
3. Prinsip kecukupan atau memadai, maksudnya materi pembelajaran yang memadai untuk membantu peserta didik menguasai kompetensi yang diajarkan, tidak terlalu

sedikit, atau tidak terlalu banyak dan tidak terlalu luas / mendalam atau sempit / dangkal.

Pemilihan materi pelajaran juga hendaknya dilakukan secara bertahap dan meningkat yaitu:

- a. Dari materi pembelajaran yang sederhana meningkat pada yang rumit atau sulit (komplek)
- b. Dari materi pembelajaran yang menggunakan tingkat berpikir rendah meningkat pada penggunaan kemampuan berpikir tingkat tinggi.
- c. Dari materi pembelajaran yang konkrit meningkat menuju ke yang abstrak.
Dari materi pembelajaran yang umum meningkat ke yang khusus yang memerlukan analisis yang mendalam.
- d. Menggunakan berpikir induktif (mulai dari mencari fakta dan diambil kesimpulannya) dan deduktif (mulai dengan rumusan konsep kemudian diuji berdasarkan fakta yang dapat diamati).
- e. Materi pembelajaran yang dipelajari berdasarkan pada kehidupan sehari-hari sehingga akan bermakna bagi peserta didik (meaningful)

Berdasarkan prinsip di atas, maka pemilihan materi pembelajaran dilakukan dengan langkah-langkah:

1. Mengidentifikasi Kompetensi (Tujuan)

Mengidentifikasi aspek, aspek yang terdapat dalam standar kompetensi dan kompetensi dasar yang menjadi acuan atau rujukan pemilihan materi pembelajaran yang harus dipelajari atau dikuasai peserta didik. Aspek-aspek itu perlu ditentukan karena standar kompetensi dan kompetensi dasar memerlukan jenis materi yang berbeda-beda untuk membantunya dalam kegiatan pembelajaran. Standar kompetensi dan kompetensi dasar yang harus dipelajari peserta didik meliputi domain kognitif, psikomotorik dan afektif

2. Mengidentifikasi Jenis- jenis materi pembelajaran

Jenis materi pembelajaran perlu diidentifikasi karena memerlukan Strategi, media, dan sistem evaluasi pembelajaran yang berbeda-beda. Jenis materi pembelajaran dapat dibedakan menjadi kognitif, afektif dan psikomotorik.

3. Memilih Sumber Materi Pembelajaran

Materi pembelajaran dapat ditemukan dari berbagai sumber seperti buku teks, buku paket, media cetak dan sebagainya. Pada era teknologi digital seperti sekarang ini, materi pembelajaran terdapat pula pada halaman- halaman web, pada portal-portal pendidikan. Jaringan intrnet sangat dibutuhkan oleh semua orang, khususnya tenaga pendidik.

TUGAS 3 : Tentukan prinsip-prinsip dalam memilih materi pembelajaran

F. Rangkuman

1. Bertitik tolak dari pengertian kompetensi adalah seperangkat pengetahuan ,keterampilan dan sikap yang harus dikuasai oleh peserta didik, maka di dalam kurikulum berisikan rumusan-rumusan kemampuan (kompetensi dasar) baik pengetahuan, sikap dan keterampilan.
2. Di dalam kurikulum nasional rumusan kompetensi menggunakan gradasi sesuai dengan tuntutan kompetensi inti (KI) dari rentang memahami (C2) hingga evaluasi (C5) sebagai bentuk *cognitif process dimension*(dimensi proses pengetahuan) yang harus dicapai peserta didik.
3. Untuk mencapai kompetensi-kompetensi tersebut peserta didik perlu diberikan pengalaman belajar yang dapat meningkatkan perkembangan berfikir dan perkembangan keterampilan sesuai tuntutan rumusan kompetensi dasar.
4. Tingkatan isi materi berdasarkan bentuk pengetahuan terdiri dari jenis materi fakta, konsep, prosedur, dan metakognitif.
5. Menentukan hubungan bentuk pengetahuan dengan proses kognitif harus diawali dengan menganalisis KD 3 dan KD 4 yang akan diajarkan dengan kedudukan KD 3 berada pada gradasi mana, (C2 sampai dengan C6), sedangkan KD4 berbentuk keterampilan abstrak atau keterampilan konkrit. Dengan melakukan analisis ini akan

memudahkan guru untuk mengembangkan indikator pencapaian kompetensi dan perumusan tujuan.

6. Proses pembelajaran akan tepat apabila materi pembelajaran yang dipilih guru tepat .Ketepatan pemilihan materi ini berkaitan dengan ruang lingkup, urutan dan kedalaman materi pelajaran sesuai dengan kompetensi / kemampuan yang diharapkan muncul dari peserta didik.
7. Prinsip-prinsip menentukan ruang lingkup(scope) materi pembelajaran dan urutan materi (squence) materi pembelajaran diawali dengan menentukan jenis materi pembelajaran, keluasan dan kedalaman materi pembelajaran serta kecukupan materi pembelajaran. Sedangkan urutan materi pembelajaran dilakukan untuk menentukan urutan dalam mengajarkannya.
8. Prinsip-prinsip dalam memilih materi pembelajaran yaitu prinsip relevansi atau keterkaitan, prinsip konsistensi atau keajegan dan prinsip kecukupan atau memadai.
9. Pemilihan materi pelajaran hendaknya dilakukan secara bertahap dan meningkat. Misalnya dari materi yang sederhana meningkat pada yang rumit, dari materi pelajaran yang menggunakan tingkat berpikir rendah meningkat pada penggunaan berpikir tingkat tinggi, dari materi pelajaran yang konkrit meningkat menuju materi pelajaran yang abstrak.
10. Langkah- langkah pemilihan materi pembelajaran yaitu mengidentifikasi kompetensi / tujuan, mengidentifikasi jenis-jenis materi pembelajaran, memilih sumber materi pembelajaran.

G. Test Formatif

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan tepat

1. Kurikulum nasional menggunakan pendekatan kompetensi. Kompetensi yang dimaksud adalah.....
2. Kompetensi/ kemampuan yang terdapat dalam kurikulum berisikan rumusan kompetensi yang meliputi
3. Rumusan kompetensi pada kurikulum nasional menggunakan tingkatan gradasi sesuai tuntutan kompetensi inti yang dimulai dari rentang.....

4. Bentuk pengetahuan menurut Shulman terbagi atas.....
5. Pemilihan isi materi harus berdasarkan pada bentuk pengetahuan yang meliputi.....
6. Pengetahuan terminologi atau pengetahuan detail yang merupakan pernyataan benda- benda atau peristiwa yang terjadi adalah.....
7. Pengetahuan yang merupakan hubungan dari sejumlah elemen sebagai sistem yang berkaitan adalah bentuk pengetahuan.....
8. Pengetahuan bagaimana melakukan sesuatu berdasarkan persyaratan-persyaratan tertentu adalah bentuk pengetahuan.....
9. Pengetahuan tentang mental proses yang berhubungan dengan pemahaman sebagai tindakan atas dasar suatu pemahaman adalah bentuk pengetahuan.....
10. Mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi dan mengkreasi merupakan tingkatan perkembangan
11. Menentukan ruang lingkup materi pembelajaran,menentukan keluasan materi pembelajaran dan kecukupan materi pembelajaran merupakan
12. Prinsip-prinsip yang perlu diperhatikan dalam pemilihan materi pembelajaran adalah.....
13. Langkah – langkah dalam pemilihan materi pembelajaran adalah.....
14. Pemilihan materi pembelajaran hendaknya dilakukan secara bertahap dan meningkat yaitu
15. Jenis materi pembelajaran yang akan dipilih perlu diidentifikasi agar.....

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 : PEKERJAAN PASANGAN BATA

A. Tujuan

Setelah mempelajari bagian ini siswa mampu melaksanakan pekerjaan pemasangan bata sesuai dengan ketentuan untuk pembangunan reaktor biogas.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah mengikuti kegiatan ini, peserta diklat mampu:

1. Menganalisis bahan bangunan.
2. Menganalisis peralatan bangunan.
3. Menganalisis teknik pemasangan beton di lapangan.

C. Uraian Materi

Bahan bacaan 1

a. Pasangan Bata

Pasangan bata merupakan salah satu unsur bangunan yang terdiri dari bahan pengikat (adukan) dan bahan pasangan (bata merah, *conblock*, dll).

Mutu pasangan yang baik sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor :

- 1) Pengetahuan dan ketrampilan pemasang (manusia);
- 2) Alat-alat yang digunakan;

a) Peralatan Tangan

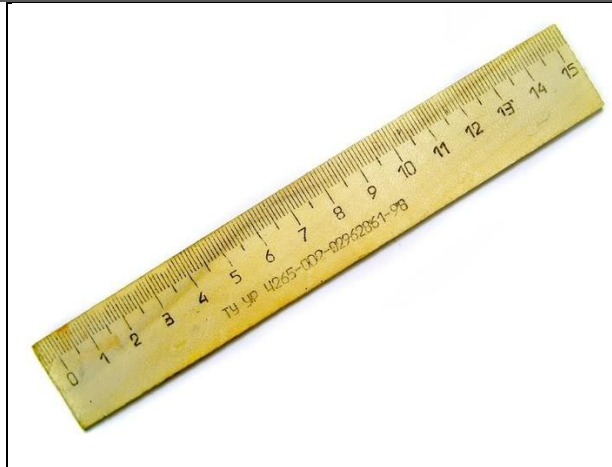
- Alat untuk pekerjaan pengukuran

o Meteran

Ada berbagai jenis meteran seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini, antara lain:

Gambar 2. 1

Meteran mistar kayu



(Sumber: fisika-edu.blogspot.com)

Gambar 2. 2

Meteran kayu lipat



(Sumber: karyaabahantik.blogspot.com)

Gambar 2. 3 Meteran roll pita baja



(Sumber: archive.kaskus.co.id)

Gambar 2. 4 Meteran roll pita kain



- Alat sipat datar (*waterpass*)

Terdapat berbagai macam alat sipat datar seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

Gambar 2. 5

Selang *waterpass*



Gambar 2. 6

Waterpass nivo



(Sumber: anekamaju.com)

- o Unting-unting

Unting-unting dipakai untuk menentukan garis vertikal (tegak) bidang vertikal atau bidang tegak lurus terhadap garis-datar dan untuk menentukan letak titik tegak lurus di bawah suatu titik di atasnya.

Gambar 2. 7

Bandul unting-unting



- Pensil

Pensil digunakan untuk memberi tanda kedudukan benang pada patok-patok, memberi tanda ukuran/tebal pasangan pada profil, memberi tanda pada pekerjaan-pekerjaan kayu, membuat sketsa (lukisan) dari suatu pekerjaan tertentu, untuk pekerjaan-pekerjaan lain yang membutuhkan.

Gambar 2. 8

Pensil tukang



(Sumber: dzephyr.wordpress.com)

- Benang

Benang untuk pekerjaan batu dan beton dibuat dari pintalan kapas, serat rami atau benang plastik (sintetis, nilon). Benang dipakai untuk menentukan garis-lurus, menentukan garis-datar, meluruskan dan

menentukan tebal plesteran, menggantungkan unting-unting, dan lain-lain.

Gambar 2. 9

Gulungan benang nilon



(Sumber: nylonsupplier.blogspot.com)

Gambar 2. 10

Benang pintalan kapas



(Sumber: klaten.olx.co.id)

- o Siku

Siku dapat dibuat dari logam atau kayu.

Kegunaan siku adalah untuk membuat sudut 90° (siku-siku) antara dua buah garis atau dua buah bidang rata.

Gambar 2. 11

Penggaris siku dari logam



(Sumber: dhc.co.id)

Gambar 2. 12

Penggaris siku kayu



(Sumber: bantu.biz.com)

- o Patok

Patok dibuat dari kayu dengan beberapa macam ukuran dan bentuk. Patok kayu digunakan untuk memberi tanda kedudukan titik atau tempat, memasang benang dengan tinggi tertentu (misal setinggi lantai), memasang papan piket atau papan bangun (*bouwplank*) untuk menentukan tinggi lantai bangunan.

Gambar 2. 13

Patok kayu



(Sumber: rri.co.id)

- Martil (Palu, pukul)

- ✓ *Palu besi (Martil)*

Palu besi (Martil) ini dibuat dari baja dengan diberi tangkai dari kayu.

Berat martil besi $\pm \frac{1}{2}$ kg, 1 kg dan $1\frac{1}{2}$ kg. Terdapat beberapa macam bentuk palu besi sebagai berikut:

Gambar 2. 14

Palu lancip



Gambar 2. 15

Palu konde



Gambar 2. 16

Palu cabang



- Godam

Godam juga disebut *bodem* atau palu besar, seperti martil, tetapi lebih besar dan lebih berat. Berat godam 2 kg, 3 kg, 10 kg dan seterusnya. Panjang tangkai godam 0,5–1 meter.

Gambar 2. 17

Godam (*Bodem*)



(Sumber: indonetwork.co.id)

- Martil kayu

Palu atau martil yang terbuat dari kayu dan diberi tangkai untuk pegangan. Lihat gambar di bawah:

Gambar 2. 18

Martil kayu



(Sumber: pandemagog.blogspot.com)

- Alat pekerjaan pasangan (pekerjaan batu)

- Sendok spesi (cetok)

Sendok spesi (cetok) dibuat dari plat logam dengan tangkai/ pegangan dari kayu.

Terdapat beberapa macam bentuk cetok, yang masing-masing memiliki kegunaan berbeda-beda yaitu:

- ✓ Cetok Bulat

Gambar 2. 19

Cetok bulat



(Sumber: jayaamartaputra.wordpress.com)

✓ Cetok Lancip

Gambar 2. 20

Cetok lancip



(Sumber:htn.alatpertanian.blogspot.com)

✓ Cetok segi empat

Cetok segi empat ialah cetok yang platnya berbentuk trapesium dengan ujungnya tidak runcing.

Gambar 2. 21

Cetok segi empat



(Sumber: indonetwork.co.id.)

✓ Cetok Lidah

Cetok kecil dan panjang.

Gambar 2. 22

Cetok lidah



(Sumber: blogalat-alatbangunan.blogspot.com)

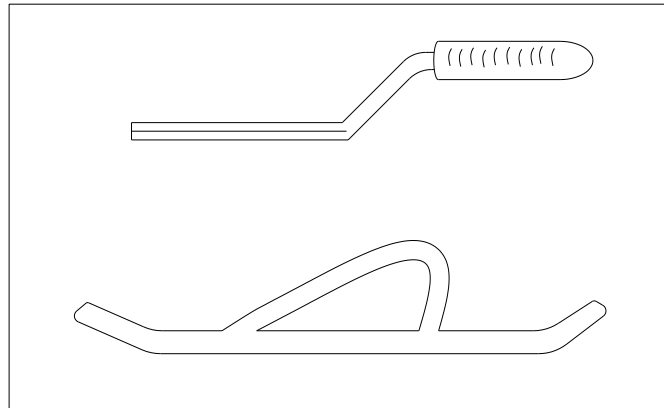
○ *Jointer*

Untuk tembok pasangan batu bata yang permukaannya diekspos untuk tampilan seni (tembok tidak dipelester), maka siar-siar pasangan bata harus dirapikan atau dibentuk sedemikian rupa agar lebih indah. Untuk perapihan/pembentukan siar pasangan tembok bata ini diperlukan suatu alat yang disebut "*jointer*". Alat ini dibuat dari besi

yang dibentuk sedemikian rupa dilengkapi tangkai pegangan. Contoh bentuk jointer lihat gambar di bawah ini:

Gambar 2. 23

Jointer



o Ember

Ember dibuat dari seng, baja, karet atau plastik dengan diberi pegangan dari kawat.

Gambar 2. 24

Ember



(Sumber: aprekecil.blogspot.com)

o Kotak adukan

Kotak adukan dibuat dari papan kayu dengan bentuk seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini:

Gambar 2. 25

Kotak adukan



(Sumber: proyeksipil.blogspot.com)

- Alat untuk pekerjaan beton
 - Alat potong baja beton
 - ✓ Gergaji baja

Gergaji untuk memotong baja beton berupa plat baja tipis, yang dibuat dari jenis baja perkakas dengan dua belah sisi panjangnya bergigi. Untuk memudahkan memegang dan menghilangkan rasa panas pada tangan oleh gesekan daun gergaji dengan batang baja yang dipotong, maka dipakailah tangkai pegangan.

Gambar 2. 26

Gergaji baja



(Sumber: jasonindonesia.com)

Alat potong berupa gergaji pada umumnya digunakan pada pekerjaan beton yang volumenya kecil, sedang alat yang tersedia sedikit. Gergaji baja murah, sehingga apabila pekerjaan pemotongan

baja beton hanya sedikit, apalagi garis tengah baja beton tidak terlalu besar, maka tepatlah penggunaan gergaji baja.

Tetapi untuk pekerjaan yang volumenya besar dan garis tengah baja beton juga besar, maka alat ini kurang memadai, karena penggunaannya akan memakan waktu yang lama.

Yang perlu diperhatikan pada waktu memotong baja beton dengan gergaji baja ialah, bahwa harus hati hati agar serbuk gergaji dari hasil gergajian ini tidak mengganggu kesehatan. Serbuk ini berbahaya untuk mata dan paru paru (mengganggu pernafasan), demikian pula untuk luka-luka pada kulit kita. Oleh karenanya, sebaiknya digunakan sarung tangan dan alat lindung (*masker*) untuk pernafasan.

✓ Gunting potong

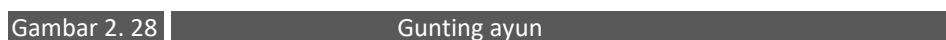
Untuk memotong bajam beton yang berjumlah besar, dengan garis tengah yang bermacam-macam, dapat menggunakan gunting-potong baja.



(Sumber: peralatanteknik.indonetwork.co.id)

✓ Gunting ayun

Pada dasarnya berupa gunting dengan salah satu mata pisau potongnya ditahan oleh blok tahan, sedang mata pisau yang lain didesak oleh sebuah tangkai ayun panjang (lihat gambar di bawah):





(Sumber: sacco-indonesia.com)

- ✓ Gunting ayun ini sangat baik untuk memotong baja beton dan bekerja lebih cepat dari pada alat potong yang lain. Alat ini cukup awet, tidak mudah rusak, tidak memerlukan banyak tenaga, perawatannya mudah, dapat digunakan untuk memotong baja beton dengan garis tengah cukup besar dengan mudah.
- Alat pembengkok baja beton
 - ✓ Kunci pembengkok

Kunci pembengkok baja beton dibuat dari batang baja perkakas, yang kuat dan kaku. Salah satu ujungnya agak pipih dengan lubang lubang bulat, dari beberapa ukuran. Terdapat jenis kunci rangkap dan kunci tunggal. Kunci rangkap berupa kunci dengan dua lubang dari dua macam ukuran. Kunci tunggal berupa kunci dengan satu lubang dengan ukuran tertentu.

Gambar 2. 29

Kunci pembengkok baja beton tunggal



- ✓ Bantalan pembengkok

Bantalan pembengkok dibuat dari balok kayu, yang diberi potongan batang-batang baja terutama sebagai paku tahan. Bentuk dan ukuran dari bantalan serta paku paku tahannya disesuaikan dengan ukuran diameter batang baja yang akan dibengkok.

Gambar 2. 30

Bantalan pembengkok

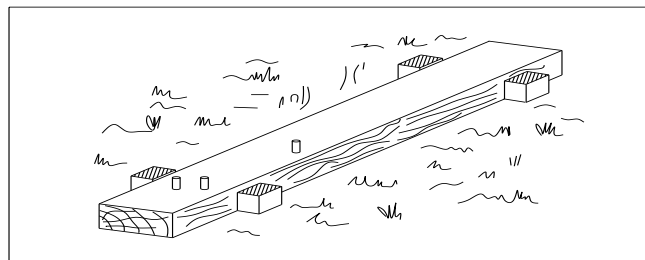


(Sumber: www.youtube.com)

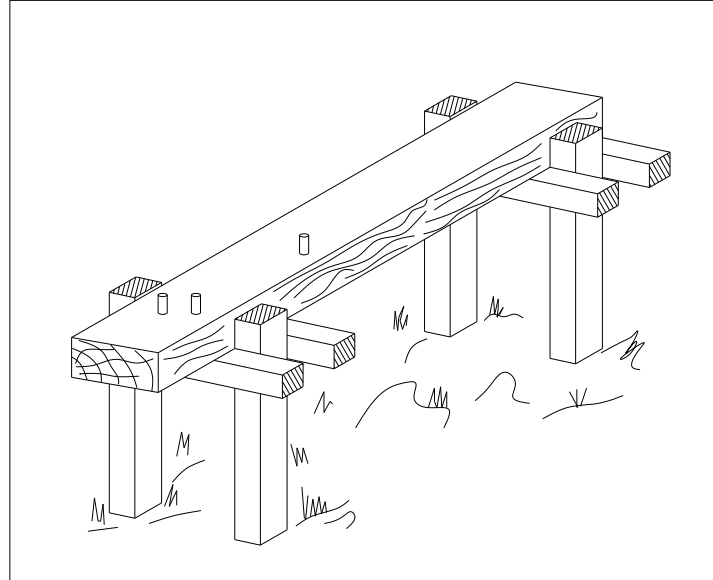
Bantalan pembengkok ini dapat diletakkan di atas tanah atau lantai, dapat pula diberi kaki kaki hingga menyerupai bangku kerja atau meja kerja.

Gambar 2. 31

Bantalan pembengkok di atas tanah

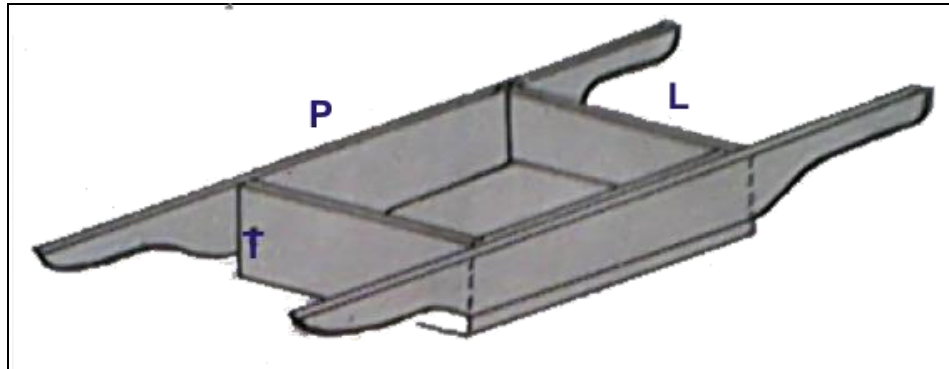


(Sumber: teknikcivil2.blogspot.com)



(Sumber: teknikcivil2.blogspot.com)

- Alat campur atau aduk
 - ✓ Alat campur
Alat-alat campur untuk mencampur kering bahan-bahan adukan beton berupa cangkul, sekop, kotak angkut dan bak campur.
 - ✓ Kotak aduk
Kotak adukan dibuat dari papan kayu dengan bentuk kotak atau persegi panjang.
- Alat Bantu
 - Kotak angkut
Kotak penakar bahan adukan disebut juga kotak angkut karena setelah bahan diisikan masuk lalu dibawa/diangkut ke tempat pencampuran bahan adukan. Kotak ini dibuat dari kayu yang, bagian atasnya terbuka dan bagian samping diberi pegangan untuk mengangkat. Perhatikan gambar dibawah:



(Sumber: teknikcivil2.blogspot.com)

- Cangkul

Cangkul dibuat dari logam baja dengan tangkai dari kayu.

Gambar 2. 34

Cangkul



(Sumber: htn-alatpertanian.blogspot.com)

- **Singkup (sekop)**

Skop disebut juga singkup sodok. Dibuat dari baja dengan tangkai kayu.



(Sumber: rajabangun.com)

o **Ayakan**

Ayakan dibuat dari kawat kasa (bersilang dan berlubang) dengan diberi bingkai kayu atau bambu. Besar lubang ayakan tergantung pada kebutuhan. Dibedakan 2 macam, yaitu ayakan kasar (berlubang besar 5 mm) dan ayakan halus (berlubang kecil 2 mm).



(Sumber: www.alatmesin.com)

- Beliung (dandang) dan beliung lebar (plancong)

Dibuat dari baja dengan tangkai dari kayu, bentuk seperti gambar di bawah ini:

Gambar 2. 37 Dandang



(Sumber: kesuburan-harta-benda.blogspot.com)

- Linggis

Linggis dibuat dari batang besi/baja dengan bentuk tampang bulat, Panjang 1– 1,5 meter. Salah satu ujung pipih, sedang ujung yang lain bercabang dan melengkung.

Gambar 2. 38 Linggis



(Sumber: htn.alatpertanian.blogspot.com)

- Pahat (betel)

Pahat batu (betel) dibuat dari sebatang baja perkakas panjang 15 –30 cm dengan salah satu ujungnya pipih.

Gambar 2. 39

Betel



(Sumber: kesuburan-harta-benda.blogspot.com)

- Kakaktua (catut)

Kakaktua dibuat dari baja perkakas dengan bentuk seperti gambar di bawah:

Gambar 2. 40

Kakaktua



(Sumber: pelatihankayu.blogspot.com)

- Tang Potong

Alat potong kawat ikat berbentuk hampir serupa dengan kakak tua. Alat ini digunakan untuk memotong kawat ikat, yang digunakan untuk mengikat tulangan baja beton.

Gambar tang pemotong kawat ikat adalah sebagai berikut:

Gambar 2. 41

Alat potong



(Sumber: basawa.blogspot.com)

- o Gergaji Kayu

Gergaji kayu dibuat dari plat baja perkakas dengan pegangan dari kayu. Terdapat 2 macam gergaji, yaitu gergaji belah dan gergaji potong. Guna gergaji belah untuk membelah kayu dan gergaji potong untuk: memotong atau membelah kayu profil, pasangan batu/bata, cetakan beton/perancah kerja, dan memotong bambu.

Gambar 2. 42

Gergaji



(Sumber: www.rakuten.co.id)

- o Ketam Kayu

Gambar 2. 43

Ketam

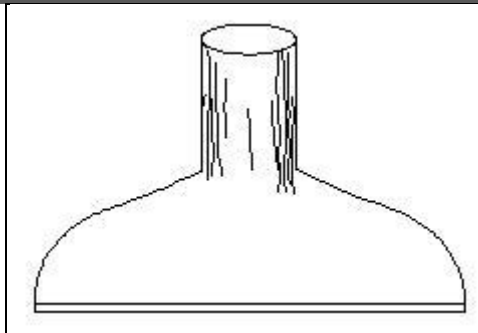


(Sumber: komodpc.blogspot.com)

- Alat pemotong bata
 - ✓ *Brick Hammer*
Alat ini terbuat dari baja dengan tangkai dari kayu.
 - ✓ *Comb Hammer*
Alat ini terbuat dari baja dengan ujungnya dipasang alat menyerupai bentuk sisir, dengan tangkai dari kayu.
 - ✓ *Boaster (Mush Hammer)*
Alat ini terbuat dari baja menyerupai pahat dengan mata lebar, sehingga disebut juga pahat bata. Penggunaannya memerlukan palu besi pemukul ukuran sedang.

Gambar 2. 44

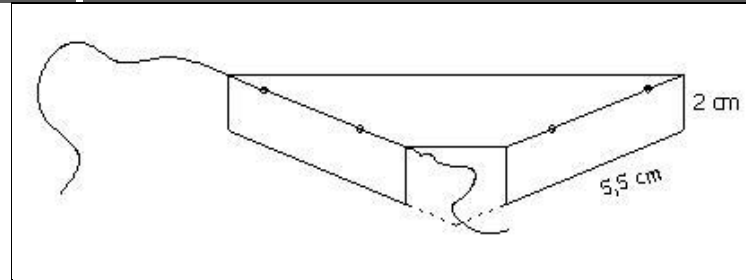
Bolster



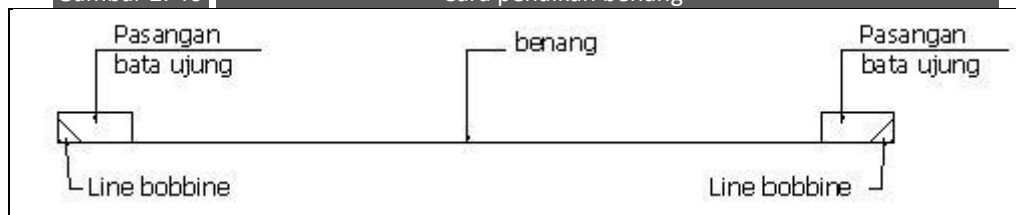
- o *Line Bobbine* dan *Corner Block*

Line bobbine adalah alat bantu penarik benang pada pemasangan bata, terbuat dari pelat baja yang dilengkapi dengan lubang-lubang benang. Bentuknya lihat gambar di bawah:

Gambar 2. 45 *Line bobbine*

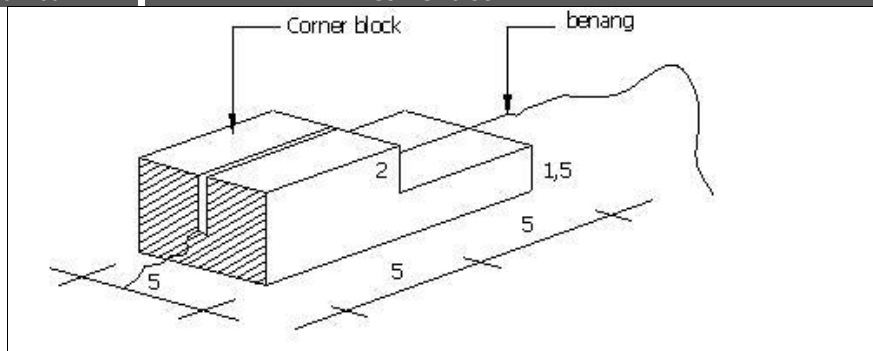


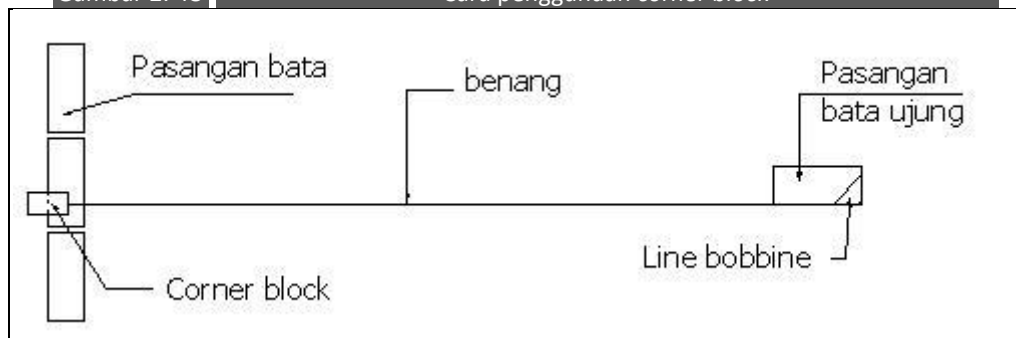
Gambar 2. 46 Cara penarikan benang



Sedangkan *Corner block* adalah juga alat bantu penarik benang yang dipasang tegak lurus terhadap pasangan, terbuat dari kayu 3,5 x 5 cm panjang 10 cm yang ditakik sebagian untuk mencangkolkan pada pasangan bata. Lihat gambar di bawah:

Gambar 2. 47 *Corner block*





b) Peralatan mekanik/listrik

Perkembangan teknologi dalam bidang mekanikal dan elektrik memberikan pengaruh yang besar dalam dunia produksi dan jasa, termasuk dalam pekerjaan konstruksi. Jika pada jaman dahulu pelaksanaan pekerjaan konstruksi dilakukan dengan peralatan-peralatan yang lebih banyak digerakkan oleh tenaga manusia, maka pada saat ini kebanyakan peralatan digerakkan secara mekanik/listrik.

Penggunaan peralatan-peralatan ini mampu mempercepat pelaksanaan pekerjaan serta meningkatkan mutu pekerjaan, tetapi mengurangi daya serap tenaga kerja.

Peralatan mekanik/listrik dalam pekerjaan konstruksi batu dan beton dewasa ini dapat dibeli dan diperoleh dengan mudah dipasaran. Hampir semua toko peralatan teknik dan toko bangunan besar menjualnya. Harga jual juga sangat beragam dan kompetitif disesuaikan dengan mutu dari peralatan tersebut. Alat-alat tersebut tidak hanya disediakan untuk para tukang, tetapi bagi siapa saja yang memerlukan. Bahkan banyak rumah tangga yang membeli sebagai peralatan tambahan untuk memperbaiki kerusakan kecil pada rumah maupun perabot.

Kecermatan pada setiap pembelian peralatan mekanik/listrik harus dilakukan agar keinginan yang diharapkan dari kinerja peralatan mekanik/listrik dapat tercapai. Oleh karena itu dalam pemilihan spesifikasi harus betul-betul diperhatikan dengan cermat dan teliti.

Harga peralatan dengan masuknya produk-produk china menjadi sangat bervariasi dan kompetitif, namun untuk merk-merk tertentu yang sudah teruji dipasaran masih menjadi pilihan utama karena keandalan dan kemudahan suku cadangnya.

Mesin tangan ada yang digerakkan secara *pneumatic*, dan ada yang digerakkan dengan daya listrik. Perbedaan sumber tenaga ini juga menimbulkan perbedaan jenis dan kekuatan mesin. Di lapangan, peralatan tangan yang banyak digunakan adalah yang menggunakan tenaga listrik karena lebih murah harganya.

- Mesin bor tangan listrik

Mesin bor tangan digunakan untuk membor, membuat lubang pada kayu, besi, plastik, beton atau bahan lain. Jenis bahan benda kerja tersebut menentukan jenis mata bor yang digunakan. Mesin bor hanya merupakan sarana pemutar mata bor, alat umpan, alat gosok, alat pencampur dan lain-lain.

Gambar 2. 49

Bor tangan listrik



(Sumber: ceriwis.com)

- Pembor lubang tembus

Pemboran lubang tembus berhasil baik kalau bagian bawah tidak rusak terkoyak. Untuk menghindari itu kita bisa memberi alas pada benda kerja.

Untuk membuat as lubang yang tepat maka harus dibuat sebuah titik sebelum pengeboran.

Gambar 2. 50 Pemboran lubang tembus



(Sumber: kuncipintudigital.com)

- Bor beton

Untuk membuat lubang pada tembok batu atau beton, anda sebaiknya menggunakan mesin bor tumbuk (*hammer*). Tumbukan bekerja searah dengan poros kerja mata mata bor. Pada pemboran lantai atau dinding sebaiknya kita gunakan air sedikit untuk membasahi dinding agar serpihan batu atau serbuk tidak berhamburan. Air juga sebagai pelindung mata bor. Untuk pemboran beton harus menggunakan mata bor khusus yaitu mata bor beton.

Gambar 2. 51 Bor lubang beton



(Sumber: kafuss.com)

- Alat potong keramik listrik

Alat ini digunakan untuk memotong keramik. Mata pisau untuk memotong keramik ataupun beton ada dua jenis. Mata pisau untuk memotong keramik basah bentuknya bulat dengan cekungan-cekungan, sedangkan untuk memotong keramik bahan uji kering dengan mempergunakan piringan pemotong pakai intan.

Gambar 2. 52

Alat potong keramik



(Sumber: pusathardware.indonetwork.co.id)

- Mesin aduk beton/molen

Dalam pelaksanaan pembuatan adukan beton, sekarang telah banyak digunakan mesin aduk beton (molen). Dengan mesin aduk beton hasil adukan tercampur lebih merata dan lebih sempurna.

Selain hasil adukan yang baik, ternyata juga lebih cepat, sehingga biaya menjadi lebih murah dibandingkan dengan pembuatan adukan beton dengan tenaga manusia.

Di bawah ini adalah contoh bentuk mesin aduk beton (molen):

Gambar 2. 53

Molen sebagai pengaduk beton



(Sumber: bangunantukang.blogspot.com)

- Mesin poles tegel (bahan bakar bensin/solar)
Mesin polis tegel ialah suatu mesin untuk menghaluskan permukaan lantai tegel yang masih kasar.

Gambar 2. 54

Mesin poles lantai



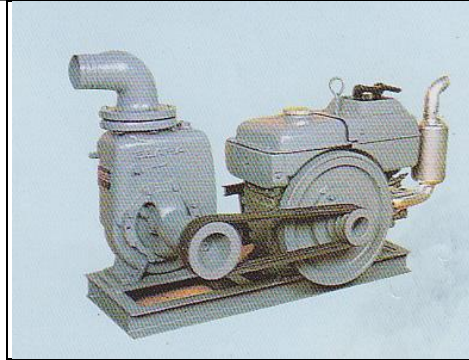
(Sumber: polesmarmar.com)

- Pompa hisap tekan mekanis
Yang dimaksud dengan pompa hisap tekan mekanis dengan bahan bakar disini ialah suatu pompa yang bekerjanya, digerakkan oleh putaran mesin yang menggunakan bahan bakar solar ataupun bensin (motor bakar).

Dalam pekerjaan konstruksi batu beton pompa air ini digunakan untuk mengambil air ataupun menghisap air pada bagian konstruksi yang akan dibangun supaya tidak kebanjiran.

Gambar 2. 55

Pompa hisap



(Sumber: anekapompa.ittrademarket.com)

- Mesin penggetar (mesin *trailer*)

Mesin penggetar dalam konstruksi batu dan beton sering digunakan dalam pekerjaan cor beton. Adapun fungsi dari mesin penggetar adalah untuk memadatkan beton, supaya lebih rapat sehingga tidak terjadi adanya rongga dalam beton tersebut. Mesin ini menggunakan bahan bakar solar/bensin.

Gambar 2. 56

Vibrator beton



(Sumber: purbolaras.wordpress.com)

- 3) Mutu bahan dan kompetensi adukan yang digunakan;
- 4) Pemeliharaan.

Untuk memenuhi faktor-faktor tersebut di atas, perlu adanya peningkatan pengetahuan dan ketrampilan pemasang melalui latihan-latihan pada lembaga yang dianggap mempunyai sumber daya manusia dan fasilitas pendukung lainnya yang cukup memadai dalam bidang keahlian tersebut.

Modul ini dipersiapkan untuk memberikan dasar-dasar pengetahuan dan keterampilan dalam pekerjaan memasang batu bata, sehingga mutu dari suatu pasangan diharapkan bisa meningkat.

b. Adukan

1) Jenis bahan dan fungsi adukan

Adukan merupakan suatu media yang mempersatukan antara bata yang satu dengan bata lainnya, sehingga suatu konstruksi yang kokoh dan kuat.

Pada umumnya adukan terdiri dari campuran bahan semen sebagai bahan pengikat, pasir sebagai bahan pengisi dan air sebagai bahan pembantu proses pengerasan antara semen dan pasir.

2) Persyaratan adukan

Adukan yang baik harus memiliki persyaratan sebagai berikut :

- a) butiran yang baik antara 0,05 mm – 7,00 mm.
- b) Pasir harus bersih dan tajam dengan kadar lumpur maksimal 3 %.
- c) Air yang digunakan harus air bersih.
- d) Semen dan pasir harus dicampur dalam perbandingan tertentu.

Untuk pekerjaan yang sifatnya kedap air perbandingan antara semen dan pasir dapat dibuat 1 : 3, sedangkan untuk pekerjaan yang sifatnya umum perbandingan antara semen dan pasir bisa dibuat 1 : 4.

3) Cara membuat adukan

- a) Dengan menggunakan mesin

Adukan yang dibuat dengan menggunakan mesin pengaduk biasanya hasilnya lebih baik, karena campuran antara semen dan pasir lebih merata (homogen).

Cara membuatnya adalah seperti berikut :

- Tetapkan perbandingan yang akan digunakan;
- Saring pasir dengan saringan diameter 7 mm;
- Hidupkan mesin pengaduk;
- Masukkan air ke dalam tong pengaduk;
- Masukkan semen, biarkan selama beberapa menit;
- Masukkan pasir, biarkan selama beberapa menit sehingga adukan merata (homogen);
- Tambahkan air sedikit demi sedikit jika adukan tampak masih terlalu kental.

Gambar 2. 57

Molen sebagai pengaduk pasangan bata



(Sumber: only-05.blogspot.com)

Gambar 2. 58

Industri beton



Gambar 2. 59

Truk mixer



b) Dengan menggunakan alat-alat tangan

- Tetapkan perbandingan yang akan digunakan;
- Saring pasir dengan saringan diameter 7 mm;
- Siapkan kotak pengaduk yang bagian bawahnya dilapisi seng;
- Tuangkan pasir ke dalam kotak sesuai perbandingannya;
- Tuangkan semen ke dalam kotak;
- Campur semen dan pasir dalam kondisi kering sampai rata;
- Buatlah lubang di tengah tumpukan campuran semen dan pasir;

- Tuangkan air sedikit demi sedikit ke dalamnya;
- Gunakan cangkul atau sekop untuk mengaduk campuran tersebut sampai merata.

Gambar 2. 60 Pembuatan adukan secara manual



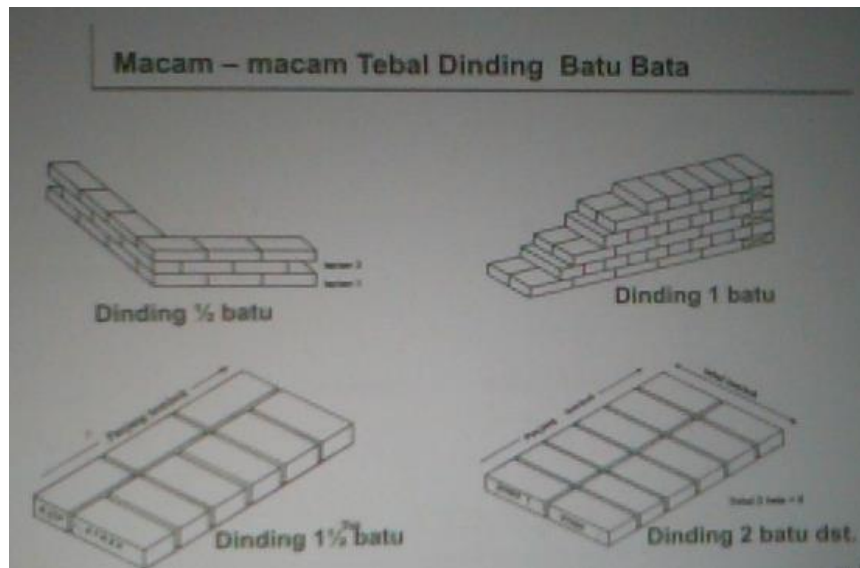
c. Ikatan (*bonding*)

Ikatan adalah pola susunan pasangan batu-bata yang dibuat sedemikian rupa sehingga pasangan menjadi kuat dan tampak indah. Fungsi dan tebal dinding yang akan dibuat mempengaruhi jenis ikatan yang harus digunakan, misal untuk dinding penyekat akan lebih baik jika dipasang bata dengan ketebalan $\frac{1}{2}$ bata (ikatan $\frac{1}{2}$ bata).

Ikatan $\frac{1}{2}$ bata atau *strek* (*stretcher bond*) diperoleh dengan cara memasang bata ke arah memanjang (*stretcher*) pada setiap lapis. Pada ujung lapis ke-dua, ke-empat, ke-enam, dan seterusnya atau sebaliknya dipasang bata $\frac{1}{2}$ (*header*) sehingga terbentuk ikatan $\frac{1}{2}$ bata. Lihat Gambar 2.61 di bawah.

Terdapat banyak jenis-jenis ikatan dalam pasangan bata seperti ikatan inggris, ikatan belanda, ikatan *flemish* dan lain-lain, sedangkan dari segi ketebalan di samping tebal $\frac{1}{2}$ bata terdapat juga tebal 1 bata, $\frac{3}{4}$ bata dan 2 bata.

Gambar 2. 61 Tipe pasangan bata



(Sumber: idebangunan.blogspot.com)

d. Persyaratan pasangan

Untuk memperoleh satu unit pasangan yang betul-betul baik yaitu kokoh dan kuat, di samping harus mengikuti pola susunan (ikatan) dalam pelaksanaan pekerjaan pemasangan harus dipenuhi pula syarat-syarat berikut:

- 1) *Overlap* antara pasangan bata lapis kesatu, kedua dan seterusnya, tidak kurang dari 1/2 bata.
- 2) Siar tegak antara pasangan bata lapis kesatu, kedua dan seterusnya, tidak menjadi satu garis.



(sumber: wm-site.com)

- 3) Ukuran siar, harus betul-betul padat.
- 4) Bata merah yang "*suction rate*" nya lebih dari $20 \text{ gr/dm}^2/\text{menit}$, harus direndam dulu sebelum dipasang.

e. Teknik pelaksanaan

Teknik pelaksanaan pemasangan di lapangan bisa dilakukan dengan dua cara, tergantung dari ketrampilan pemasang dan luas bidang pekerjaan. Kedua cara tersebut adalah :

- 1) Pemasangan bata dengan menggunakan profil sebagai pedoman kelurusan, kedatangan dan kerataan pasangan.

Gambar 2. 63

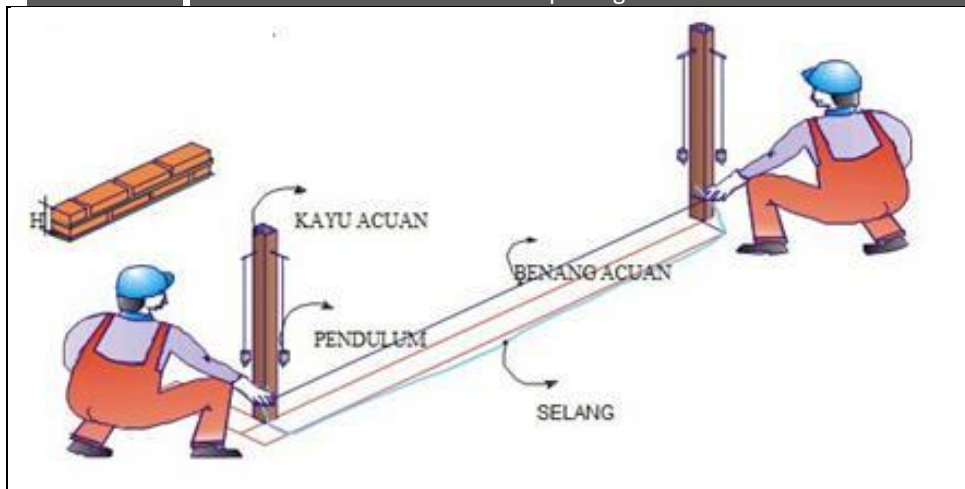
Pemasangan bata dengan bantuan profil



(Sumber: architectaria.com)

Gambar 2. 64

Profil untuk pasangan bata

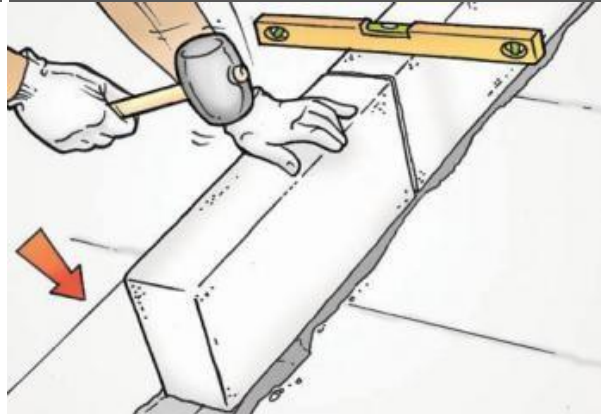


(sumber: perangkat-civil.blogspot.com)

- 2) Tanpa menggunakan profil, dimana kelurusan, kedataran dan kerataan selalu diperiksa dengan menggunakan mistar dan *waterpass* selama proses pengerjaan.

Gambar 2. 65

Pemeriksaan dengan *waterpass*



(Sumber: prometode.blogspot.com)

f. Pengaturan tempat kerja

Langkah pertama yang harus dilakukan pekerja sebelum memulai pemasangan adalah mengatur tempat bekerja.

Alat-alat dan perlengkapan serta bahan harus diatur/ditempatkan sedemikian rupa sehingga memungkinkan bagi pekerja untuk melakukan tugasnya dengan tertib, aman dan sehat.

Dalam pengaturan tempat bekerja ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan:

- 1) Alas spesi sebaiknya ditempelkan kurang lebih 60 cm dari bidang pasangan dan kira-kira di tengah-tengah bidang pasangan.

Gambar 2. 66

Posisi alas spesi



(Sumber: www.flickr.com)

- 2) Batu bata ditempatkan di samping alas spesi, disusun berdiri ke arah melebar dengan jarak masing-masing kurang lebih 1 cm dengan tinggi tumpukan maksimal 3 lapis.
- 3) Sendok spesi ditempelkan di atas spesi sedangkan alat-alat dan perlengkapan lainnya ditempatkan di sisi lain dari spesi dan batu-bata.

g. Menyiapkan dasar pasangan

Pasangan dinding batu bata di lapangan biasanya dilakukan di atas pondasi atau balok *sloof* yang sudah disiapkan sebelumnya, sehingga pekerjaan persiapan pemasangan dapat dilakukan dengan urutan seperti berikut :

- 1) Membersihkan permukaan atas pondasi atau balok *sloof*;
- 2) Memasang profil pada kedua ujung pasangan (jika pemasangan menggunakan profil);
- 3) Membuat ukuran tebal tipis lapisan pasangan yakni tebal batu bata rata-rata + tebal siar;
- 4) Menandai tebal tiap lapis pasangan pada profil dan memeriksa/ menentukan kedatarannya dengan *waterpass* atau plastik selang;
- 5) Menata bata tanpa spasi;
- 6) Memasang benang sebagai pedoman pemasangan pada profil (jika menggunakan profil).



(Sumber: www.yousaytoo.com)

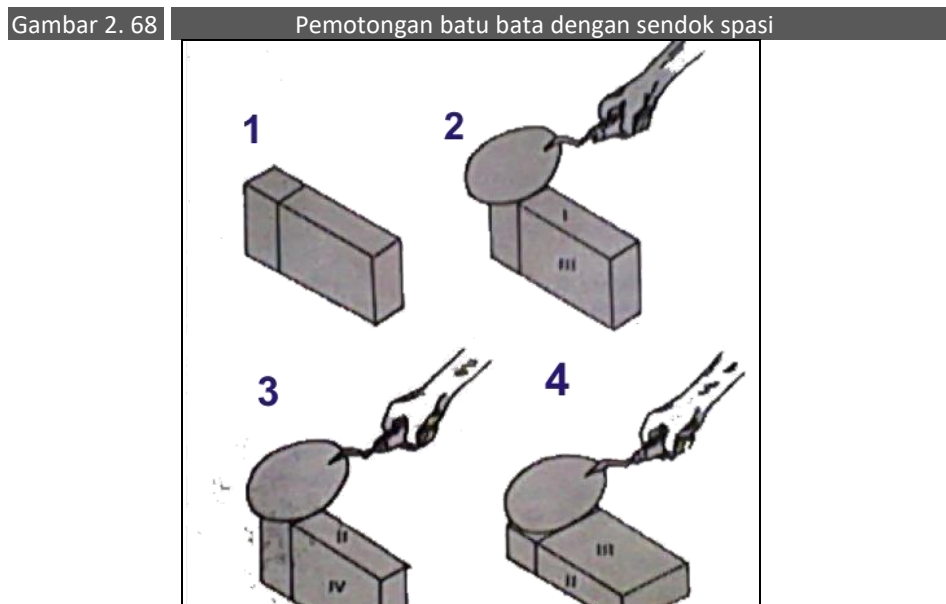
h. Cara memotong bata

Dalam melaksanakan pasangan bata, biasanya diperlukan bentuk-bentuk bata ukuran $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, atau $\frac{3}{4}$, bentuk-bentuk ukuran seperti ini bisa diperoleh dengan cara memotong bata utuh, baik menggunakan mesin alat atau alat tangan.

Urutan langkah pemotongan bata dengan menggunakan alat tangan adalah seperti berikut :

1) Dengan sendok spesi

- a) memberi tanda ukuran $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, atau $\frac{3}{4}$ pada bata yang akan dipotong dengan menarik atau menggaris pada bata;



(Sumber: teknikcivil2.blogspot.com)

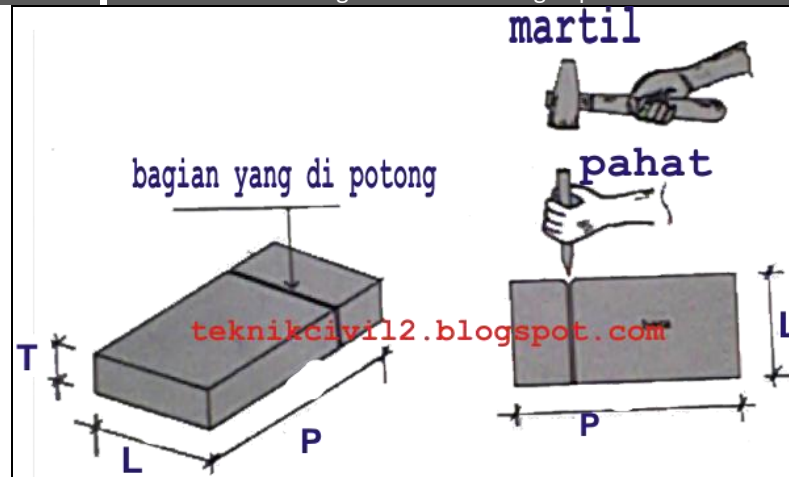
- b) Pegang bata dengan tangan kiri atau sebaliknya;
- c) Pukul bata tepat pada tanda dengan sendok spesi;
- d) Lakukan langkah c secara berulang-ulang sampai bata terpotong;
- e) Rapihan hasil potongan dengan palu pemotong atau palu sisi.

2) Dengan pahat pemotong (boaster)

- a) Memberikan tanda ukuran $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, atau $\frac{3}{4}$ pada bata yang akan dipotong;
- b) Letakkan bata di atas tumpukan pasir;

- c) Pegang pahat dengan mata pahat tepat di atas tanda pada bata;
- d) Pukul pahat dengan palu;
- e) Ulangi langkah ii dan iii pada tanda-tanda sekeliling bata, sampai bata terpotong.

Gambar 2. 69 Pemotongan batu bata dengan pahat



(Sumber: teknikcivil2.blogspot.com)

- 3) Dengan palu bata (*brick hammer*) atau palu sisir (*comb hammer*)

Gambar 2. 70 *Brick hammer*



(Sumber: handytools.co.uk)

- a) Memberi tanda ukuran $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, atau $\frac{3}{4}$ pada bata yang akan dipotong dengan menakik atau menggaris pada bata;
 - b) Pegang bata dengan tangan kiri atau sebaliknya;
 - c) Pukul bata tepat pada tanda dengan palu pemotong;
 - d) Lakukan langkah iii secara berulang sampai bata terpotong;
 - e) Rapikan hasil potongan dengan palu pemotong atau palu sisi.
- 4) Dengan gergaji
- a) Memberi tanda ukuran $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, atau $\frac{3}{4}$ pada bata yang akan dipotong dengan menakik atau menggaris pada bata;
 - b) Pegang bata dengan tangan kiri atau sebaliknya;
 - c) Gergaji bata tepat pada tanda;
 - d) Lakukan langkah c secara berulang sampai bata terpotong;
 - e) Rapikan hasil potongan dengan gergaji.

Gambar 2. 71 Pemotongan batu bata dengan gergaji



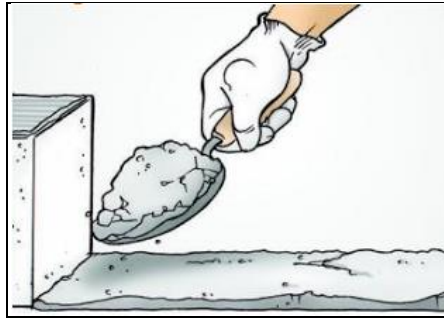
(Sumber: septanabp.wordpress.com)

i. Cara pemasangan dinding bata

Pada umumnya urutan langkah pemasangan dinding bata adalah seperti berikut:

- 1) Mengambil spesi dari alas spesi dengan cara dipotong, digulung kemudian diangkat;
- 2) Menghamparkan spesi di atas permukaan balok *sloof* atau pasang bata sebelumnya, kira-kira sepanjang dua atau tiga bata;

Gambar 2. 72 Penghamparan spesi pada permukaan *sloof*



(Sumber: hebelindo.com)

Gambar 2. 73

Pemasangan bata di atas *sloof*



(Sumber: astudioarchitect.com)

- 3) Membentuk alur pada saat menghampar spesi, dengan cara menekan spesi dengan menggerakkan daun sendok yang dimiringkan kira-kira 15 - 30°;

Gambar 2. 74

Pembentukan alur

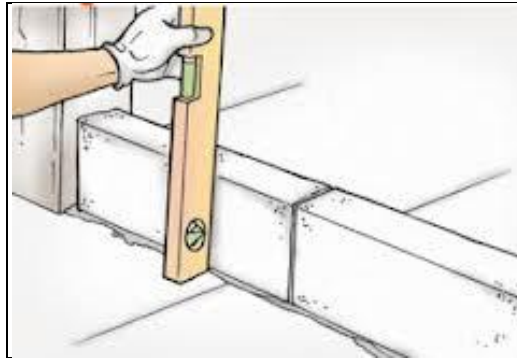


(Sumber: septanabp.wordpress.com)

- 4) Memasang bata pada kedua ujung pasangan. Periksa tinggi lapisan, kedataran, ketegakan dan kelurusannya;

Gambar 2. 75

Pemeriksaan dengan *waterpass*



(Sumber: blackxperience.com)

- 5) Memasang bata antara kedua ujung. Sebelumnya kepala bata yang akan dipasang diberi adukan terlebih dahulu;
- 6) Memasang bata pada kedua ujung pasangan untuk lapis kedua. Periksa tinggi lapisan, kedataran, ketegakan, dan kelurusannya;
- 7) Hamparkan adukan untuk lapis berikutnya;
- 8) Ratakan spesi pada pinggir bata;
- 9) Pasang lapisan berikutnya;

Gambar 2. 76 Pemasangan lapisan kedua



(sumber: www.rumahayah.com)

- 10) Tekan tepi bata hingga menempel pada benang profil. Bersihkan spesi yang menonjol dari tepi bata;
- 11) Periksa ketegakan, kedataran, kelurusan dan kerataan pasangan bata segera setelah setiap lapisan selesai di pasang;

Gambar 2. 77 Pemeriksaan pasangan setelah setiap lapisan selesai



(sumber: st-cristophorus.blogspot.com)

12) Ulangi untuk pasang selanjutnya.

j. Pemasangan dinding bata melingkar

Konstruksi pasangan dinding bata yang melingkar antara lain terdapat pada reaktor biogas. Untuk memasang pasangan dinding bata yang melingkar dapat digunakan alat bantu berupa mal (*trammel*).

Mal dapat terbuat dari besi, bambu, kayu dan lain-lain. Gambar-gambar di bawah ini menunjukkan beberapa jenis mal yang dapat digunakan untuk membuat pasangan dinding bata melingkar.

Gambar 2. 78

Mal dari besi



(Sumber: www.biru.or.id)

Gambar 2. 79

Mal dari bambu



(Sumber: www.biru.or.id)

Gambar 2. 80

Mal dari kayu



(sumber: miswadipratama.blogspot.com)

Gambar 2. 81

Ujung mal harus tepat di tengah panjang bata



(Sumber: ashdenawards.blogspot.com)

D. Aktifitas Pembelajaran

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

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

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!
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!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-02**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran.

E. Rangkuman

- a. Pasangan bata merupakan salah satu unsur bangunan yang terdiri dari bahan pengikat (adukan) dan bahan pasangan (bata merah, *conblock*, dll).
- b. Alat untuk pekerjaan pengukuran antara lain:
 1. Meteran
 2. Alat sipat datar
 3. Unting-unting
 4. Pensil
 5. Benang
 6. Siku
 7. Patok

8. Martil
 9. Godam
- c. Alat pembengkok baja beton antara lain: kunci pembengkok dan bantalan pembengkok .
- d. Alat bantu dalam pekerjaan pasangan antara lain:
1. Kotak angkut
 2. Alat Bantu
 3. Cangkul
 4. Singkup (sekop)
 5. Ayakan
 6. Beliung
 7. Linggis
 8. Pahat
 9. Kakak tua
 10. Alat Potong
 11. Gergaji Kayu
 12. Ketam kayu
 13. Alat pemotong bata
 14. *Line bobbine dan Corner block*
- e. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan adukan:
1. Jenis bahan dan fungsi adukan.
 2. Persyaratan adukan.
 3. Cara membuat adukan.

F. Tes Formatif

Pilihlah jawaban yang paling tepat dari soal-soal di bawah ini:

- 1) Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi mutu pasangan yang baik....
- 2) Sebutkan alat pekerjaan pasangan untuk pekerjaan batu....
- 3) Sebutkan alat potong baja beton....
- 4) Sebutkan peralatan mekanik/listrik dalam pekerjaan konstruksi batu dan beton....
- 5) Sebutkan urutan pekerjaan persiapan pemasangan batu-bata...

G. Kunci Jawaban

- 1) Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu pasangan yang baik:
 - a) Pengetahuan dan ketrampilan pemasang (manusia);
 - b) Alat-alat yang digunakan;
 - c) Mutu bahan dan komposisi adukan yang digunakan;
 - d) Pemeliharaan

- 2) Alat pekerjaan pasangan (pekerjaan batu) antara lain:
 - a) *Sendok spesi (cetok)*
 - b) *Jointer*
 - c) Ember
 - d) Kotak-adukan

- 3) Alat potong baja beton:
 - a) Gergaji baja
 - b) Gunting potong
 - c) Gunting ayun

- 4) Peralatan Mekanik/Listrik dalam pekerjaan konstruksi batu dan beton:
 - a) Mesin bor tangan listrik
 - b) Pembor lubang tembus
 - c) Bor tembok beton
 - d) Alat potong keramik listrik
 - e) Mesin aduk beton/molen
 - f) Mesin poles tegel (bahan bakar bensin/solar)
 - g) Pompa hisap tekan mekanis
 - h) Mesin Penggetar (*Mesin Trailer*)

- 5) Pekerjaan persiapan pemasangan dapat dilakukan dengan urutan seperti berikut
:

- a) Membersihkan permukaan atas pondasi atau balik sloof;
- b) Memasang profil pada kedua ujung pasangan (jika pemasangan menggunakan profil);
- c) Membuat ukuran tebal tipis lapisan pasangan yakni tebal batu bata rata-rata + tebal siar;
- d) Menandai tebal tiap lapis pasangan pada profil dan memeriksa/ menentukan kedatarannya dengan *waterpass* atau plastik slang;
- e) Menata bata tanpa spasi;
- f) Memasang benang sebagai pedoman pemasangan pada profil (jika menggunakan profil).

LEMBAR KERJA KB-2

LK - 02

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!

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

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!

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

1. Sebutkan dan jelaskan jenis-jenis alat untuk pekerjaan pengukuran?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Sebutkan dan jelaskan berbagai macam palu?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Sebutkan berbagai alat untuk pekerjaan pasangan?

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

4. Sebutkan berbagai alat untuk pekerjaan beton?

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

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 : TEKNIK PLESTERAN

A. Tujuan

Setelah mempelajari bagian ini siswa mampu melaksanakan pekerjaan pemlesteran dinding pada reaktor biogas sesuai dengan ketentuan.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini, peserta diklat mampu menganalisis konstruksi bangunan.

C. Uraian Materi

Bahan bacaan 1

a. Pekerjaan Plesteran

Pekerjaan plesteran untuk dinding termasuk pekerjaan *finishing*. Sebagaimana pekerjaan *finishing* pada umumnya, maka plesteran di samping berfungsi untuk menutup permukaan dinding, maka plesteran juga harus rapi. Pada reaktor biogas terutama untuk dinding yang melingkar (*digester*) dan *outlet*, plesteran harus mampu mencegah merembesnya *slurry* ke dalam tanah, sedangkan pada *inlet* plesteran harus mampu mencegah kebocoran terutama pada saat pengadukan kotoran hewan.

Gambar 3. 1

Pemlesteran biodigester



(Sumber: citraalam99.blogspot.com)

b. Peralatan untuk Pekerjaan Plesteran

Peralatan untuk pekerjaan plesteran antara lain:

1) Roskam baja

Roskam baja yang baik akan menghasilkan plesteran yang baik. Roskam baja yang baik adalah bila ditekan permukaan daunnya tetap rata dan lurus serta tidak baling.

Roskam baja dipergunakan untuk menempelkan adukan plesteran dan untuk meratakan acian.

Gambar 3. 2

Roskam baja



(Sumber: www.beatsons.co.uk)

2) Roskam kayu

Roskam kayu berbentuk segi empat panjang, dibuat dari kayu papan dengan ukuran 28 x 12 x 2 cm, roskam kayu dapat dipakai untuk meratakan plesteran dan meratakan permukaan acian.

Permukaan plesteran yang kasar tetapi rata dan tegak diperlukan agar acian dapat melekat dengan sempurna. Agar hal ini dapat dilakukan pada plesteran maka roskam kayu biasanya ditempatkan paku kecil.

Gambar 3. 3

Roskam kayu



(Sumber: mortartigaroda.blogspot.com)

3) Meja adukan (*mortard stand*)

Meja adukan berbentuk meja kecil berukuran 70 x 70 cm dan tingginya kurang lebih 70 cm, agar dapat tahan lama daun meja dapat dilapisi seng pelat. Meja adukan digunakan untuk menyimpan adukan plesteran yang akan ditempelkan pada dinding. Konstruksi kaki meja dapat dibuat dari rangka kayu atau pipa persegi.

Gambar 3. 4

Meja adukan



(Sumber: www.powertoolsdirect.com)

4) Tatakan (*hawk*)

Hawk adalah tempat adukan plesteran sebelum adukan tersebut ditempelkan pada permukaan dinding. *Hawk* yang baik berbentuk segi empat, berukuran 30 x 30 cm, ringan, dibuat dari aluminium atau kayu, yang diberi tangkai di tengah-tengah pada permukaannya. Pada beberapa daerah para tukang telah mengembangkan tatakan yang terbuat dari lempengan pipa PVC diameter 10 cm.



(Sumber: ag.csuchio.edu)

5) Mistar perata

Mistar perata (penggaris adukan) panjangnya kurang lebih 1,5 m sampai 2 m dan penampangnya 8 x 3,5 cm, permukaan mistar yang dipakai untuk mengiris plesteran harus betul-betul lurus dan rata. Kayunya harus dipilih dari kayu yang tidak mudah berubah kelurusannya maupun kerataannya.



(Sumber: mortartigaroda.blogspot.com)

6) Meteran

Meteran yang digunakan sebaiknya meteran lipat, karena fungsinya hanya untuk mengukur ketebalan plesteran yang akan dikerjakan.

Gambar 3. 7 | *Roll meter*



7) Unting-unting

Unting-unting dibuat dari bahan kuningan atau besi dengan ukuran berat 300 gram. Unting-unting digunakan untuk menentukan ketegakan permukaan bidang plesteran yang akan dikerjakan. Di beberapa daerah istilah lain yang digunakan untuk unting-unting adalah lot.

Gambar 3. 8 | *Unting-unting*



(Sumber: khedanta.wordpress.com)

c. Bahan Plesteran

Pada umumnya bahan yang digunakan untuk adukan plesteran adalah campuran semen, pasir dan air dengan perbandingan 1 semen : 3 pasir atau 1 semen : 4 pasir

sesuai jenis pekerjaannya. Sedangkan untuk bahan acian umumnya menggunakan semen (PC) atau *gypsum (hard finish)* yang dicampur dengan air.

Gambar 3. 9 Semen di lapangan



Gambar 3. 10 Pasir



Adukan plesteran dibuat berdasarkan pertimbangan kemudahan untuk digunakan/dipakai (*workability*), sifat-sifat permukaan, faktor pengisapan air dan bahan pasangan dan macam bangunan.

Perbandingan campuran adukan disesuaikan dengan permukaan yang akan diplester, semakin halus permukaan semakin banyak semen yang dibutuhkan

dalam campuran adukannya. Dinding luar terutama yang terkena panas matahari dan hujan membutuhkan banyak semen.

Umumnya perbandingan campuran diukur menurut volume.

d. Langkah-Langkah Pemelesteran

Garis besar langkah-langkah pemelesteran adalah sebagai berikut:

- 1) Pekerjaan persiapan.
- 2) Membuat kepala plesteran (dot).
- 3) Membuat jalur kepala.
- 4) Mengerjakan plesteran dinding dengan rata dan tegak lurus.
- 5) Mengaci permukaan plesteran dengan rata dan halus.

e. Pekerjaan Persiapan

- 1) Persiapan permukaan dinding

Permukaan dinding yang akan diplester harus dibersihkan dari kotoran-kotoran yang melekat yang mungkin kalau dibiarkan akan mengurangi daya rekat plesteran terhadap dinding kemudian disiram dengan air secukupnya.

Bila permukaan dinding yang akan diplester itu halus, perlu dikasarkan lebih dahulu dengan cara melakukan kamprotan selaput tipis dengan campuran semen dan pasir yang akan dicampur dengan air kemudian diaduk encer.

Selanjutnya lakukan langkah-langkah berikut :

- a) Siram permukaan bata/batako dengan air sampai basah secara merata (*curing*).
- b) Buat adukan untuk kamprotan dengan perbandingan 1 pc : 2 ps.
- c) Lakukan kamprotan pada bidang yang telah di-*curing* dengan jarak lemparan ± 50 cm dari permukaan yang dikamprot dengan ketebalan 1,5 – 2,0 mm.
- d) Setelah bidang yang dikamprot kering, lakukan penyiraman (*curing*) selama 3 hari: pagi, siang dan sore.
- e) Setelah itu mulailah membuat adukan (spesi) dengan campuran 1 pc : 3 ps.

- f) Buat kepala (*dot*) dengan ketebalan 15 mm.
- g) Lanjutkan dengan penyiraman jika kepala telah mengering.

2) Menentukan ketebalan plesteran

Ketegakkan dan kelurusan dinding akan sangat menentukan tebal plesteran yang akan dibuat. Tebal plesteran yang baik berkisar antara 1-2 cm.

Cara menentukan ketebalan plesteran pada dinding bata yang lurus ialah dengan menggantung unting-unting yang diikatkan pada paku di kedua ujung dinding.

Alat yang harus disediakan adalah: palu, paku, benang unting-unting dan meteran.

Langkah kerja menentukan ketebalan plesteran:

- a) Tancapkanlah paku di bagian kiri dan kanan atau pada pada dinding yang akan diplester (paku A dan B);
- b) Gantungkan unting-unting pada paku bagian kiri atas dan bergantung bebas terhadap dinding;
- c) Gantungkan unting-unting pada paku yang ada di sebelah kanan atas dengan jarak yang sama seperti pada paku di bagian kiri atas;
- d) Tancapkan paku tepat pada benang unting-unting di bagian bawah (paku C dan D);
- e) Tandai paku-paku tepat pada tempat benang unting-unting;
- f) Lepaskan unting-unting;
- g) Pasang benang tanpa unting-unting pada paku-paku tepat pada tanda-tanda tadi;
- h) Perhatikan jarak dari benang ke permukaan dinding. Tentukan jarak terpendek antara benang dan permukaan dinding;
- i) Tentukan tebal plesteran pada titik tersebut sebesar 1 cm;
- j) Ukur jarak dari benang ke permukaan dinding misalnya 1 cm;

k) Titik ini merupakan patokan bagi ketebalan plesteran pada seluruh dinding yang akan diplester tersebut.

f. Pembuatan Kepala Plesteran

Agar diperoleh plesteran dinding yang permukaannya tegak lurus, rata dan lurus, maka harus dibuatkan beberapa kepala atau dot pada permukaan dinding agar nantinya menghasilkan jalur-jalur kepala yang lurus dan tegak lurus.

Bahan dot dapat dipakai dari adukan semen atau adukan semen pasir kemudian di tengahnya dipasang bilah bambu. *Dot* yang dibuat dari adukan semen akan cepat mengering sehingga pembuatan jalur dapat dilanjutkan tanpa harus menunggu kering.

Alat-alat yang digunakan untuk membuat *dot* dari adukan bahan semen ialah meteran, sendok kecil, tatakan (*hawk*), meja plesteran dan tempat air.

Gambar 3. 11

Kepala plesteran sebagai jalur plesteran



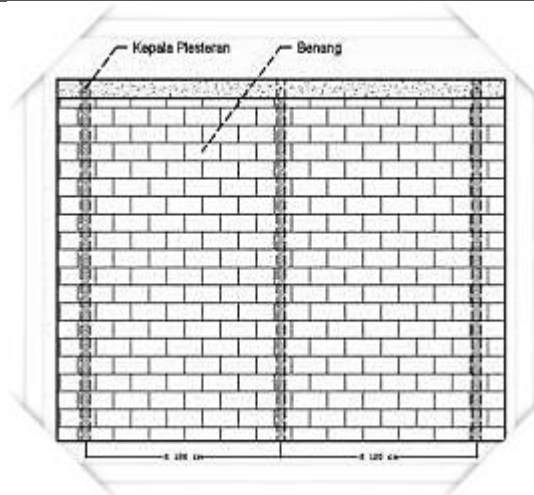
(Sumber: proyeksipil.blogspot.com)

Langkah-langkah pembuatan kepala adalah sebagai berikut :

a) Siapkan alat dan bahan;

- b) Tempelkan adukan semen pada dinding dimana dot akan dibuat;
- c) Ukur jarak dari permukaan dot ke benang dengan menggunakan meteran;
- d) Tambahkan adukan semen pada permukaan dot, jika ketebalannya belum mencapai ketebalan yang ditentukan;
- e) Periksa kembali dengan menggunakan ukuran;
- f) Ratakan permukaan dot yang sudah dibuat;
- g) Iris sisi-sisi dot sehingga berbentuk limas terpacung;
- h) Jarak antara dot dapat diambil antara 20–30 cm;
- i) Buat juga dot dalam arah vertikal dengan jarak yang sama.

Gambar 3. 12 Kepala plesteran



(Sumber: ilmu-bangunan.blogspot.com)

g. Pembuatan Jalur Kepala Plesteran

Jalur-jalur kepala dibuat dari bahan yang sama dengan bahan untuk plesteran. Jalur-jalur kepala dibuat sebagai landasan dan pedoman ketebalan plesteran. Maka pada waktu pengerjaan jalur kepala harus selalu memperhatikan permukaan dot sebagai batas permukaan jalur.

Kerataan dan kelurusan jalur harus selalu dipelihara. Lebar jalur dapat dibuat lebih besar dari ukuran lebar dot. Jalur-jalur kepala dibuat mendatar (horizontal) dan dapat pula dibuat tegak lurus (vertikal).

Alat-alat yang digunakan ialah: roskam, baja, tatakan, mistar, pengiris, *waterpass* dan meja plesteran.

Langkah cara pengerjaannya :

- a) Siapkan bahan plesteran;
- b) Siapkan peralatan yang akan digunakan;
- c) Hamparkan adukan diantara dot-dot yang sudah dibuat;
- d) Iris ketebalan adukan diantara kedua dot sama dengan permukaan dot;
- e) Jalur hanya dibuat satu arah saja, yaitu arah vertikal atau horizontal;
- f) Isi bagian yang masih belum rata;
- g) Periksa kerataannya;
- h) Periksa ketegakan jalur kepala atas dan bawah;
- i) Perbaiki ketegakannya (jika perlu).

h. Pemlesteran

Pemlesteran dinding yang baik dengan mutu standar tergantung pada alat yang dipakai. Sebelum melaksanakan pekerjaan plesteran harus mengetahui cara menggunakan dan memahami gerakan-gerakan yang tepat.

Tatakan (*hawk*) dan roskan baja adalah alat utama dalam pekerjaan plesteran. Keuntungan penggunaan dalam pekerjaan plesteran adalah tempat kerja lebih bersih dari pada jika dengan cara yang dilakukan oleh tukang konvensional umumnya, yaitu dengan cara melempar adukan ke dinding dengan menggunakan sendok spesi. Di samping itu hampir tidak ada adukan yang jatuh ke lantai pada saat menghamparkan adukan. Tukang-tukang konvensional biasanya menggunakan kembali adukan yang telah terjatuh ke lantai. Hal ini sudah tentu merupakan suatu kekeliruan karena mutu adukan yang telah jatuh tersebut sudah berkurang.

Hal yang perlu diingat dan diperhatikan pada waktu kita menggunakan alat tersebut adalah :

- a) Tangan dan pegangan alat harus selalu bersih dari adukan dan kering'
- b) Tidak berdiri terlalu jauh dari tempat adukan, tempat adukan ditempatkan kurang lebih 1 m, dari bidang kerja.
- c) Pengambilan adukan dilakukan dari samping tumpukan adukan dan tidak mengambil dari tengah-tengah tumpukan.
- d) Sebelum digunakan alat-alat dari kayu seperti roskam kayu dan mistar penggaris dibasahi lebih dahulu dengan air.

Langkah-langkah melekatkan adukan pada dinding adalah sebagai berikut :

- a) Perhatikan apakah dinding yang akan diplester sudah dipersiapkan dengan baik;
- b) Mulailah mengerjakan plesteran dari sebelah kiri atau sebelah kanan dinding;
- c) ambil adukan dari meja plesteran secukupnya dengan menggunakan roskam baja dan hawk, kemudian lakukan pengadukan kembali di atas tatakan (*hawk*) hingga betul-betul matang;
- d) Lekatkan adukan dari bawah ke atas, tidak menutupi jalur kepala (lihat gambar-gambar berikut).

Gambar 3. 13

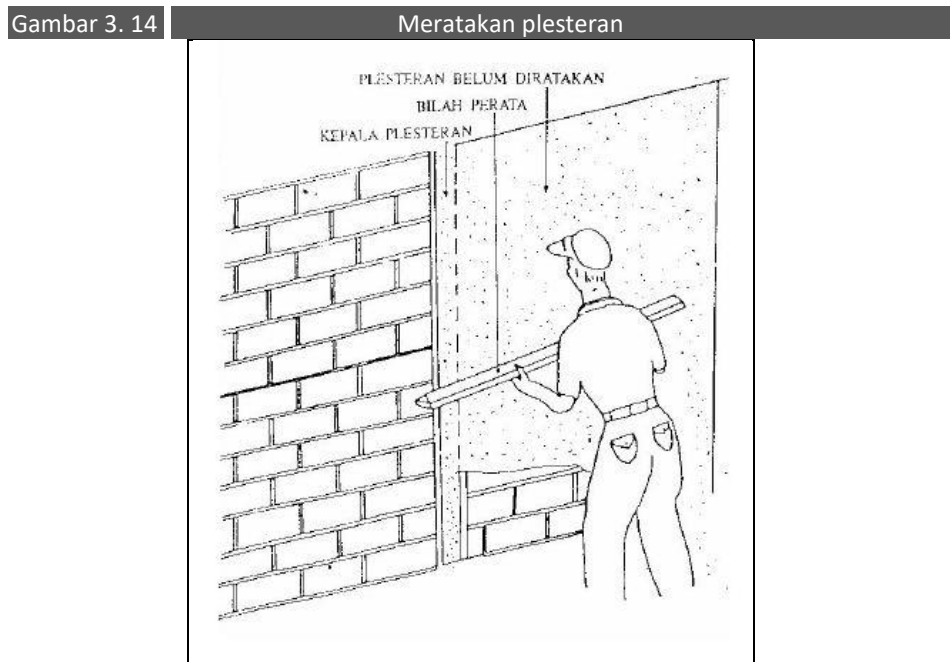
Pekerjaan plesteran



(Sumber: zamilengineering.com)

i. Mengiris kelebihan adukan plesteran

Jika adukan plesteran telah menutup permukaan dinding dan ketebalannya sudah sama atau lebih tebal dengan jalur kepala, maka perlu dilakukan pengirisan.



(Sumber: www.ilmutekniksipil.com)

j. Meratakan permukaan plesteran

Biasanya setelah adukan plesteran diiris dengan menggunakan mistar pengiris masih terdapat lubang-lubang kecil yang belum tertutup sehingga harus dilakukan penambahan adukan. Penambahan adukan cukup pada tempat-tempat yang masih berlubang saja, kemudian untuk meratakan permukaannya cukup menggunakan roskam kayu.

Hal-hal yang harus diperhatikan pada waktu melakukan plesteran :

- Pergunakan roskam kayu dengan gerakan melingkar.
- Perhatikan kerataan permukaan plesteran yang telah digosok dengan roskam kayu. Jika masih terdapat lubang-lubang, maka isilah lubang-lubang tersebut secukupnya.

- c) Iris kelebihan adukan dengan menggunakan roskam kayu. Gunakan juga kuas yang telah dibasahi dengan air.
- d) Ratakan kembali secara teratur sampai rata. Penggosokan dengan roskam kayu harus sampai halus, karena pekerjaan ini akan dilanjutkan dengan pekerjaan acian'

k. Pemelesteran Sudut

Pekerjaan plesteran biasanya juga ditemukan pada sudut-sudut bangunan dan kolom. Untuk plesteran sudut di samping alat-alat yang telah disebutkan terdahulu maka diperlukan alat bantu seperti papan kayu lurus, penjepit (dapat berupa besi tulangan atau klem) dan *waterpass*. Karena luasan dinding yang akan diplester relatif kecil, maka pekerjaan relatif tidak terlalu sulit. Yang diperlukan disini adalah kepastian bahwa papan penolong benar-benar tegak atau datar, serta penjepit yang benar-benar kokoh. Berikut ini adalah contoh gambar yang menunjukkan cara melakukan pemelesteran sudut.



l. Finishing

Pekerjaan *finishing* permukaan dapat dibuat halus atau kasar. Pekerjaan menghaluskan permukaan dengan bahan campuran acian disebut juga dengan pekerjaan acian. Pekerjaan akhir dari permukaan plesteran ini memerlukan

ketelitian dan kesabaran, kualitas hasil pekerjaan ini diantaranya ditentukan pula oleh cara kerja tukang yang mengerjakannya.

Ketepatan penggunaan alat yang akan mempengaruhi terhadap kecepatan kerja dan hasil kerja. Oleh karena itu untuk pekerjaan *finishing* perlu dipilih alat yang baik. Roskam baja yang baik adalah salah satu alat yang akan membantu menyelesaikan *finishing* yang relatif cepat dibandingkan dengan alat *finishing* lainnya.

Bahan yang digunakan akan menentukan kemudahan pekerjaan, mutu pekerjaan dan kehalusan pekerjaan. Komposisi campuran yang tercantum pada tabel campuran acian dapat dipilih salah satu campuran yang sesuai dengan keadaan bidang plesteran. Cara pengerjaan *finishing* permukaan plesteran dengan menggunakan berbagai bahan campuran tidak ada perbedaan. Peralatan yang digunakan untuk mengerjakan acian antara lain: roskam baja, tatakan, roskam kayu, meja plester, gayung dan kuas.

Langkah-langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut:

- 1) Siapkan seperangkat alat *finishing*;
- 2) Siapkan bahan acian di atas meja plesteran;
- 3) Siapkan permukaan plesteran yang akan diaci dengan cara membasahinya dengan air secukupnya diikuti dengan menggosokkan roskam kayu;
- 4) Lekatkan tipis-tipis bahan acian pada permukaan plesteran mulai dari bagian kiri bawah;
- 5) Lekatkan acian pada permukaan acian yang belum tertutup, usahakan ketebalannya merata;
- 6) Menghaluskan permukaan acian dengan menggunakan roskam baja, dengan cara menekan roskam baja ke atas ke bawah sejauh jangkauan tangan, bila perlu percikan air dengan bantuan kuas untuk membentuk kemudahan menghaluskan permukaan acian.



(Sumber: pintusatu.com)

m. Perbaiki Plesteran

Kerusakan pada plesteran dinding biasanya diakibatkan oleh mengelupasnya adukan plesteran karena adukan sudah lama atau terbentur benda-benda keras khususnya pada bagaian sudut.



Perbaiki plesteran seperti tersebut di atas dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Membongkar adukan plesteran yang mengelupas;
- 2) Membersihkan permukaan dinding dengan sikat;
- 3) Menyiram permukaan dinding dengan air;
- 4) Melekatkan adukan baru pada permukaan dinding;
- 5) Mengiris kelebihan adukan dengan berpedoman pada plesteran lama;
- 6) Mengaci plesteran baru.

Gambar 3. 18

Perbaikan plesteran



(Sumber: iklankita.com)

D. Aktifitas Pembelajaran

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

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

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!
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!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-03**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran.

E. Rangkuman

- a. Pekerjaan plesteran untuk dinding termasuk pekerjaan *finishing*. Sebagaimana pekerjaan *finishing* pada umumnya, maka di samping berfungsi untuk menutup permukaan dinding, plesteran juga harus rapi. Pada reaktor biogas terutama untuk dinding yang melingkar (*digester*) dan outlet, plesteran harus mampu mencegah merembesnya *slurry* ke dalam tanah, sedangkan pada inlet plesteran harus mampu mencegah kebocoran terutama pada saat pengadukan kotoran hewan.
- b. Pada umumnya bahan yang digunakan untuk adukan plesteran adalah campuran semen, pasir dan air dengan perbandingan 1 semen : 3 pasir atau 1 semen : 4 pasir sesuai jenis pekerjaannya. Sedangkan untuk bahan acian umumnya menggunakan semen (*PC*) atau *gypsum (hard finish)* yang dicampur dengan air.
- c. Langkah-langkah pekerjaan persiapan dalam pelaksanaan pemlesteran berikut :
 1. Siram permukaan bata/batako dengan air sampai basah secara merata (*curing*).
 2. Buat adukan untuk kamprotan dengan perbandingan 1 pc : 2 ps.
 3. Lakukan kamprotan pada bidang yang telah dicuring dengan jarak lemparan \pm 50 cm dari permukaan yang dikamprot dengan ketebalan 1,5 – 2,0 mm.
 4. Setelah bidang yang dikamprot kering, lakukan penyiraman (*curing*) selama 3 hari ; pagi, siang dan sore.

5. Setelah itu mulailah membuat adukan (spesi) dengan campuran 1 pc : 3 ps.
 6. Buat kepala (*dot*) dengan ketebalan 15 mm.
 7. Lanjutkan dengan penyiraman jika kepala telah mengering.
- d. Langkah-langkah pembuatan kepala adalah sebagai berikut :
1. Siapkan alat dan bahan.
 2. Tempelkan adukan semen pada dinding dimana dot akan dibuat.
 3. Ukur jarak dari permukaan dot ke benang dengan menggunakan meteran.
 4. Tambahkan adukan semen pada permukaan dot, jika ketebalannya belum mencapai ketebalan yang ditentukan.
 5. Periksa kembali dengan menggunakan ukuran.
 6. Ratakan permukaan dot yang sudah dibuat.
 7. Iris sisi-sisi dot sehingga berbentuk limas terpacung.
 8. Jarak antara dot dapat diambil antara 20 – 30 cm.
 9. Buat juga dot dalam arah vertikal dengan jarak yang sama.
- e. Hal-hal yang harus diperhatikan pada waktu melakukan plesteran :
1. Penggunaan roskam kayu dengan gerakan melingkar.
 2. Perhatikan kerataan permukaan plesteran yang telah digosok dengan roskam kayu. Jika masih terdapat lubang-lubang, maka isilah lubang-lubang tersebut secukupnya.
 3. Iris kelebihan adukan dengan menggunakan roskam kayu. Gunakan juga kuas yang telah dibasahi dengan air.
 4. Ratakan kembali secara teratur sampai rata.
 5. Penggosokan dengan roskam kayu harus sampai halus, karena pekerjaan ini akan dilanjutkan dengan pekerjaan acian.

F. Tes Formatif

1. Sebutkan peralatan untuk pekerjaan plesteran....
2. Sebutkan garis besar langkah-langkah pemlesteran....

3. Sebutkan langkah kerja menentukan ketebalan plesteran....
4. Sebutkan langkah-langkah pembuatan jalur kepala plesteran....
5. Sebutkan langkah-langkah pengerjaan *finishing*....

G. Kunci Jawaban

1. Peralatan untuk pekerjaan plesteran:
 - a) Roskam baja
 - b) Roskam kayu
 - c) Meja adukan
 - d) Tatakan
 - e) Mistar perata
 - f) Meteran
 - g) Unting-unting
2. Garis besar langkah-langkah pemlesteran adalah sebagai berikut:
 - a) Pekerjaan persiapan.
 - b) Membuat kepala plesteran (dot).
 - c) Membuat jalur kepala.
 - d) Mengerjakan plesteran dinding dengan rata dan tegak lurus.
 - e) Mengaci permukaan plesteran dengan rata dan halus.
3. Langkah kerja menentukan ketebalan plesteran :
 - a) Tancapkanlah paku di bagian kiri dan kanan atau pada pada dinding yang akan diplester (paku A dan B).
 - b) Gantungkan unting-unting pada paku bagian kiri atas dan bergantung bebas terhadap dinding.
 - c) Gantungkan unting-unting pada paku yang ada di sebelah kanan atas dengan jarak yang sama seperti pada paku di bagian kiri atas.
 - d) Tancapkan paku tepat pada benang unting-unting di bagian bawah (paku C dan D).
 - e) Tandai paku-paku tepat pada tempat benang unting-unting.
 - f) Lepaskan unting-unting.
 - g) Pasang benang tanpa unting-unting pada paku-paku tepat pada tanda-tanda tadi.
 - h) Perhatikan jarak dari benang ke permukaan dinding. Tentukan jarak terpendek antara benang dan permukaan dinding.

- i) Tentukan tebal plesteran pada titik tersebut sebesar 1 cm.
 - j) Ukur jarak dari benang ke permukaan dinding misalnya 1 cm
 - k) Titik ini merupakan patokan bagi ketebalan plesteran pada seluruh dinding yang akan diplester tersebut.
4. Langkah-langkah pembuatan jalur kepala plesteran:
- a) Siapkan bahan plesteran.
 - b) Siapkan peralatan yang akan digunakan.
 - c) Hamparkan adukan diantara dot-dot yang sudah dibuat.
 - d) Iris ketebalan adukan diantara kedua dot sampai sama dengan permukaan dot.
 - e) Jalur hanya dibuat satu arah saja, yaitu arah vertikal atau horizontal.
 - f) Isi bagian yang masih belum rata.
 - g) Periksa kerataannya.
 - h) Periksa ketegakan jalur kepala atas dan bawah.
 - i) Perbaiki ketegakannya (jika perlu).
5. Langkah-langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut:
- a) Siapkan seperangkat alat *finishing*;
 - b) Siapkan bahan acian di atas meja plesteran;
 - c) Siapkan permukaan plesteran yang akan diaci dengan cara membasahinya dengan air secukupnya diikuti dengan menggosokkan roskam kayu.
 - d) Lekatkan tipis-tipis bahan acian pada permukaan plesteran mulai dari bagian kiri bawah;
 - e) Lekatkan acian pada permukaan acian yang belum tertutup, usahakan ketebalannya merata;
 - f) Menghaluskan permukaan acian dengan menggunakan roskam baja, dengan cara menekan roskam baja ke atas ke bawah sejauh jangkauan tangan, bila perlu percikan air dengan bantuan kuas untuk membentuk kemudahan menghaluskan permukaan acian.

LEMBAR KERJA KB-3

LK - 03

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!

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

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!

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

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5 : PEMERIKSAAN BAHAN DI LAPANGAN

A. Tujuan

Setelah mempelajari bagian ini peserta mampu melaksanakan pengujian bahan-bahan untuk konstruksi reaktor biogas sesuai dengan ketentuan.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini, peserta diklat mampu menganalisis spesifikasi bahan konstruksi.

C. Uraian Materi

Bahan bacaan 1

a. Bahan konstruksi reaktor biogas

Bahan-bahan utama yang digunakan untuk konstruksi reaktor biogas adalah:

1) Semen

a) Sejarah Semen

Pada zaman Mesir, Yunani dan Romawi Kuno, bahan organik dipergunakan sebagai bahan perekat batu-batuan dalam konstruksi bangunan. Setelah revolusi industri di Eropa maka dikembangkanlah banyak penelitian-penelitian penting. Pada tahun 1797 James Parker (penemu Inggris) menemukan suatu pembaharuan dengan membuat semen *hydraulic* dengan cara membakar batuan kapur dan batuan silika. Pada tahun 1824 John Aspeden (pengukir batu Inggris) membuat paten tentang perbaikan cara membuat batu-batuan. Semen yang digunakan akhirnya disebut "*portland*", kira-kira 20 tahun kemudian setelah pembaharuan oleh John Aspeden, diproduksi semen dengan kualitas yang dapat diandalkan. Tahun 1850 *portland cement* dengan kualitas yang baik dikembangkan di Inggris dengan dibukanya 4 buah pabrik semen dan sejak itu mulai bermunculan pabrik semen di negara Eropa dan Amerika disusul oleh Jepang dan negara-negara di dunia lainnya. Semen berasal dari kata "*cement*" dan dalam

bahasa Inggrisnya yaitu pengikat/perekat. Kata *cement* diambil dari kata "*cemenum*" yaitu nama yang diberikan kepada batu kapur yang serbuknya telah dipergunakan sebagai bahan adukan lebih dari 2000 tahun yang lalu di Italia.

b) Sifat-Sifat Semen

Semen adalah *hidrolic binder* (perekat hidrolis) yaitu senyawa-senyawa yang terkandung di dalam semen tersebut dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru yang bersifat sebagai perekat terhadap batuan. Oleh karena itu maka semen bersifat:

- Dapat mengeras bila dicampur dengan air.
- Tidak larut dalam air.

c) Semen *Portland*

Semen *portland* adalah bahan pengikat yang sangat penting dipakai dalam bangunan-bangunan pada masa kini. Semen *portland* adalah bahan pengikat hidrolis (*hidrolic bending agent*) artinya dapat mengeras dengan adanya air.

- Jenis - jenis semen *portland* secara umum
 - *Ordinary portland cement*

Adalah semen *portland* yang dipakai untuk semua macam konstruksi apabila tidak diperlukan sifat-sifat khusus seperti ketahanan terhadap sulfat, panas, hidrasi. Semen *portland* ini yang biasa dipakai untuk umum dan biasanya di kenal dengan nama semen saja karena pembuatannya massal.
 - *Moderate sulphate resistance*

Adalah semen *portland* yang dipakai untuk kebutuhan semua macam konstruksi apabila disyaratkan mempunyai ketahanan terhadap sulfat pada tingkatan sedang yaitu dipakai di lokasi tanah yang mengandung air tanah 0,08%-0,17% dan mengandung 125

ppm SO₃ serta pH tidak kurang dari 6 dan sedang yaitu pada lokasi suhunya agak tinggi.

- *Hight early strength cement*

Adalah semen *portland* yang digiling lebih halus dan mengandung C38 lebih banyak dibandingkan *ordinary portland cement*. Mempunyai sifat pengembangan kekuatan awal dan kekuatan pada umur panjang yang lebih tinggi dibandingkan OPC. Semen ini dapat dipakai pada keadaan *emergency* dan musim dingin, disamping itu dapat juga digunakan untuk *concrete product* atau *presstress concrete*.

- *Low heat of hydration cement*

Sifat- sifatnya:

Panas hidrasi yang rendah, oleh karenanya sesuai untuk masa *concrete construction*. Kekuatan tekan awalnya rendah tetapi kekuatan tekan pada umur panjang adalah sama dengan *ordinary portland cement*. *Shrinkage* akibat pengeringan adalah rendah. Bersifat kimia, tahan terutama terhadap sulfat.

- *High sulfat resistance cement*

Sifatnya mempunyai ketahanan terhadap sulfat yang tinggi. Semen ini dipakai untuk semua jenis konstruksi apabila kadar sulfat pada air tanah dan tanah 0,17%-1,67% dan 12 ppm-1250 ppm dinyatakan sebagai SO₃. Misalnya pada konstruksi untuk air buangan atau konstruksi di bawah air.

- *Super high early strength portland cement*

Semen ini dipakai untuk kebutuhan–kebutuhan konstruksi yang perlu cepat selesai atau pekerjaan *grotting* karena mempunyai kekuatan tekan yang tinggi.

- *Colloid cement*

Adalah semen yang pada pemakaiannya dipakai dalam bentuk *sturry cement (colloid)* yang dipompakan mengingat pengecoran harus dilakukan pada formasi yang dalam dan sempit.

- *Blended cement*

Dalam rangka memproduksi sifat *ordinary portland cement* maka dikembangkan jenis *blended cement*. Dalam pemasarannya dikenal dengan *fly ash cement, pozoland cement, masonry cement*. Jenis-jenis dalam *blended cement* tergantung pada proses dan bahan yang digunakan dan berakibat pada keunggulan–keunggulan yang dimilikinya. Keunggulan ini diharapkan untuk memperbaiki: kelecakan, plastisitas, kerapatan, panas, hidrasi, ketahanan.

- **Pembuatan semen *portland***

Pada pembuatan semen *portland*, batu kapur dan lempung atau batu karang, tanah liat kemudian digiling halus dan dicampur dengan air membentuk *slurry* (bubur). *Slurry* ini kemudian dibakar dalam sebuah tanur sampai menjadi *klinker* pada suhu $\pm 1450^{\circ}\text{C}$. *Klinker* didinginkan dan kemudian digiling halus disertai penambahan 3%-4% *gips* untuk memperlambat hidrasi komponen aluminat dari semen sehingga waktu pergeseran tidak berlangsung dengan cepat. *Klinker, slurry* yang dibakar dalam suatu *rotary klin* yang hasilnya berupa batu keras. Komponen-komponen semen *portland*: trikalsium silikat (Ca_3S), dikalsium silikat (Ca_2S), trikalsium aluminat, tetra kalsium alumino ferit. Semen *portland*

terdiri dari 4 oksidasi utama, kapur CaO (60-66)%, silika SiO₂ (19–25)%, alumina Al₂O₃ (3–8)%, besi Fe₂O₃ (1–5)%.

Pengerasan adalah proses kimia dimana terjadi senyawa baru. Proses pengerasan terjadi dalam 2 tahap :

Tahap I (tahap pendahuluan)

Bila butir - butir semen mengalami kontak dengan air, maka lapisan permukaan dari mineral-mineral yang terdapat di dalam semen mulai bereaksi dengannya secara kimia. Ca₂S mengalami hidrolisa dan hidrasi diiringi dengan pembentukan 2 senyawa baru: $3CaO.SiO_2 + (n + 1) H_2O = 2CaO.Si.nH_2O + Ca(OH)_2$ Sedangkan Ca₂S dan Ca₃Al hanya mengalami pembentukan hidrat sebagai berikut; $2CaO.SiO_2+nH_2O = 2CaSiO_2.nH_2O$ (kalsium hidroksilat) $3CaO.Al_2O_3 + 6H_2O = 3CaO.Al_2O_3.6H_2O$ (kalsium hidro aluminat). Terbentuknya senyawa-senyawa hidrat menyebabkan terjadinya senyawa-senyawa yang sukar larut, terutama senyawa kalsium hidroksilat dan dengan cepat menyebabkan adukan (*mortar*). Proses hidrasi dari senyawa-senyawa kalsium hanya terjadi pada pengikatan awal, penetrasi air kedalam lapisan yang lebih dalam dari partikel semen sangat tertahan sehingga interaksi antara air oleh senyawa-senyawa kompleks dalam semen berkurang sehingga proses berkembang dengan lambat.

Tahap II (peristiwa koloidal)

Pada tahap ini terjadi peristiwa koloidal pada saat Ca(OH)₂ menjadi jernih betul, senyawa-senyawa hidrat yang terurai sekarang sukar larut dan tinggal dalam keadaan koloidal/gel. Pada proses reaksi hidrasi selanjutnya dari 3CaO.SiO₂ terjadi dan menghasilkan C-S-H dengan volume lebih dari dua kali volume semen, C-S-H ini mengisi rongga kemudian membentuk titik kontak yang menghasilkan kekakuan.

Pada tahap berikutnya terjadi konsentrasi dari C-S-H yang akhirnya pasta menjadi kaku dan proses pengerasanpun mulai terjadi.

d) Pengikatan (*setting*)

Sifat set pada adonan semen dengan air adalah gejala terjadinya kekakuan pada adonan tersebut. Di kenal dua macam *setting time* (waktu pengikatan): *Initial setting time* (waktu pengikatan awal) ialah waktu mulai terjadi adonan sampai mulai terjadi kekakuan tertentu dimana adonan sudah mulai tidak *workable*.

Final setting time (waktu pengikatan akhir) ialah waktu mulai terjadi adonan sampai terjadi kekakuan penuh. Pada umumnya *setting time* dipengaruhi oleh:

- Kandungan Ca_3Al
Makin besar kandungan Ca_3Al akan cenderung menghasilkan *setting time* yang pendek.
- Kandungan *gypsum* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
Makin besar kandungan $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ di dalam semen menghasilkan *setting time* yang panjang.

e) Kehalusan

Kehalusan sangat mempengaruhi penggeseran semen *portland* dan juga kekuatannya, makin halus semen makin cepat dan lebih efektif terjadinya interaksi dengan air dan kekuatannya pun makin tinggi. Waktu ikat menentukan awal dan akhir pengikatan pasta semen, di samping kehalusan. waktu ikat juga sangat dipengaruhi oleh komposisi mineral dari air yang dipakai, air yang dipergunakan semen di samping yang digunakan untuk menghidrasikan semen juga diperlukan air yang memberikan mobilitas bagi pasta semen proses hidrasi memerlukan banyak air sebanyak 15% berat

semen, tetapi untuk menjamin mobilitas pasta semen tersebut diperlukan air yang lebih banyak. Penguapan air yang kelebihan tersebut diiringi terjadinya pori-pori dalam campuran semen tersebut (beton, adukan, plesteran) tegangan disebabkan adanya penyusutan (*shrinkage*), terjadinya retak-retak dan kekuatan dari bahan tersebut tadi akan menurun.

f) Kekuatan

Kekuatan semen yang diukur adalah kekuatan tekan terhadap pasta, *mortar*, beton. Pasta yaitu campuran antara semen dan air pada perbandingan tertentu. *Mortar* yaitu campuran antara semen, air dan pasir pada perbandingan tertentu. Beton adalah campuran antara semen, air, pasir dan agregat/kerikil pada perbandingan tertentu, kadang-kadang ditambah *additive*.

Umumnya kekuatan tekan diukur pada umur 28 hari. Kekuatan tekan yaitu kekuatan tarik dan kekuatan lentur. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan adalah:

- Kualitas semen (makin halus semen makin tinggi kekuatannya)
- Kualitas selain semen:
 - Kualitas air (suhu air $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$)
 - Kualitas agregat
 - Kualitas *additive*

Untuk mengetahui mutu semen biasanya dibuat kubus-kubus untuk kuat tekannya yang ukurannya bermacam-macam, bisa juga dibuat spesimen-spesimen untuk kuat tarik yang berbentuk khusus dan untuk kuat lentur prisma-prisma yang berukuran $4 \times 4 \times 16\text{ cm}^2$. Benda-benda percobaan (*spesimen*) tersebut dibuat dari campuran semen *portland*.

g) Penggunaan Semen *Portland*

Adapun penggunaan semen *portland* antara lain:

- Sebagai bahan pengikat dalam pembuatan campuran beton.
- Bahan untuk pembuatan elemen-elemen bangunan, seperti: tegel, genteng, pipa-pipa dan lain-lain.
- Dipakai sebagai bahan campuran pembuatan semen PPC (*pozzolanic portland cement*).
- Dipakai sebagai bahan stabilisasi seperti pada konstruksi perkuatan tanah.

h) Warna Semen

Masyarakat pemakai semen di Indonesia sering kali tidak mengerti tentang hubungan antara warna semen dengan mutu semen. Oleh karena itu berikut ini penjelasan tentang hubungan warna semen dengan mutu semen. Warna gelap atau pucat ditentukan oleh dua hal, yaitu :

- Kandungan *magnesia* (*magnesium oxide*-MgO)

MgO umumnya berasal dari *limestone*, dalam proses pembakaran di dalam klinkerisasi, kadar MgO tidak lebih dari 2%, maka MgO tersebut akan bersenyawa dengan mineral *klinker* menghasilkan senyawa mineral yang berwarna gelap, senyawa ini tidak memberikan pengaruh negatif atau positif terhadap kualitas semen.

Jika kadar MgO lebih dari 2% maka kelebihanannya disebut *periclase* atau *free* MgO. *Periclase* bereaksi dengan air menghasilkan $MgO(OH)_2$. Reaksinya: $MgO + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2$, reaksi ini berjalan lambat. Volume $MgO(OH)_2$ lebih besar dari volume MgO maka dapat menyebabkan terjadinya keretakan ekspansi volume tersebut, peristiwa ini dikenal dengan "*magnesia expansion*". Jika kadarnya lebih besar dari 2% digolongkan kepada negatif komponen, jika kadarnya sama atau lebih besar dari 5% maka semen tersebut sudah tidak memenuhi standar ASTM atau SII untuk type I.

- Kandungan *tetra kalsium alumino ferrite* (Ca_4AlFe)

Di samping MgO, Ca_4AlFe dapat menyebabkan warna semen menjadi gelap karena warna Ca_4AlFe itu gelap. Makin besar kadar Ca_4AlFe , akan menyebabkan kadar Ca_3Al makin kecil dan ini menyebabkan kekuatan tekan semen akan menurun. Secara proses produksi kadar Ca_4AlFe ini dapat diatur yaitu dengan menaikkan proporsi pemakaian pasir besi dan mengurangi *clay*. Namun dengan harga pasir besi mahal dari bahan baku yang lainnya, maka kenaikan kadar Ca_4AlFe disamping menurunkan kualitas juga menaikkan *product cost*. Dari penjelasan di atas, sebenarnya dapat disimpulkan bahwa warna semen tidak dapat menentukan kualitas dari semen, bahkan pada batas tertentu warna semen yang gelap yang disebabkan oleh adanya MgO yang terlalu besar atau kadar Ca_4AlFe yang terlalu besar. Sedangkan semen dengan warna pucat pasti tidak mempunyai kelemahan–kelemahan yang diakibatkan oleh sebab-sebab tersebut di atas akan menghasilkan kualitas semen yang rendah.

i) Penyimpanan Semen

Semen *portland* akan tetap bermutu baik jika tidak berhubungan dengan air atau udara lembab. Cara penyimpanan yang baik adalah dengan jalan memperhatikan hal-hal berikut ini:

- Tempat penyimpanan semen sedapat mungkin harus kedap air, semua retak-retak pada genting dan tembok harus secepatnya diperbaiki, tidak boleh ada lubang antara tembok dan genting.
- Lantai harus dinaikkan di atas tanah untuk menjaga agar supaya tidak terjadi penyerapan air.
- Kantong-kantong semen harus disimpan berimpit sedemikian rupa sehingga tidak terjadi perputaran udara diantaranya, kantong semen tidak boleh berimpit dengan tembok dan semen itu harus ditutupi dengan kain terpal.
- Unsur semen yang dapat digunakan pada konstruksi beton boleh melebihi 3 bulan, bila ada keragu-raguan tentang mutu maka semen harus diperiksa dengan pemeriksaan *standard* untuk pengujian.

j) Pemeriksaan Semen

Pemeriksaan semen meliputi:

- Pemeriksaan konsistensi normal.
- Pemeriksaan waktu pengikatan awal dengan jarum picat
- Pemeriksaan pengikatan semen dengan jarum *gillmore*.
- Pemeriksaan pengikatan semu.
- Pemeriksaan kuat tekan mortar.
- Pemeriksaan pemuai pasta semen dengan *autoclave*.
- Pemeriksaan kadar udara dalam *mortar* semen.
- Pemeriksaan kehalusan semen.
- Pemeriksaan jenis semen.

k) Pasta Semen

Dalam beton, pasta semen merupakan bahan utama serta merupakan pengikat butir-butir agregat mutu massa yang kuat dan padat. Sifat pengikatan pasta semen disebabkan oleh reaksi kimia antara semen dan air. Semen + air pasta semen + CaO + Panas. Hanya diperlukan sedikit air untuk menyelesaikan reaksi kimia ini, kelebihan air dapat menurunkan kekuatan dan ketahanan pasta tetapi dalam prakteknya lebih banyak air yang digunakan. Perbandingan antara air dan semen yang tepat perlu dicari. Beton biasanya terdiri dari: semen 7%-14% volume beton, air 15%-19% volume beton, dan agregat 66%-78% volume beton.

l) Semen Merah

Semen merah termasuk kedalam *pozzolan* buatan, dibuat dari bata merah yang digiling halus, berdasarkan susunan kadarnya bahan bereaksi asam. Semen merah ini bila dicampur dengan kapur dan air akan mengeras seperti halnya *pozzolan-pozzolan* lainnya. Hal ini disebabkan karena bahan tersebut mengandung siliki *amorf* di dalam mineral-mineral tersebut, didalamnya

membentuk senyawa kalsium hidroksilat. Semen merah biasanya digunakan untuk bahan campuran *mortar* (adukan).

m) Semen Bentuk Tinggi

Sifat - sifat semen bentuk tinggi:

- Kekuatan awalnya tinggi.
- Penggilingan lebih halus.
- Bisa dipakai dalam waktu yang singkat.
- Daya ikatnya lebih keras.

Jenis-jenis semen yang lainnya:

- Semen abu terbang.
- Semen abu besi.
- Semen kapur tinggi.
- Semen *portland pozzolan*.
- Semen *tras kapur*.

Gambar 4. 1 Berbagai merk semen



(Sumber: distributor semen.wordpress.com)

2) Agregat

a) Pendahuluan

Pesatnya pembangunan sering mengakibatkan tidak terpenuhinya kebutuhan akan bahan-bahan bangunan seperti: semen, kayu dan agregat. Kekurangan akan bahan-bahan tersebut diantaranya disebabkan karena belum berkembangnya industri-industri bahan bangunan dan pengolahan

bahan bangunan yang kurang sempurna, misalnya masih sering terjadi campuran agregat untuk pemakaian beton yang mengandung tanah (lempung) sehingga hasilnya akan mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian-penelitian mengenai sifat-sifat dan karakteristik dari bahan-bahan bangunan khususnya agregat sehingga dapat mencegah kesalahan-kesalahan dikemudian hari.

b) Jenis Agregat

Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya kekuatan beton. Pada beton biasanya terdapat 60% sampai 80% volume agregat. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar. Dua jenis agregat adalah:

- Agregat kasar (kerikil, batu pecah atau pecahan dari *blast furnace*).
- Agregat halus (pasir alami atau batuan).

Karena agregat merupakan bahan yang terbanyak di dalam beton, maka semakin banyak persen agregat dalam campuran akan semakin murah harga beton, dengan syarat campurannya masih cukup mudah dikerjakan untuk elemen struktur yang memakai beton tersebut.

Agregat kasar

Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi $\frac{1}{4}$ inch (6 mm). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan sel semen. Jenis-jenis agregat kasar yang umum adalah:

- Batu pecah alami

Bahan ini didapat dari cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini dapat berasal dari gunung api, jenis sedimen atau jenis *metamorf*. Meskipun dapat menghasilkan kekuatan yang tinggi terhadap beton, batu pecah kurang memberikan kemudahan pengerjaan dan pengecoran dibandingkan dengan jenis agregat kasar lainnya.

- Kerikil alami

Kerikil ini didapat dari proses alami yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Kerikil memberikan kekuatan yang lebih rendah dari pada batu pecah, tetapi memberikan kemudahan pengerjaan yang lebih tinggi.

- Agregat kasar buatan

Terutama berupa *slag* atau *shale* yang bisa digunakan untuk beton berbobot ringan. Biasanya merupakan hasil dari proses lain seperti dari *blast-furnace* dan lain-lain.

- Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat

Dengan adanya tuntutan yang spesifik pada jaman atom sekarang ini, juga untuk pelindung dari radiasi nuklir sebagai akibat dari semakin banyaknya pembangkit atom dan stasiun tenaga nuklir, maka perlu ada beton yang dapat melindungi dari sinar *x*, sinar *gamma* dan *neutron*. Pada beton demikian syarat ekonomis maupun syarat kemudahan pengerjaan tidak begitu menentukan. Agregat kasar yang diklasifikasikan di sini, misalnya baja pecah, barit, magnetik dan limonit. Berat volume beton yang dengan agregat biasa adalah sekitar 144 lb/ft³. Sedangkan beton dengan agregat berbobot berat mempunyai berat volume sekitar 225 sampai 330 lb/ft³. Sifat-sifat beton penahan radiasi yang berbobot berat ini bergantung pada kerapatan dan kepadatannya, hampir tidak

bergantung pada faktor air-semennya. Dalam hal demikian, kerapatan yang tinggi merupakan satu satunya kriteria disamping kerapatan dan kekuatannya.

Gambar 4. 2

Kerikil



Agregat halus

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Ukurannya bervariasi antara ukuran no. 4 dan no. 100 saringan standar Amerika. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dan saringan no. 100 atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton. Variasi ukuran dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik, yang sesuai dengan standar analisis saringan dari ASTM (*american society of testing and materials*). Untuk beton penahan radiasi, serbuk baja halus dan serbuk besi pecah digunakan sebagai agregat halus.

Gambar 4. 3

Pasir



c) Sifat Fisik Agregat

Pada umumnya agregat yang dihasilkan dari *aggregate crushing plant* (ACP) memiliki bentuk bersudut. Bentuk pipih atau lonjong dapat terjadi karena komposisi dan struktur batuan. Pada penghancuran batuan yang sangat keras akan terjadi proporsi bentuk pipih yang cukup besar. Tetapi pada proses *crushing* selanjutnya akan didapat proporsi bentuk bersudut yang lebih baik. Bentuk agregat pipih atau lonjong tidak disukai dalam struktur pekerjaan jalan karena sifatnya yang mudah patah sehingga dapat mempengaruhi gradasi agregat, *interlocking* dan menyebabkan peningkatan porositas perkerasan tidak beraspal. Bentuk agregat bulatpun tidak disukai tetapi untuk kondisi perkerasan tertentu, misalnya kelas jalan rendah, bentuk bulat masih diperbolehkan tetapi hanya sebatas penggunaan untuk lapisan pondasi bawah dan lapisan pondasi saja. Maksimal penggunaan untuk lapisan pondasi tidak boleh lebih dari 40%. Sedangkan untuk lapisan pondasi bawah dapat lebih besar lagi. Pada penggunaan praktis di jalan, agregat berbentuk bulat dapat digunakan untuk lapisan permukaan dengan sebelumnya dipecahkan terlebih dahulu.

d) Kekuatan Agregat

Kekuatan agregat tidak begitu mempengaruhi kekuatan beton, bila kekuatan agregat jauh lebih baik daripada kekuatan beton yang direncanakan. Sebaliknya pemakaian agregat yang kekuatannya rendah dibandingkan dengan kekuatan beton yang direncanakan, sangat mempengaruhi kekuatan beton. Semua kondisi lainnya menurun, bila kekuatan agregat yang dipakai semakin rendah. Kasarnya permukaan agregat juga mempengaruhi kekuatan beton. Berbeda dengan batu kerikil, batu pecah mempunyai permukaan cukup kasar dan hal ini menjamin pengikatan yang lebih kuat dengan semen bila semua kondisi-kondisi lainnya sama. Ternyata beton batu pecah lebih tinggi kekuatannya dari beton kerikil. Alat uji ketahanan dan cara kerjanya:

- Peralatan yang digunakan:

Peralatan yang digunakan dalam uji ketahanan agregat adalah *aggregate impact machine*. Alat ini masih digerakkan secara manual dengan tenaga manusia. Berat total mesin tidak lebih dari 60 kg dan tidak kurang dari 40 kg. Dasar mesin terbuat dari baja dengan diameter 300 mm dan memiliki berat antara 22 kg sampai 30 kg. *Cylinder steel cup* memiliki diameter dalam 102 mm dan kedalaman 50 mm. Ketebalan *cup* tidak lebih dari 6 mm. Palu baja yang digunakan memiliki berat antara 13,5 kg sampai 14 kg dengan bagian bawah (bidang kotak) merupakan lingkaran dan berbentuk datar. Diameter kontak sebesar 100 mm dan ketebalan 50 mm, dengan *chamfer* 1,5 mm. Palu diatur sedemikian rupa, sehingga dapat naik turun dengan mudah tanpa gesekan berarti. Palu baja bergerak jatuh bebas dengan tinggi jatuh 380 ± 5 mm, diukur dari bidang kontak palu sampai permukaan sampel di dalam *cup*. Alat pengunci palu dapat sedemikian rupa untuk dapat memudahkan pergantian sampel dan pemasangan *cup*. Saringan dengan diameter 14,0 mm; 10,0 mm dan 2,36 mm. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr.

- Penyiapan sampel

- Sampel yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan 14,0 mm dan yang tertahan saringan 10,0 mm. Untuk setiap pengujian dibuat dua sampel.
- Saring antara 500 gr-1000 gr agregat pada urutan saringan 14,0 mm dan 10,0 mm selama 10 menit. Sampel yang diambil adalah agregat yang lolos saringan 14,0 mm dan tertahan di 10,0 mm.
- Cuci sampel dengan air yang mengalir dan keringkan dalam oven (110 ± 5)°C selama 4 jam (kondisi kering oven).
- Setelah suhu turun (atau sama dengan suhu ruangan, 25°C) sampel siap untuk digunakan.

- Prosedur Pengujian
 - Ambil kira-kira setengah dari sampel yang telah disiapkan dan timbang sebagai A gr.
 - Masukkan sampel dalam *cup* (*cylindrical steel cup*) sedemikian rupa hingga tidak melebihi tinggi *cup* (50 mm). Sampel dimasukkan kedalam *cup* dengan sedikit ditekan atau dipadatkan dengan tangan.
 - Letakkan mesin *impact* agregat pada lantai datar dan keras, seperti lantai beton. Letakkan *cup* berisi sampel pada tempatnya dan pastikan letak *cup* sudah baik dan tidak akan bergeser akibat tumbukan palu.
 - Atur ketinggian palu agar jarak antara bidang kontak palu dengan permukaan sampel 380 ± 5 mm.
 - Lepaskan pengunci palu dan biarkan palu jatuh bebas ke sampel. Angkat palu pada posisi semula dan lepaskan kembali (jatuh bebas). Tumbukan dilakukan sebanyak 15 kali dengan tenggang waktu tumbukan tidak lebih dari satu detik.
 - Setelah selesai saring benda uji dengan saringan 2,36 mm selama satu menit dan timbang berat yang lolos dengan ketelitian 0,1 gr yang dinyatakan sebagai B gr dan yang tertahan sebagai C gr. Pastikan tidak ada partikel yang hilang selama proses tersebut. Jika jumlah berat agregat yang lolos dan tertahan berbeda 1 gr dengan berat awal (A) maka pengujian harus diulangi.
 - Ulangi prosedur tersebut untuk sisa sampel berikutnya.

e) Susunan Butir Agregat (Gradasi)

Komposisi butiran pasir sungai cenderung menghasilkan beton yang berkualitas baik. Pasir yang dipakai sebagai campuran beton harus mempunyai atau terdiri dari partikel-partikel yang ukuran atau besarnya berbeda-beda dari 0,14-5,0 mm untuk mengurangi rongga-rongga sesedikit mungkin. Untuk butir-butir kerikil yang dapat digunakan tergantung pada dimensi dari batuan betonnya. Untuk menjamin penempatan kerikil dalam campuran beton dengan baik maka ukuran butiran kerikil tidak boleh lebih besar dari pada $\frac{1}{4}$ penampang minimum dari konstruksi beton dan tidak boleh lebih besar dari pada jarak minimum antara dua tulangan pada konstruksi beton bertulang. Ukuran butiran kerikil yang maksimum ditentukan oleh ukuran ayakan dimana yang tinggal di atasnya (residu) tidak melebihi 5% dari contoh kerikil yang diuji.

f) Kebersihan Agregat

Dalam agregat khususnya pasir zat-zat yang tercampur yang paling berbahaya adalah lempung yang menutupi partikel-partikel dengan semen, menyebabkan menurunnya kekuatan beton, adanya lempung di dalam pasir ditandai dengan bertambahnya volume waktu direndam air. Pasir yang dimaksudkan akan dipakai sebagai agregat untuk beton, kadar lempung, pasir halus dan debu tidak boleh lebih dari 5%. Pasir dapat dibersihkan dari lempung dan zat-zat lainnya dengan jalan mencucinya dengan air dalam suatu mesin pencuci. Sedangkan jumlah zat-zat yang tercampur dalam kerikil seperti lempung, pasir halus dan debu tidak boleh melebihi 1%. Gumpalan-gumpalan tanah liat atau gumpalan-gumpalan lainnya yang dapat merugikan haruslah dibuang dari kerikil yang akan dipakai sebagai campuran beton.

g) Berat Volume dan Berat Jenis Agregat

- Berat volume agregat

Berat volume beton bergantung pada berat volume agregat, berarti juga bergantung pada jenis agregatnya, apakah berbobot ringan, normal atau berat (untuk pelindung terhadap nuklir). Untuk memahami cara menetapkan nilai berat volume agregat dengan menggunakan alat silinder logam dan bahan agregat dengan ukuran butir lolos saringan dengan ukuran 20 mm dan tertahan pada saringan no. 4.

- Berat jenis agregat

Pengukuran berat jenis agregat diperlukan untuk perencanaan campuran agregat, misalnya dengan aspal. Campuran ini berdasarkan perbandingan berat, karena lebih teliti dibandingkan dengan perbandingan volume dan juga untuk menentukan banyaknya pori agregat. Berat jenis yang kecil akan mempunyai volume yang besar sehingga dengan berat yang sama akan membutuhkan aspal yang banyak.

h) Kandungan Unsur Kimia Agregat

Kandungan unsur kimia belerang dan senyawa yang terdapat dalam pasir akan membantu terjadinya korosi (karat) di dalam beton. Pada senyawa ini tidak boleh melebihi 1% berat agregat dihitung sebagai SO_3 . Pasir alami sering mengandung zat-zat organik yang tercampur (sisa-sisa tanaman, humus, dan lain-lain). Ini juga berpengaruh negatif terhadap semen, sebab zat-zat organik yang tercampur dapat membentuk asam organik dan zat-zat lainnya yang dapat bereaksi dengan semen yang sedang mengeras yang menyebabkan berkurangnya kekuatan beton.

i) Porositas Agregat

Berdasarkan ukurannya pori agregat memiliki ukuran lebih besar dari 2 mm ataupun ruangan kosong diantara partikel-partikel batuan yang gembur. Porositas dari agregat perlu diketahui sebab erat hubungannya dengan sifat-sifat agregat seperti kekuatan, sifat absorpsi dan lain-lain. Agregat dengan kadar pori yang besar akan membutuhkan jumlah semen yang lebih banyak, karena banyak semen yang terserap dan akan mengakibatkan semen menjadi lebih tipis. Penentuan banyaknya pori ditentukan berdasarkan air yang dapat terabsorpsi oleh agregat.

3) Air

a) Pendahuluan

Meningkatnya aktivitas perekonomian baik di sektor industri, pariwisata, perdagangan serta meningkatnya jumlah penduduk di daerah perkotaan dan sentra-sentra industri mengakibatkan kebutuhan penyediaan air akan terus meningkat baik secara kualitas maupun kuantitas. Secara umum bahwa pemanfaatan sumber daya air digunakan untuk kebutuhan irigasi. Agar kebutuhan air secara menyeluruh dapat dipenuhi maka perlu adanya pengembangan dan pengelolaan sumber daya air secara terpadu, sehingga air dapat dimanfaatkan secara efektif dan efisien. Pembangunan di bidang sumber daya air secara bertahap dan berkelanjutan termasuk perbaikan dan peningkatan sebagian besar jaringan irigasinya dari konstruksi sederhana seperti: kayu, batu, tanah menjadi bangunan air yang permanen.

b) Fungsi Air

Tujuan utama dari penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu. Air yang dibutuhkan agar terjadi proses hidrasi tidak banyak, kira-kira 30% dari berat semen. Dengan menambah lebih banyak air harus dibatasi sebab penggunaan air yang terlalu banyak dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton. Keadaan

kandungan air secara nyata dari pasta dipengaruhi oleh kandungan kelembaban dalam agregat. Bila kondisi udara kering, pasta akan menyerap air. Dengan cara demikian secara efektif menurunkan faktor air semen dan mengurangi *workability*. Pada sisi yang lain jika agregat terlalu basah, pasta akan berkontribusi air kepermukaan pasta, keduanya meningkatkan kadar air semen dan *workability* tetapi menurunkan kekuatan. Oleh karena agregat yang digunakan dalam pencampuran beton diusahakan dalam keadaan SSD (*saturated surface dry*), yaitu butir-butir agregat yang jenuh air, artinya semua pori-pori yang tembus air terisi penuh oleh air sedang permukaannya kering. Proses agregat dari keadaan kering menjadi keadaan SSD dapat dijelaskan sebagai berikut:

Selama proses pengerasan, beton akan mengalami reaksi kimia yaitu proses hidrasi, proses hidrasi membutuhkan air dalam jumlah yang cukup, sehingga dihindari terjadinya penguapan, sebab akan menghentikan proses hidrasi akibat kehilangan air. Penguapan selain menghentikan proses hidrasi juga menyebabkan penyusutan kering secara tepat, yang mengakibatkan beton menjadi retak-retak, untuk itu dilakukan pekerjaan perawatan beton agar permukaannya selalu basah. Perawatan beton yang perlu dilakukan adalah menjaga kelembaban beton agar terus menerus dalam keadaan basah selama beberapa hari dan mencegah penguapan dan penyusutan awal. Perawatan yang teratur dan terjaga akan memperbaiki kualitas beton itu sendiri yaitu membuat beton tahan terhadap agresi kimia.

Cara perawatan beton yang dilakukan antara lain sebagai berikut:

- Menyirami permukaan beton dengan air secara terus menerus
Hal ini dilakukan pada waktu beton belum mengeras, dilakukan sekitar satu minggu setelah pencetakan beton. Perawatan dengan cara ini dapat dilakukan pada beton untuk konstruksi balok, kolom dan dinding-dinding vertikal.

- Mengenai permukaan beton dengan air
Perawatan dengan cara ini sangat cocok untuk konstruksi pelat-pelat atap. Penggenangan yang dilakukan minimal dua minggu untuk menurunkan suhu akibat terjadi penguapan.
- Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah
Perawatan dengan cara ini dilakukan minimal dua minggu secara terus menerus. Bila karung kelihatan akan kering maka karung segera disiram lagi. Karena karung basah dapat melindungi beton dari terik matahari langsung dan menurunkan suhu penguapan beton.

Air untuk perawatan dan pembuatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam, bahan-bahan organik atau bahan lain yang dapat merusak beton atau tulangnya. Sebaiknya digunakan air bersih, tidak berasa, tidak berbau dan dapat diminum. Air merupakan media pencampur pada pembuatan pasta, mortar dan beton. Kandungan air yang tinggi menghalangi proses pengikatan dan kandungan air yang rendah menyebabkan reaksi tidak selesai. Kandungan air yang tinggi memberi akibat: mudah mengerjakannya, kekuatan mortar dan beton rendah, mortar dan beton menjadi *porous*, terjadinya pemisahan antara pasir/agregat pada adukan mortar atau beton yang disebut segresi. Kekuatan dari *hardened cement* pasta ditentukan oleh perbandingan berat antara faktor air semen.

c) Persyaratan Air untuk Beton

Ketentuan umum air yang digunakan untuk beton, yaitu:

- Air yang digunakan untuk pembuatan beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, dan zat organik atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton dan atau baja tulangan. Air tawar yang umumnya dapat diminum baik air yang telah diolah

diperusahaan air minum maupun tanpa diolah dapat dipakai untuk pembuatan beton.

- Air yang dipergunakan untuk pembuatan beton pratekan dan beton yang didalamnya akan tertanam logam aluminium serta beton bertulang tidak boleh mengandung sejumlah ion klorida. Sebagai pedoman, kadar ion klorida (Cl) tidak melampaui 500 mg per liter air. Di dalam beton ion klorida dapat berasal dari air, agregat dan bahan tambahan (*admixture*) dan biasanya total klorida maksimum (dalam % terhadap berat semen) yang disyaratkan adalah:
 - Beton pratekan 0,06%.
 - Beton bertulang yang selamanya berhubungan dengan klorida 0,15%.
 - Beton bertulang yang selamanya kering atau terlindung dari basah 1,00%.
 - Konstruksi beton bertulang lainnya 0,30%.

Air tawar yang tidak dapat diminum tidak boleh dipakai untuk pembuatan beton kecuali dapat memenuhi ketentuan-ketentuan berikut:

- Pemilihan campuran beton yang akan dipakai didasarkan kepada campuran beton yang mempergunakan air dari sumber yang sama yang telah menunjukkan bahwa mutu beton yang disyaratkan dapat dipenuhi. Dilakukan percobaan perbandingan antara mortar yang memakai air tersebut dan mortar yang memakai air tawar yang dapat diminum atau air suling. Untuk ini dibuat kubus uji mortar berukuran sisi 50 mm dengan cara sesuai dengan ASTM C 109.
- Air tersebut dapat dipakai untuk pembuatan beton apabila tekan mortar yang memakai air tersebut pada umur 7 hari dan umur 28 hari paling sedikit adalah 90% dari kuat tekan mortar yang memakai air tawar yang dapat diminum atau air suling. Air yang berasal dari sumber alam tanpa pengolahan, sering mengandung bahan-bahan organik dan zat-zat yang

mengandung seperti lempung/tanah liat, minyak dan pengotoran lain yang berpengaruh buruk kepada mutu dan sifat beton. Ion-ion utama yang biasanya terdapat dalam air adalah kalsium, magnesium, natrium, kalium, sulfat, klorida, nitrat dan kadang-kadang karbonat. Air yang mengandung ion-ion tersebut dalam jumlah gabungan sebesar tidak lebih dari 2000 mg perliter pada umumnya baik untuk beton.

- Syarat - syarat air untuk campuran:
 - Kadar klorida < 500 ppm.
 - Kadar SO_4 < 1000 ppm.
 - Kadar Fe < 40000 ppm.
 - Kadar $\text{Na}_2 \text{CO}_3$ & $\text{K}_2 \text{CO}_3$ < 1000 ppm.
 - Kadar CaCO_3 & MgO < 400 ppm.
 - Zat memadat < 2000 ppm.

Pengaruh kandungan asam dalam air terhadap kualitas mortar dan beton :

- Mortar atau beton dapat mengalami kerusakan oleh pengaruh asam.
- Serangan asam pada mortar dan beton akan mempengaruhi ketahanan pasta tersebut.

Pengaruh pelarut karbonat

Pelarut *carbonat* akan bereaksi dengan Ca(OH)_2 membentuk CaCO_3 dan akan bereaksi lagi dengan pelarut *carbonat* membentuk *calcium bicarbonat* yang sifatnya larut dalam air, akibatnya mortar atau beton akan terkikis dan cepat rapuh.

Pengaruh bahah padat

Bahan padat bukan pencampur mortar atau beton. Air yang mengandung bahan padat atau lumpur, apabila dipakai untuk mencampur semen dan

agregat maka terjadinya pasta tidak sempurna. Agregat dilapisi dengan bahan padat, tidak terikat satu sama lain. Akibatnya agregat akan lepas-lepas dan mortar atau beton tidak kuat.

Pengaruh kandungan minyak

Air yang mengandung minyak akan mengakibatkan emulsi apabila dipakai untuk mencampur semen. Agregat akan dilapisi minyak berupa film, sehingga agregat kurang sempurna ikatannya satu sama lain. Agregat bisa lepas-lepas dan mortar atau beton tidak kuat.

Pengaruh air laut

Air laut tidak boleh dipakai sebagai media pencampur semen karena pada permukaan mortar atau beton akan terlihat putih-putih yang sifatnya larut dalam air, sehingga lama-lama terkikis dan mortar atau beton menjadi rapuh.

Hal - hal yang mempengaruhi kekuatan tekan:

- Faktor air semen (*water ratio cement*)
Faktor air semen (FAS) adalah perbandingan berat air terhadap berat semen. Faktor air semen harus dihitung sehingga campuran air dan semen menjadi pasta yang baik, artinya tidak kelebihan air dan tidak kelebihan semen. Apabila faktor air semen tinggi, berat air tinggi, sehingga kelebihan air akibatnya air akan merembes keluar membawa sebagian pasta semen, pasta tidak cukup mengikat agregat dan mengisi rongga yang menyebabkan beton tidak kuat. Hal ini harus dipahami oleh pelaksana pembuat mortar atau beton. Kadang kala karena menginginkan jumlah pasta yang besar dengan menambahkan air tanpa perhitungan, sehingga menjadi encer.
- Pemisahan (*segregation*)

Beton dikatakan mengalami pemisahan apabila agregat kasar terpisah dari campuran selama pengangkutan, pengecoran dan pemadatan sehingga sukar dipadatkan, berongga-rongga tidak homogen, beton yang berongga-rongga kurang kuat/mudah pecah.

- *Bleeding*

Bleeding adalah pemisahan air dari campuran beton yang merembes kepermukaan beton waktu diangkat, dipadatkan atau setelah dipadatkan. *Bleeding* terjadi karena:

- Pemakaian air yang berlebihan.
- Semennya kurang.
- Agregat kasar turun karena beratnya sendiri dan air naik kepermukaan dengan sendirinya akibat gaya *capillary*.

Bleeding dapat mengakibatkan permukaan beton rusak dan apabila penguapan lebih cepat dari *bleeding*, beton akan retak-retak.

d) *Shrinkage*

Kandungan air dari adonan semen dengan air yang telah mengeras dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam:

- Air (H_2O) yang telah terikat dalam senyawa-senyawa hidrat yang mengeras.

Air ini terikat secara ikatan kimiawi, biasanya disebut *combined water* atau *non-evaporable water*.

- *Adsorber water* atau *gel water* yaitu H_2O yang terikat secara ikatan fisika dalam molekul-molekul *cement gel*.
- Air bebas/*free water* adalah air yang terdapat diantara fase padat dan pasta, air ini disebut *capillary water*.

Pada proses pengeringan beton terjadi penguapan dari "*capillary water*" yang menyebabkan terjadinya penyusutan dari volume beton atau *shrinkage*. *Shrinkage* ini dipengaruhi oleh :

- Komposisi semen.
- Jumlah *mixing water*.
- *Concrete mix*.
- *Curing condition*.

Pengaruh komposisi semen terhadap *shrinkage*

Pada dasarnya komponen yang terkandung pada semen yang melepaskan panas hidrasi paling besar akan memberikan kontribusi terhadap *shrinkage* paling besar. Panas hidrasi tersebut akan menaikkan suhu pengeringan.

Pengaruh jumlah *mixing water* terhadap *shrinkage*

Makin besar *mixing water* yang dipakai maka makin besar terjadinya penguapan *capillary water* selama proses pengeringan dan oleh karenanya makin besar terjadinya *shrinkage*.

Pengaruh *concrete mix* terhadap *shrinkage*

Shrinkage dapat dikurangi dengan memperbanyak agregat dan juga *steel reinforcements* juga dapat mengurangi terjadinya *shrinkage*.

Pengaruh *curing condition* terhadap *shrinkage*

Suhu, *humidity*, aliran angin adalah berpengaruh terhadap *shrinkage* karena faktor-faktor tersebut berpengaruh terhadap kecepatan penguapan *capillary water*. Penentuan pemakaian air juga dapat ditentukan sebagai berikut: Banyaknya air yang diperlukan tergantung pada mobilitas dan pengerjaan adukan beton yang diinginkan. Dalam penentuan kebutuhan air

untuk adukan beton absorsi air oleh agregat kasar haruslah diperhitungkan sebab dalam hal ini absorsi melebihi 0,5% berat. Karena pengerasan beton berdasarkan reaksi antara semen dan air, sangat diperlukan agar memeriksa apakah air yang akan digunakan memenuhi syarat-syarat tertentu. Air tawar yang boleh diminum tanpa meragukan boleh dipakai. Air minum tidak selalu ada dan bila tidak ada disarankan untuk mengamati air tersebut agar tidak mengandung bahan-bahan yang merusak beton/baja. Pertama-tama kita harus mengamati apakah air itu tidak mengandung bahan-bahan perusak. Contohnya fosfat, minyak, asam, alkali, bahan-bahan organik atau garam-garam. Penelitian ini harus dilakukan di laboratorium kimia. Selain air dibutuhkan untuk reaksi pengikatan, dipakai pula sebagai perawatan. Sesudah beton dituang, metode perawatan selanjutnya yaitu secara membasahi terus-menerus atau beton yang baru dituang direndam air. Air ini pun harus memenuhi syarat-syarat yang lebih tinggi dari pada air untuk pembuatan beton, misalkan air untuk perawatan selanjutnya keasaman tidak boleh pH nya > 6 , juga tidak boleh terlalu sedikit mengandung kapur.

Gambar 4. 4

Air bersih



4) Batu bata

Gambar 4. 5

Batu bata merah



5) Besi tulangan

Gambar 4. 6

Besi tulangan



Bahan harus memenuhi persyaratan tertentu dan beberapa harus dilakukan pengujian/pemeriksaan terlebih dahulu. Pengujian/pemeriksaan bahan untuk pekerjaan pembangunan reaktor biogas dilakukan di lokasi dimana reaktor biogas tersebut akan dibangun.

b. Pemeriksaan Semen di Lapangan

Semen merupakan bahan yang paling berperan dalam proses terjadinya adukan (spesi) dan campuran beton, karena semen merupakan bahan pengikat unsur-unsur lainnya. Mutu semen yang digunakan sangat mempengaruhi mutu beton yang dihasilkan. Sebelum digunakan semen sebaiknya diuji terlebih dahulu di laboratorium untuk mengetahui apakah syarat-syarat fisis dan kimia yang telah ditentukan terpenuhi.

Menurut SII (Standar Industri Indonesia) berdasarkan kegunaannya, semen *portland/portland cement/ordinary portland cement* dapat diklasifikasi ke dalam 5 jenis yaitu:

1) Jenis I

Semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

Gambar 4. 7 Semen *portland* tipe 1



(Sumber: www.semenpadang.co.id)

2) Jenis II

Semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

Gambar 4. 8 Semen *portland* tipe 2



(Sumber: www.semenpadang.co.id)

3) Jenis III

Semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada fase permulaan setelah fase penyekatan terjadi.

Gambar 4. 9 Semen *portland* tipe 3



(Sumber: www.semenpadang.co.id)

4) Jenis IV

Semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.

5) Jenis V


Semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.



(Sumber: www.semenpadang.co.id)

Jenis semen yang lain adalah PPC atau semen *portland* komposit (*portland composite cement*). PPC mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah selama proses pendinginan dibandingkan dengan semen *portland* tipe I, sehingga pengerjaannya akan lebih mudah dan menghasilkan permukaan beton/plester yang lebih rapat dan lebih halus. PCC diperoleh dengan menggiling bersama terak semen *portland*, *gips* dengan satu atau lebih bahan-bahan anorganik yang bersifat *pozzoland*. *Pozzoland* adalah bahan yang mengandung silika *amorf*, apabila dicampur dengan kapur dan air akan membentuk benda padat yang keras dan bahan yang termasuk *pozzoland* adalah *tras*, semen merah, abu terbang dan bubuk terak tanur tinggi.

Gambar 4. 11

Semen *portland* komposit


SEMENTER PORTLAND KOMPOSIT
PCC

Memenuhi:
 ☛ SNI 15 – 7064 – 2004.
 Semen PCC cocok untuk bahan pengikat dan direkomendasikan untuk penggunaan keperluan konstruksi umum dan bahan bangunan

Kegunaan :


- ✓ Digunakan untuk konstruksi umum untuk semua mutu beton.
- ✓ Struktur bangunan bertingkat
- ✓ Struktur jembatan
- ✓ Struktur jalan beton
- ✓ Bahan bangunan
- ✓ Beton pratekan dan pracetak, Pasangan bata, plesteran dan acian, Panel beton, Paving block, Hollow brick, batako, genteng, polongan, ubin dll.

Keunggulan :

- ✓ Lebih mudah dikerjakan
- ✓ Suhu beton lebih rendah sehingga tidak mudah retak
- ✓ Lebih tahan terhadap sulphat
- ✓ Lebih kedap air
- ✓ Permukaan acian lebih halus

(Sumber: www.semenpadang.co.id)

Gambar 4. 12

Semen *portland* campur


SEMENTER PORTLAND CAMPUR
SMC

Memenuhi:
 ☛ SNI 15-3500-2004
 ☛ ASTM C 91 - 05 Type M
 Semen ini cocok digunakan untuk bahan pengikat dan direkomendasikan untuk penggunaan :

- ✓ Konstruksi ringan ($K < 225 \text{ kg/cm}^2$ atau f_c' setinggi - tingginya 20 mpa).
- ✓ Pembuatan bahan bangunan (hollow brick, batako, paving block, genteng, polongan, ubin dll).
- ✓ Pemasangan keramik, hollow brick, bata dll.

Keuntungan :

- ✓ Mudah pengerjaannya (lebih workable)
- ✓ Kedap air
- ✓ Pengerutan / penyusutan kecil (lower shrinkage)
- ✓ Panas hydrasi rendah

Kegunaan :

- ✓ Bangunan RS & RSS
- ✓ Plesteran dan acian

(Sumber: www.semenpadang.co.id)

Yang perlu diperhatikan untuk pemeriksaan semen di lapangan adalah sebagai berikut:

- 1) Pemeriksaan kantong pembungkus
 - a) Kantong pembungkus harus baik (tidak ada yang sobek) dengan jahitan yang rapi.

- b) Pada kantong harus tercantum nama pabrik pembuatnya.
 - c) Tertera berat bersih dan isinya.
 - d) Periksa kembali berat isinya, dan besarnya harus sesuai dengan yang tercantum pada kantong semen.
- 2) Pemeriksaan kehalusan dan warna
- a) Buka kantong semen, kemudian periksa apakah masih baik, artinya tidak terdapat gumpalan-gumpalan akibat uap air yang masuk ke dalam kantong (pemeriksaan secara visual/dengan cara melihat).
 - b) Periksa warna semen, apakah isi setiap kantong warnanya sama. Jika ada kantong yang warna isinya berbeda dengan isi kantong yang lain, maka sebaiknya periksakan ke laboratorium, atau sebaiknya gunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang kurang penting.
 - c) Raba semen tersebut apakah terasa halus (standar dari pabrik sangat halus).

Gambar 4. 13

Pengecekan fisik semen



- 3) Pemeriksaan pengikatan awal
- a) Ambil semen yang akan diperiksa kurang lebih setengah mangkuk atau gelas.
 - b) Beri air secukupnya, kemudian diaduk sehingga kelecakannya cukup.
 - c) Ratakan permukaan semen pada mangkuk/gelas.
 - d) Periksa waktu pengikatannya, yaitu berapa menit waktu yang dibutuhkan dari mulai diberi air, diaduk hingga mengeras.

- e) Biasanya waktu yang dibutuhkan adalah 60 menit sampai dengan 90 menit. Jika kurang dari 60 menit kemungkinan semen mengandung unsur-unsur yang berbahaya. Sebaiknya jika lebih lama dari 90 menit, berarti kualitas semen kurang baik.

c. Pemeriksaan Pasir (agregat halus)

Pasir merupakan bahan yang diikat oleh semen, dan tidak ikut aktif dalam proses pengerasan. Pasir mempunyai diameter dari 0,063 sampai dengan 4,80 mm. Butiran pasir yang lebih kecil dari 0,063 mm sudah termasuk kategori lumpur. Kadar lumpur yang terdapat pada pasir tidak boleh lebih dari 3% dan pasir yang mempunyai kadar lumpur lebih dari 3% harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

Walaupun tidak ikut aktif dalam proses pengikatan, tetapi mutu pasir turut menentukan mutu beton. Pasir yang baik adalah pasir yang bersih, tajam, keras, kasar dan tidak mengandung bahan organik.

Pemeriksaan kadar lumpur:

- 1) Masukkan pasir dan air ke dalam botol secukupnya;
- 2) Kocok pasir dan air di dalam botol tersebut beberapa saat;
- 3) Diamkan botol tersebut minimal selama satu jam;
- 4) Ukur tinggi endapan pasir (A cm);
- 5) Ukur tinggi endapan lumpur (B cm);
- 6) Hitung kadar lumpur dengan rumus:

$$C = \frac{B}{A + B} \times 100\%$$

- 7) C harus lebih kecil dari 3%.



d. Pemeriksaan Kerikil (agregat kasar)

Kerikil juga merupakan bahan yang tidak ikut aktif dalam proses pengikatan. Yang di maksud dengan kerikil adalah agregat dengan ukuran butiran lebih besar dari 5,00 mm. Kerikil yang baik adalah kerikil yang tajam, keras dan tidak mengandung lumpur (butiran-butiran dengan diameter kurang dari 0,063 mm) lebih dari 1%. Bila kerikil mengandung lumpur lebih dari 1%, maka berarti kerikil harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

Beberapa sifat agregat kasar yang mempengaruhi kekuatan beton antara lain:

- 1) Kekasaran permukaan, karena permukaan agregat yang kasar dan tidak licin membuat rekatan pasta lebih kuat daripada permukaan agregat yang halus dan licin.
- 2) Bentuk agregat, karena bentuk agregat yang bersudut misalnya pada batu pecah, membuat butir-butir agregat itu sendiri saling mengunci dan sulit digerakkan, berbeda dengan batu kerikil yang bulat. Oleh karena itu maka beton dibuat dari batu pecah lebih kuat dari pada beton yang dibuat dari batu bulat.
- 3) Kekuatan agregat, karena jika digunakan agregat yang kekuatannya rendah akan diperoleh beton yang kekuatannya rendah juga.



(Sumber: lauwtjunnji.weebly.com)

Pemeriksaan kerikil di lapangan:

Pemeriksaan dilakukan terhadap kadar lumpur dan kandungan kapur.

1) Pemeriksaan kadar lumpur:

- a) Masukkan kerikil ke dalam ember kira-kira seperempat bagian;
- b) Masukkan air hingga setengah bagian;
- c) Aduk kerikil hingga bersih dari lumpur;
- d) Keluarkan kerikil dari ember satu persatu;
- e) Tunggu kira-kira 1 jam hingga lumpur mengendap;
- f) Tuangkan air perlahan-lahan, sehingga ember hanya berisi lumpur;
- g) Timbang berat kerikil (A gram);
- h) Timbang berat lumpur (B gram);
- i) Gunakan rumus seperti rumus pada penentuan kadar pasir;
- j) C harus lebih kecil dari 1%.

2) Pemeriksaan kadar kapur

- a) Kapur tidak baik untuk campuran beton.
- b) Untuk mengetahui adanya kandungan kapur pada kerikil:

- Ambil setengah ember kerikil, kemudian bersihkan;
- Teteskan sedikit HCl (asam klorida) pada kerikil (satu persatu);
- Jika terjadi reaksi, artinya kerikil tersebut mengandung kapur.

e. Pemeriksaan Air

Air yang digunakan untuk pembuatan beton harus bersih dan tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan-bahan organik dan bahan-bahan lain yang dapat merusak beton atau baja tulangan.

Gambar 4. 16 Mutu air diperiksa sebelum digunakan



(sumber: yogie-civil.blogspot.com)

f. Pemeriksaan Batu Bata

Ukuran-ukuran batu bata seperti: panjang, lebar, dan tebal mempunyai standar seperti di bawah ini:

Tabel 4. 1 Ukuran batu bata			
Ukuran	Jenis Besar	Jenis Kecil	Toleransi
Panjang	240 mm	230 mm	<ul style="list-style-type: none"> • $\pm 3\%$ • selisih ukuran terbesar & terkecil maks. 10 mm

Lebar	115 mm	110 mm	<ul style="list-style-type: none"> • $\pm 4\%$ • selisih ukuran terbesar&terkecil maks. 5 mm
Tebal	52 mm	50 mm	<ul style="list-style-type: none"> • $\pm 5\%$ • selisih ukuran terbesar&terkecil maks. 4 mm

Berdasarkan kekuatannya (kuat tekan) batu bata dibagi menjadi 3 jenis:

No	Mutu Batu Bata	Kuat Tekan Rata-Rata
1	Tingkat I (satu) Tidak ada yang menyimpang	$> 10 \text{ N/mm}^2$ (100kgf/cm ²)
2	Tingkat II Satu buah dari sepuluh benda percobaan	$> 8-10 \text{ N/mm}^2$
3	Tingkat III Dua buah dari sepuluh benda percobaan	$6-8 \text{ N/mm}^2$

Pemeriksaan batu bata yang dapat dilakukan di lapangan adalah:

1) Pemeriksaan bentuk

- a) Batu bata harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku.
- b) Bidang-bidang sisi harus datar, tidak menunjukkan retak-retak.
- c) Tidak mudah hancur atau patah dan perubahan bentuk yang berlebihan.
Bentuk lain yang disengaja karena pencetakan diperbolehkan. Permukaan batu bata harus kasar, warnanya merah seragam (merata) dan bunyinya nyaring bila diketok.

2) Pemeriksaan ukuran

- a) Ambil 10 buah batu bata dari tumpukannya;
- b) Ukur masing-masing panjang, lebar, dan tebalnya;
- c) Hitung nilai rata-rata panjang, lebar, dan tebalnya;

d) Bandingkan hasilnya dengan tabel di atas.

3) Pemeriksaan patahan

Ambil salah satu bata yang patah, dan dari patahannya dapat terlihat:

- a) Apakah campurannya merata dan halus;
- b) Apakah pembakarannya merata (warna luar dan warna patahan seharusnya sama).

4) Pemeriksaan kekuatan

- a) Ambil beberapa buah batu bata dari tumpukan;
- b) Jatuhkan dari ketinggian kurang lebih satu meter;
- c) Jika rata-rata bata tersebut patah menjadi dua bagian, maka bata tersebut boleh dikatakan baik, sebaliknya jika rata-rata bata tersebut hancur, maka bata tersebut dikatakan jelek.

Gambar 4. 17 | Pemeriksaan batu bata



(Sumber: wm-site.com)

Gambar 4. 18

Batu bata diambil sampelnya untuk diperiksa



(sumber: wm-site.com)

g. Pemeriksaan Besi Tulangan

Baja tulangan yang digunakan untuk struktur beton dihasilkan oleh pabrik. Menurut SNI 03-2847-2002 mutu baja dinyatakan dengan Baja Tulangan Polos (BJTP) dan Baja Tulangan Deform (BJTD). BJTD adalah baja yang permukaannya dikasarkan (diprofilkan) secara khusus dengan bentuk/pola tertentu.

Gambar 4. 19

Besi ulir



(Sumber: www.besi-permata.webuda.com)

Tulangan polos hanya digunakan sebagai tulangan pengikat saja (senggang dan spiral), dan biasanya ujungnya dibengkokkan sehingga berupa kait. Untuk reaktor biogas baja tulangan yang digunakan adalah baja tulangan polos dan penggunaannya hanya terbatas pada pelat penutup *outlet*.

Pemeriksaan baja tulangan hanya dilakukan secara visual. Baja tulangan yang baik adalah lurus (tidak banyak bengkokannya) dan tidak berkarat.

Gambar 4. 20 *Finishing* penutup konstruksi reaktor biogas



(Sumber: biogasrumah.wordpress.com)

D. Aktifitas Pembelajaran

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

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

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!
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!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-04**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran.

E. Rangkuman

1. Jenis - jenis semen *portland* secara umum:
 - a. *Ordinary Portland Cement*
 - b. *Moderate Sulphate Resistance*
 - c. *Hight Early Strength Cement*
 - d. *Low Heat of Hydration Cement*
 - e. *High Sulfate Resistance Cement*
 - f. *Super High Early Strength Portland Cement*
 - g. *Calloid Cement*
 - h. *Blended Cement*
2. Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya kekuatan beton. Pada beton biasanya terdapat 60% sampai 80% volume agregat. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada di antara agregat berukuran besar. Dua jenis agregat adalah: agregat kasar (kerikil, batu pecah atau pecahan dari *blast furnace*), agregat halus (pasir alami atau batuan).

3. Tujuan utama dari penggunaan air dalam pembuatan beton adalah agar terjadi hidrasi yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu. Air yang dibutuhkan agar terjadi proses hidrasi tidak banyak, kira-kira 30% dari berat semen. Penambahan air yang terlalu banyak harus dibatasi sebab penggunaan air yang terlalu banyak dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton. Keadaan kandungan air secara nyata dari pasta dipengaruhi oleh kandungan kelembaban dalam agregat. Bila kondisi udara kering, pasta akan menyerap air. Dengan cara demikian secara efektif menurunkan faktor air semen dan mengurangi *workability*. Pada sisi yang lain jika agregat terlalu basah, pasta akan berkontribusi air kepermukaan pasta, keduanya meningkatkan kadar air semen dan *workability* tetapi menurunkan kekuatan. Oleh karena agregat yang digunakan dalam pencampuran beton diusahakan dalam keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*), yaitu butir-butir agregat yang jenuh air, artinya semua pori-pori yang tembus air terisi penuh oleh air sedang permukaannya kering, proses agregat dari keadaan kering menjadi keadaan SSD.
4. Selama proses pengerasan, beton akan mengalami reaksi kimia yaitu proses hidrasi, proses hidrasi membutuhkan air dalam jumlah yang cukup, sehingga dihindari terjadinya penguapan, sebab akan menghentikan proses hidrasi akibat kehilangan air. Penguapan selain menghentikan proses hidrasi juga menyebabkan penyusutan kering secara tepat, yang mengakibatkan beton menjadi retak-retak, untuk itu dilakukan pekerjaan perawatan beton agar permukaannya selalu basah. Perawatan beton yang perlu dilakukan adalah menjaga kelembaban beton agar terus menerus dalam keadaan basah selama beberapa hari dan mencegah penguapan dan penyusutan awal. Perawatan yang teratur dan terjaga akan memperbaiki kualitas beton itu sendiri yaitu membuat beton tahan terhadap agresi kimia.
5. Pemeriksaan kantong pembungkus

Kantong pembungkus harus baik (tidak ada yang sobek) dengan jahitan yang rapi.

- a. Pada kantong harus tercantum nama pabrik pembuatnya.
- b. Tertera berat bersih dan isinya.
- c. Periksa kembali berat isinya, dan besarnya harus sesuai dengan yang tercantum pada kantong semen.

F. Tes Formatif

1. Sebutkan penggunaan semen *portland*....
2. Sebutkan jenis pemeriksaan yang biasa dilakukan pada semen....
3. Sebutkan jenis-jenis agregat kasar....
4. Sebutkan langkah-langkah pemeriksaan kadar lumpur....
5. Sebutkan langkah-langkah pemeriksaan kekuatan bata....

G. Kunci Jawaban

1. Penggunaan semen *portland* antara lain :
 - a) Sebagai bahan pengikat dalam pembuatan campuran beton.
 - b) Bahan untuk pembuatan elemen - elemen bangunan, seperti : tegel, genteng, pipa - pipa dan lain- lain.
 - c) Dipakai sebagai bahan campuran pembuatan semen PPC (*Puzzolanic Portland Cement*)
 - d) Dipakai sebagai bahan stabilisasi seperti bata-bata tanah stabilisasi.

2. Pemeriksaan semen meliputi:
 - a) Pemeriksaan konsistensi normal.
 - b) Pemeriksaan waktu pengikatan awal dengan jarum picat
 - c) Pemeriksaan pengikatan semen dengan jarum Gillmore
 - d) Pemeriksaan pengikatan semu
 - e) Pemeriksaan kuat tekan mortar
 - f) Pemeriksaan pemuai pasta semen dengan autolave
 - g) Pemeriksaan kadar udara dalam mortar semen
 - h) Pemeriksaan kehalusan semen
 - i) Pemeriksaan jenis semen

3. Jenis -jenis agregat kasar yang umum adalah:
 - a) Batu pecah alami
 - b) Kerikil alami
 - c) Agregat kasar buatan
 - d) Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat

4. Pemeriksaan kadar lumpur
 - a) Masukkan kerikil ke dalam ember kira-kira seperempat bagian.
 - b) Masukkan air hingga setengah bagian.
 - c) Aduk kerikil hingga bersih dari lumpur.

- d) Keluarkan kerikil dari ember satu persatu.
 - e) Tunggu kira-kira 1 jam hingga lumpur mengendap.
 - f) Tuangkan air perlahan-lahan, sehingga ember hanya berisi lumpur.
 - g) Timbang berat kerikil (A gram).
 - h) Timbang berat lumpur (B gram)
 - i) Gunakan rumus seperti rumus pada penentuan kadar pasir .
 - j) C harus lebih kecil dari 1%.
5. Langkah-langkah pemeriksaan kekuatan bata:
- a) Ambil beberapa buah batu bata dari tumpukan.
 - b) Jatuhkan dari ketinggian kurang lebih satu meter.
 - c) Jika rata-rata bata tersebut patah menjadi dua bagian, maka bata tersebut boleh dikatakan baik, sebaliknya jika rata-rata bata tersebut hancur, maka bata tersebut dikatakan jelek.

EMBAR KERJA KB-4

LK - 04

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!

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

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!

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

KEGIATAN PEMBELAJARAN 6 : PERALATAN PENGOLAH BIODIESEL

A. Tujuan

Setelah mempelajari bagian ini peserta mampu memahami dan mengoperasikan peralatan pengolah biodiesel.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini, peserta diklat mampu:

1. Mengoperasikan peralatan biodiesel.
2. Menganalisis peralatan biodiesel

C. Uraian Materi

Bahan bacaan 1

Biodiesel dapat dibuat dari dari minyak nabati, lemak hewan, maupun minyak goreng bekas. Namun produksi biodiesel yang telah ada dipasaran merupakan hasil pengolahan dari minyak nabati. Minyak nabati adalah minyak yang didapatkan dari tanaman yang mengandung minyak, baik yang dapat dimakan (*edible*) atau tidak (*non edible*). Indonesia memiliki banyak keanekaragaman hayati yang berpotensi sebagai sumber minyak nabati, diantaranya kelapa sawit, kelapa, jarak pagar, kemiri, kemiri minyak, nyamplung, *pongamia pinnata*, biji karet, dan tanaman penghasil minyak nabati lainnya.

Dalam membuat biodiesel dari bahan baku, ada beberapa proses yang harus dilalui yaitu: pemilihan bahan baku, pengeringan bahan baku, ekstraksi minyak dari bahan baku, pemurnian minyak, transesterifikasi, pencucian, dan pengeringan.

Tiap proses tersebut membutuhkan peralatan yang berbeda-beda, kecuali pada proses ke 5 s/d 7 dapat dilakukan pada 1 jenis alat.

a) Pemilihan bahan Baku

Pemilihan bahan baku yang tepat sangat penting dalam pengolahan biodiesel, mulai dari jenis bahan baku yang digunakan hingga waktu yang terbaik untuk memanen bahan baku. Di Indonesia banyak terdapat tanaman penghasil minyak oleh karena itu perlu dipilih bahan baku yang mudah didapatkan dan banyak terdapat di lingkungan sekitar. Pemilihan lokasi *prosesing* yang dekat dengan lokasi bahan baku karena bahan baku yang telah dipanen diharapkan segera dapat di proses lebih lanjut. Waktu yang lama antara pemanenan dengan ekstraksi minyak, dapat mengakibatkan penurunan kualitas minyak yang dihasilkan.

Kandungan minyak tertinggi pada tanaman paling banyak terdapat pada bagian kernel, kecuali pada kelapa sawit dan kelapa. Rendemen minyak tertinggi pada kedua tanaman tersebut terdapat pada bagian buah.

Waktu panen juga berpengaruh terhadap kualitas minyak yang dihasilkan. Buah yang dipanen hendaknya dipilih buah yang telah matang secara fisiologis. Walaupun kadangkala buah yang lewat matang rendemen minyaknya lebih tinggi, namun kandungan asam lemak bebasnya (ALB) lebih tinggi. Minyak yang memiliki kadar ALB tinggi dapat meningkatkan biaya produksi, lama proses dan menurunkan rendemen biodiesel. Oleh karena itu bahan yang dipilih sebaiknya telah matang secara fisiologis.

Sebagai contoh, buah jarak pagar pada saat masak, kulit buah berubah warna yang semula hijau menjadi kuning dan akan berubah menjadi hitam setelah buah melewati matang. Panen sebaiknya dilakukan saat buah sudah masak (warna kuning) karena rendemen biji jarak pagar pada buah yang masih muda (warna hijau) menghasilkan rendemen minyak sebesar 20,7%, yang sudah matang fisiologis (warna kuning) rendemennya 30,3%, sedangkan yang telah lewat matang (hitam) mencapai 31,5% (Prastowo dan Pranowo, 2009). Pada beberapa tanaman, umur fisiologis buah juga dapat diketahui dari lepasnya buah dari tangkatnya.

Gambar 5. 1 Buah jarak pagar pada beberapa tingkat kematangan



Perbedaan karakteristik antar tanaman penghasil biodiesel menjadikan alat yang digunakan untuk panen berbeda-beda. Bahkan pada beberapa tanaman, pemanenan dapat dilakukan tanpa membutuhkan peralatan khusus. Salah satunya adalah tanaman jarak pagar, tanaman ini dalam satu dompolan (Gambar 2) dapat berkumpul buah yang masih muda, matang dan kelewat matang. Sehingga disarankan pemanenannya dilakukan dengan tangan dan dipilih yang berwarna kuning.

Selain itu, agar kualitas minyaknya bagus. Contoh beberapa peralatan bantu panen dapat dilihat pada gambar di bawah ini. “Egrek” digunakan sebagai alat pemanen sawit dan memotong pelepah sedangkan kapak buah untuk memindahkan TBS (Tandan Buah Segar) yang jatuh ke dalam lori. Kedua alat ini kurang cocok jika digunakan untuk kegiatan panen tanaman yang lain.

Gambar 5. 2 Alat bantu panen kelapa sawit egrek dan kapak buah



(sumber: <http://alatperkebunan.blogspot.com/>)

b) Pemecahan buah

Pemecahan buah dapat dilakukan secara manual maupun mekanis. Cara manual dilakukan dengan menggilas buah yang dihamparkan dilantai dengan menggunakan kaki. Secara mekanis dapat dilakukan dengan menggunakan alat pemecah buah jarak.

Gambar 5. 3

Alat pemecah buah jarak



Prinsip kerja alat ini adalah pengupasan kulit buah akibat gesekan buah-buah dalam ruang di antara silinder yang berputar pada kecepatan tertentu dengan konkap. Mesin ini dilengkapi dengan separator sehingga biji-biji jarak pagar hasil pengupasan relatif sudah bersih dari kulit buah, gagang, atau kotoran lainnya. Namun jika buah yang di proses terlalu matang (berwarna coklat/hitam), biji dapat bercampur dengan kulit buah bagian dalam (cangkang).

c) Pengeringan Bahan Baku

Proses pengeringan bahan baku (biji) diperlukan untuk mengurangi air yang terdapat pada bahan. Masih banyaknya air pada biji dapat menghambat proses ekstraksi minyak, oleh karena itu perlu dikurangi hingga mencapai 7%. Proses pengeringan dapat dilakukan menggunakan panas matahari atau buatan. Pengeringan buatan dapat menggunakan alat pengeringan (*dryer*).

d) Ekstraksi Minyak Nabati

Ekstraksi adalah suatu cara untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak. Ada beberapa metode ekstraksi, yaitu dengan metoda pemanasan, metoda pres hidrolik (*hidrolic press*), metoda pres ulir (*screw press*) dan metoda pelarutan.

1) Metode pengepresan hidrolik (*hydraulic pressing*)

Gambar 5. 4 Pengepresan biji menggunakan dongkrak hidrolik



2) Metode pengepresan ulir

Metode pengepresan berulir merupakan metode ekstraksi yang lebih maju dan telah diterapkan di industri pengolahan minyak. Cara ekstraksi ini paling sesuai untuk memisahkan minyak dari bahan yang kadar minyaknya di atas 10%. Prinsip operasinya adalah bahan mendapat tekanan dari ulir yang berputar dan dengan sendirinya terdorong keluar. Minyak keluar melalui celah diantara ulir dan penutup yang dapat berupa pipa atau lempengan besi berongga yang mempunyai celah dengan ukuran tertentu sedangkan ampasnya keluar dari tempat yang lain. Tipe alat pengepres berulir yang digunakan dapat berupa pengepres berulir tunggal (*single screw press*) atau pengepres berulir ganda (*twin screw press*). Pada pengepresan jarak pagar, dengan teknik pengepres berulir tunggal (*single screw press*) dihasilkan rendemen sekitar 28-34 persen, sedangkan dengan teknik pengepres berulir ganda (*twin screw press*) dihasilkan rendemen minyak sekitar 40-45 persen.

Pengepresan dengan pengepresan berulir memiliki beberapa kelebihan, yaitu:

- Kapasitas produksi menjadi lebih besar karena proses pengepresan dapat dilakukan secara kontinyu.
- Menghemat waktu proses produksi karena tidak diperlukan perlakuan pendahuluan, yaitu pengecilan ukuran dan pemasakan/pemanasan.
- Rendemen yang dihasilkan lebih tinggi.

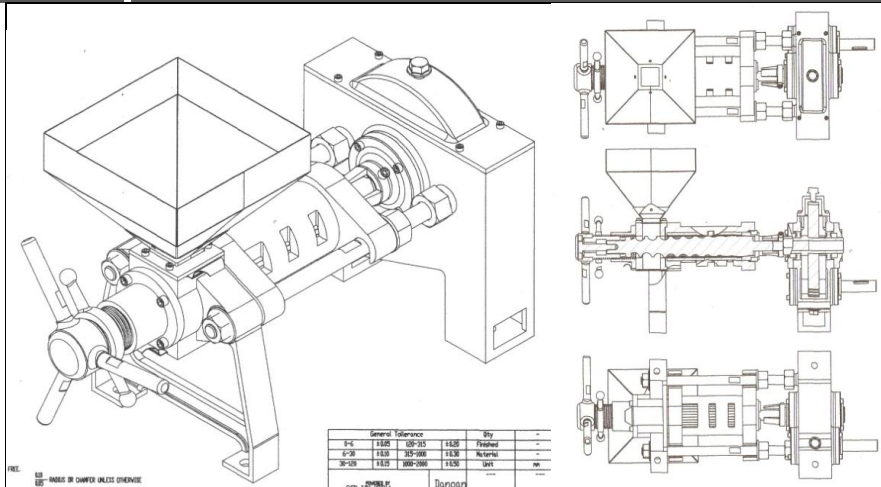
Gambar 5. 5 Double stage screw expeller



Gambar 5. 6 Single stage screw Expeller



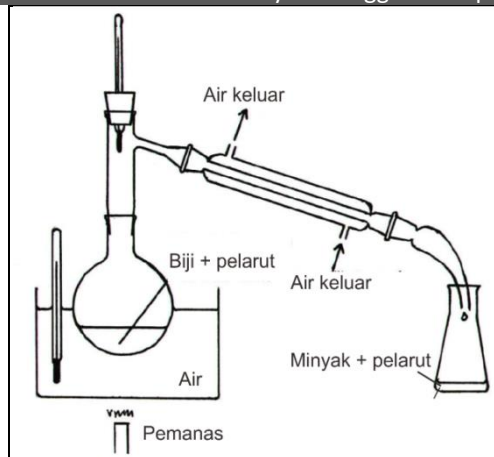
Gambar 5. 7 Desain screw press single stage



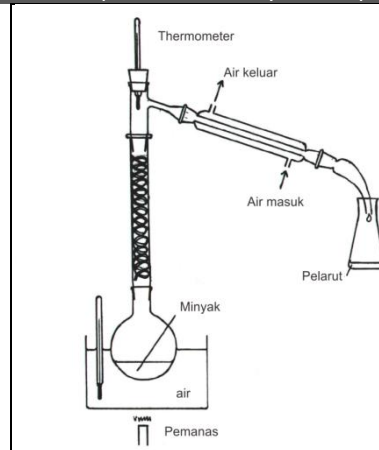
3) Metode pelarutan dengan pelarut

Prinsip, minyak yang bersifat non polar dilarutkan atau dibilas menggunakan pelarut yang bersifat non polar sehingga minyak akan ikut keluar bersama dengan pelarut. Kemudian pelarut dan minyak dipisahkan berdasarkan titik didih larutan.

Gambar 5. 8 Teknik ekstraksi minyak menggunakan pelarut



Gambar 5. 9 Teknik pemisahan minyak dari pelarut



Keuntungan dari teknik ekstraksi minyak nabati menggunakan pelarut mampu menghasilkan minyak yang lebih banyak dibandingkan dengan metode yang lain. Namun biaya operasionalnya mahal dan membutuhkan ketelitian yang tinggi.

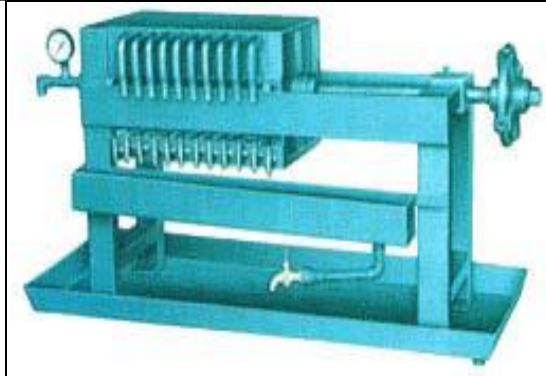
e) Penjernihan Minyak Nabati

Proses penjernihan minyak nabati dapat dilakukan dengan pengendapan, absorpsi atau penyaringan. Untuk mempercepat proses penyaringan dapat dilakukan dengan gaya gravitasi, tekanan *vakum* maupun *centrifuge*.

Gambar 5. 10 Alat penyaring minyak nabati tipe putar



Gambar 5. 11 Alat penyaring minyak nabati tipe horizontal



f) Reaktor Biodiesel

Produksi biodiesel umumnya menggunakan metode *batch*, dimana proses tersebut terjadi pencampuran serta pengadukan antara bahan baku utama biodiesel dan katalis secara bersamaan dan ada *idle time* sampai terpisah menjadi 2 lapisan. Proses pembuatan biodiesel dilakukan dalam reaktor. Reaktor adalah peralatan yang digunakan sebagai tempat terjadinya transformasi/reaksi kimia untuk mendapatkan produk yang diinginkan (Mann, 2009). Performa reaktor berperan penting dalam operasional dan keuangan karena berpengaruh terhadap unit operasi yang lain (pemisahan, pengeringan, dll).

Reaktor merupakan jantung pada sebagian besar proses kimia. Desain dan operasional reaktor menentukan kesuksesan dan kegagalan keseluruhan proses kimia. Reaktor merupakan komponen dasar untuk mengkonversi bahan baku yang bernilai rendah menjadi produk yang mempunyai nilai jual yang lebih tinggi. Reaktor biodiesel digunakan untuk mengkonversi minyak nabati menjadi biodiesel yang mempunyai nilai jual lebih tinggi.

Reaktor biodiesel sudah banyak beredar di pasaran, dari yang skala lab hingga skala produksi, dari tipe *batch* hingga kontinu, dari bahan besi hingga stainless steel. Pembuatnya juga beragam, ada dari Perguruan Tinggi (ITB, IPB, UGM, UNDIP dll), Lembaga Penelitian (BB mektan, BB pasca panen, LIPI, BPPT), Pertamina, ataupun perusahaan swasta (PT. Rizki Anugrah Putra/RAP, PT. Pindad, dan PT. Rekayasa Industri).

Gambar 5. 12 Beberapa contoh reaktor biodiesel yang ada lapangan



Permasalahannya desain reaktor yang beredar antara lain didesain hanya untuk mengolah minyak nabati yang spesifik, padahal dalam skala pedesaan/kerakyatan ketersediaan bahan bakunya tidak selalu ada; tiap proses membutuhkan peralatan/tangki yang berbeda, sehingga meningkatkan biaya investasi dan biaya

transportasi; tiap reaktor saling terintegrasi sehingga jika salah satu terjadi masalah dapat menghambat proses produksi; mengalami kesulitan untuk mengolah minyak nabati yang mempunyai bilangan asam >10 . Oleh karena itu perlu adanya reaktor biodiesel yang dapat mengatasi semua masalah tersebut.

Reaktor hasil pengembangan ini merupakan pengembangan dari reaktor yang telah ada sebelumnya. Kemampuan reaktor ini telah ditingkatkan (*upgrade*) sehingga mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan reaktor lama. Perbedaan antara reaktor awal dan reaktor multifungsi ini disajikan pada gambar dan tabel berikut.

Gambar 5. 13 Reaktor biodiesel awal



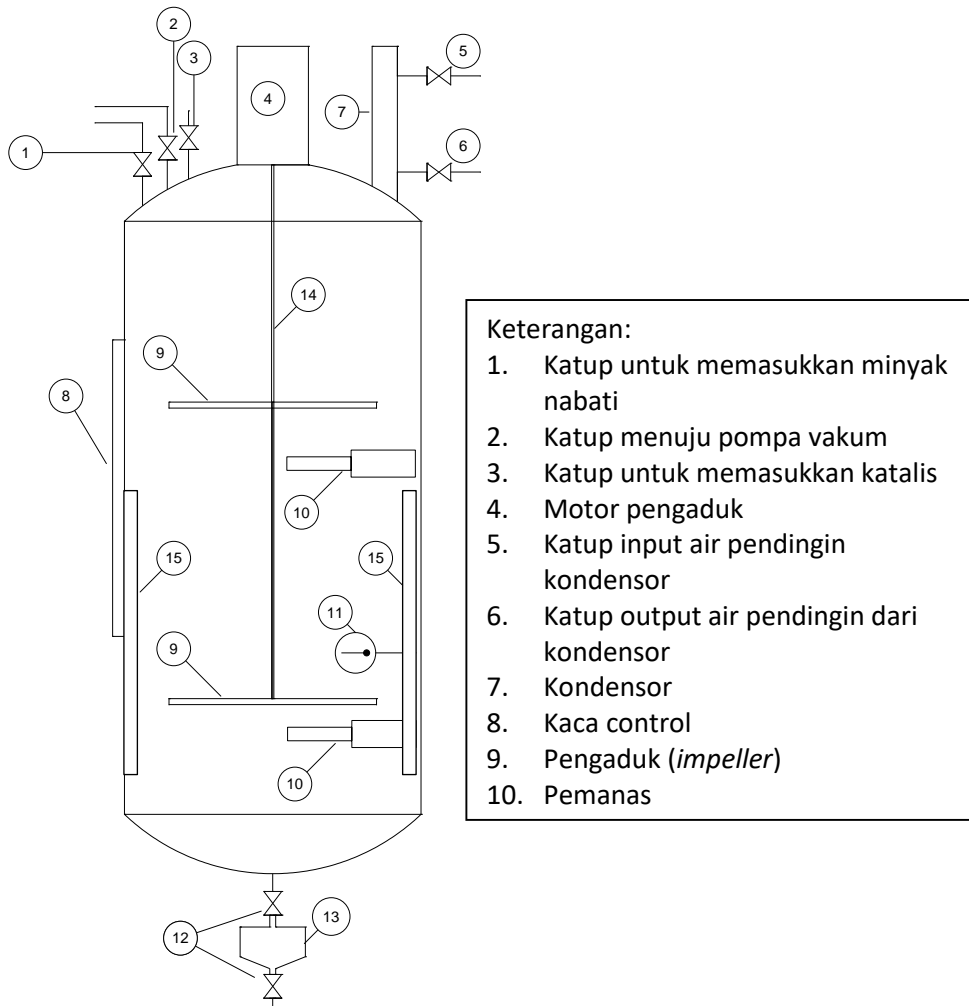
Gambar 5. 14 Reaktor pengembangan



Tabel 5. 1 Perbedaan kelebihan pada reaktor awal dan reaktor pengembangan

Tabel Reaktor Awal	Reaktor pengembangan
Kondensor Tunggal	Kondensor ganda
Bahan baku spesifik	Semua jenis minyak nabati
Kecepatan pengadukan konstan (500 rpm)	Kecepatan pengadukan dapat diatur (250-1450 rpm)
Suhu maksimal proses 90°C	Suhu maksimal proses 120°C
Penggunaan katalis banyak	Penggunaan katalis sedikit
Satu reaktor-satu proses	Multifungsi reaktor
6-8 jam/proses	4-6 jam/proses
Khusus ALB rendah	Berbagai Tingkatan ALB
Rendemen 76-80%	Rendemen 87-92%

Bentuk geometri reaktor diusahakan hampir silindris/mempunyai bentuk dasar melengkung (tanda ada sudut) untuk mengoptimalkan pencampuran (*mixing*) bahan dalam reaktor dan mempunyai konstruksi berukuran (dimensi) standar (e.g. *International Standards Organization* dan *British Standards Institution*) yang memperhitungkan keefektifan pencampuran dan konsiderasi struktur. Sebaiknya reaktor biodiesel yang dibuat memiliki perbandingan diameter dan tinggi sebanyak 1:3. Jadi, jika diameter tangki reaktor memiliki diameter 1 meter, maka tinggi reaktor 3 meter. Bentuk reaktor dan bagian-bagian reaktor di gambarkan pada Gambar 5.15. Bahan yang digunakan sebagai konstruksi reaktor harus menggunakan bahan yang tidak bereaksi dengan bahan bakar dan katalis yang digunakan misalnya *stainless steel*.



Bagian-Bagian Reaktor

1) Kondensor

Kondensor pada reaktor biodiesel berfungsi untuk mengembunkan uap hasil proses sehingga dapat menurunkan tekanan atmosfer reaktor dibawah tekanan normal (76 cmHg). Turunnya tekanan atmosfer membuat proses pengeringan biodiesel dapat berlangsung di bawah titik didih normal (<100°C). Pada sebagian besar reaktor biodiesel mini yang terdiri dari 2 tangki proses, hanya terpasang satu

kondensor. Ini membuat hanya tangki yang memiliki kondensor saja yang dapat melakukan proses “pengeringan biodiesel”.

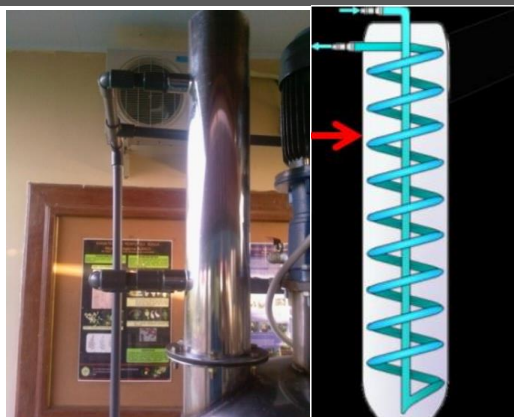
Proses yang dilakukan pada reaktor konvensional yang terdiri dari 2 tangki dilakukan dengan melakukan proses esterifikasi, transesterifikasi, dan pemisahan gliserol di tangki yang tidak memiliki kondensor (tangki A) kemudian di transfer ke tangki yang memiliki kondensor (tangki B). Proses ini memiliki beberapa kelemahan, diantaranya :

- Ada waktu tunggu (*lead time*) pada tangki B, karena mulai bekerja setelah proses pemisahan gliserol dilakukan pada tangki.
- Pemandahan biodiesel dari tangki A ke tangki B, membutuhkan tambahan energi listrik dan ada waktu tunggu hingga semua biodiesel berpindah semua ke tangki B.
- Jika salah satu tangki mengalami kerusakan, proses pengolahan biodiesel tidak dapat dilaksanakan.

Kelemahan tersebut dapat ditanggulangi dengan cara membuat kedua tangki tersebut dapat melakukan pengolahan biodiesel mulai dari esterifikasi hingga pengeringan. Salah komponen yang harus ada di tiap tangki adalah kondensor. Pada reaktor multifungsi ini, pada tiap tangki reaktor mempunyai satu buah kondensor sehingga tiap reaktor mampu digunakan dalam mengolah biodiesel dari minyak kasar hingga menjadi biodiesel yang sesuai standar.

Gambar 5. 16

Kondensor



Spesifikasi:

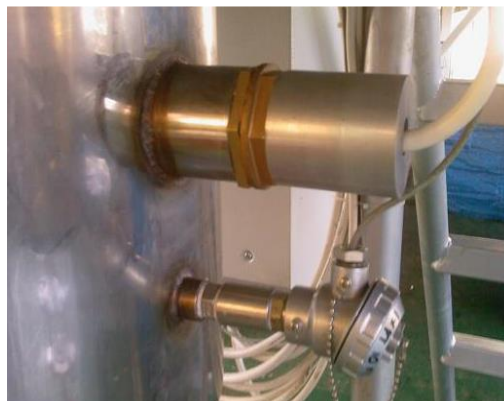
- Tinggi : 50 cm
- Diameter : 10 cm
- Bahan : *Stainless steel*

2) *Heater dan termokopel*

Pada reaktor ini terdapat *heater* yang terintegrasi dengan *termokopel*. Integrasi ini berfungsi untuk mengontrol pemanasan yang dilakukan pada reaktor karena tiap tahap pengolahan biodiesel membutuhkan suhu yang berbeda-beda. Jika suhu bahan dibawah suhu yang telah ditentukan, *heater* menyala dan suhu bahan meningkat. Begitu pula sebaliknya, *heater* akan mati jika suhu telah melewati suhu yang telah ditentukan. Pada proses esterifikasi dan transesterifikasi membutuhkan suhu 60-80°C, pencucian 60°C, dan proses pengeringan membutuhkan suhu 110-115°C. Penempatan *heater* dan indikator sangat berpengaruh terhadap efektifitas pemanasan. Reaktor sebaiknya terdiri dari beberapa *heater* agar dapat mempercepat proses pemanasan. Misalnya reaktor terdiri dari beberapa *heater* sebaiknya diletakkan saling silang dan pada ketinggian yang berbeda sehingga pemanasan lebih merata. Selain itu sebaiknya tiap *heater* mempunyai pengatur saklar masing-masing sehingga jumlah minyak yang digunakan dapat bervariasi.

Gambar 5. 17

Heater dan termokopel



3) Gelas Indikator

Salah satu proses dalam pengolahan biodiesel adalah proses pemisahan (separasi) yang dilakukan untuk memisahkan produk hasil pengolahan dengan limbahnya. Pada proses esterifikasi terjadi reaksi antara asam lemak bebas dengan alkohol sehingga menghasilkan minyak nabati (trigliserida dan *fatty acid metil ester*) dengan kandungan asam rendah dan limbah yang terdiri dari air dan methanol sisa. Densitas limbah (campuran air dan methanol) lebih berat dibandingkan minyak nabati, sehingga minyak berada di lapisan atas dan limbahnya dibagian bawah dengan batas yang jelas. Gelas indikator ini berguna untuk mengetahui bahwa proses pengambilan bahan hampir mencapai batas, sehingga produk yang dihasilkan mempunyai tingkat kemurnian yang tinggi. Pada reaktor, pemisahan gliserol dan air limbah pencucian sebaiknya sebaiknya dipisahkan secara perlahan (menggunakan gaya gravitasi), jangan menggunakan pompa sebagai pendorong karena dapat mengacaukan larutan yang telah mengendap.

Gambar 5. 18

Gelas indikator



Spesifikasi Gelas indikator

- Tinggi : 9,7 cm
- Diameter : 7,0 cm
- Type : Gelas tahan panas
- Ketebalan : 5 mm

4) Pompa *input-output*

Pompa pada yang terintegrasi pada reaktor biodiesel multifungsi ini ada 4 buah, tiap-tiap pompa berfungsi untuk:

- *Input* minyak mentah
- *Input* air pendingin
- *Output* limbah pencucian
- *Reversible biodiesel*

Gambar 5. 19

Pompa *input-output*



Spesifikasi :

- Merk : Radar
- Model : RD-125 C
- MAXCAP : 42 Lt/Min
- Suhead : 9 meter
- Dishead : 25 meter
- Total : 33 meter
- Size : 1" x 1"
- Output : 125 watt
- V/Hz/Ph : 220/50.1
- Kecepatan putar : 2850 rpm

5) Pompa vakum

Pompa vakum berfungsi untuk mengeluarkan gas-gas yang tidak dapat menyublim, misalnya adalah gas amoniak. Selain itu juga, pompa vakum membantu

mengeluarkan uap air dan sisa methanol yang tidak bereaksi pada proses pengeringan.

Gambar 5. 20

Pompa vakum

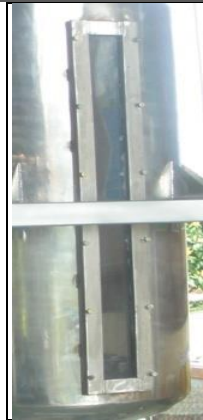


Spesifikasi:

- Merk : Brok Crompton, New Castle, Stafft
- Volt : 110/120-220/240
- Hz : 50/60 Wo 550
- Kecepatan putar : 1420/1750 rpm

6) Kaca kontrol

Kaca kontrol ini terdapat di sisi luar kedua reaktor. Kaca kontrol berfungsi untuk mengontrol proses pengolahan dan proses pemisahan. Kaca kontrol ini terbuat dari bahan khusus sehingga dapat menahan suhu proses hingga 1000°C.



7) Corong input katalis

Pada beberapa reaktor, teknik untuk memasukkan katalis ada berbeda-beda, ada yang secara manual (dituang) dan ada yang dialirkan melalui pipa (vakum). Permasalahannya pada proses pembuatan biodiesel, katalis yang telah ditentukan harus bereaksi semua dengan minyak. Penggunaan pipa untuk mengalirkan katalis dapat menyebabkan sebagian katalis tertinggal di pipa dan tidak bereaksi dengan minyak. Oleh karena itu disarankan pada proses memasukkan katalis sebaiknya dilakukan secara manual.

Tiap proses membutuhkan jumlah dan jenis reaktan/katalis yang berbeda, sehingga pada reaktor perlu ada alat untuk memasukkan reaktan/katalis sewaktu-waktu. Corong input ini berada dibagian atas reaktor dan berfungsi untuk memasukkan reaktan dan katalis. Antara reaktor dan corong input terdapat kran, sehingga selama tidak digunakan ditutup untuk menjaga tekanan reaktor.

Spesifikasi Corong Input:

- Tinggi : 10 cm
- Diameter : 7,5 cm
- Bahan : Stainless steel



8) Agitator

Sistem agitasi dalam reaktor terdiri dari motor pengaduk (*drive motor*), *speed reducer*, *mechanical seal*, *shaft*, *impeller*, *impeller blade*, dan *baffle*. Sistem agitasi ini berfungsi agar pencampuran dapat dilakukan dengan merata dan meningkatkan luas pindah massa. *Speed reducer* berfungsi untuk meningkatkan kekuatan putaran dan memperkecil kecepatan putar impeller. *Baffle* terletak dinding bagian dalam dan digunakan untuk memecah aliran cairan dalam rangka meningkatkan turbulensi dan efisiensi pencampuran.

Sistem agitator dapat diklasifikasi menjadi dua tipe yaitu aliran radial dan aliran axial. Sistem agitator pada reaktor biodiesel multifungsi ini masuk dalam klasifikasi aliran radial. Pada tipe aliran radial ini aliran cairan mengikuti jari-jari tangki reaktor dan membutuhkan input energi yang lebih besar dibandingkan tipe axial. Dibandingkan dengan tipe radial, tipe axial efektif untuk mengangkat padatan dari dasar tangki. Perbedaan bentuk impeller dan aliran pada kedua tipe agitator dapat dilihat pada Gambar 29 Untuk menghasilkan teknik pengadukan yang optimal, sebaiknya diameter pengaduk berukuran $2/3$ diameter tabung.

Spesifikasi motor pengaduk:

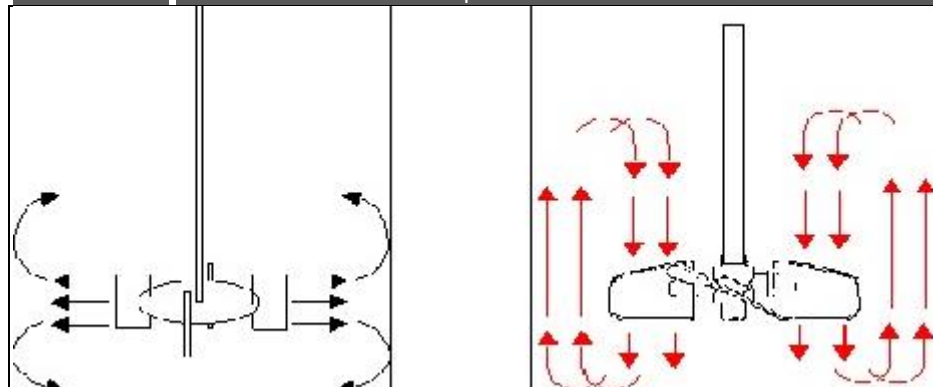
- Merk : TECO

- Kode : AEVBKBB-
- Tipe : 4 pole
- Volt : 220/380
- Hz, A : 50 Hz/3 A/2,1 A
- Kec. Putar : 1430 rpm
- Weight : 18 kg

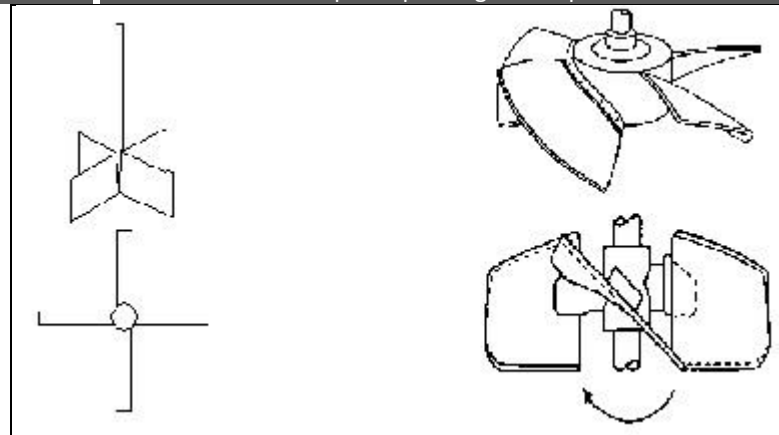
Gambar 5. 23 Sistem *agitator reactor* dan *drive motor* reaktor biodiesel multifungsi



Gambar 5. 24 Aliran cairan tipe radial dan axial



Gambar 5. 25 Bentuk impeller pada agitator tipe radial dan axial



D. Aktifitas Pembelajaran

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

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

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!
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!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-05**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran.

Latihan

a. Sebutkan permasalahan desain reaktor yang ada saat ini....

Jawab: Permasalahannya desain reaktor yang ada saat ini antara lain: didesain hanya untuk mengolah minyak nabati yang spesifik, padahal dalam skala pedesaan/kerakyatan ketersediaan bahan bakunya tidak selalu ada; tiap proses membutuhkan peralatan/tangki yang berbeda, sehingga meningkatkan biaya investasi dan biaya transportasi; tiap reaktor saling terintegrasi sehingga jika salah satu terjadi masalah dapat menghambat proses produksi; mengalami kesulitan untuk mengolah minyak nabati yang mempunyai bilangan asam > 10.

b. Sistem agitator dapat diklasifikasi menjadi dua tipe yaitu aliran radial dan aliran axial. Sebutkan karakter sistem agitator tipe aliran radial....

Jawab: Karakter sistem agitator tipe aliran radial: aliran cairan mengikuti jari-jari tangki reaktor dan membutuhkan input energi yang lebih besar dibandingkan tipe axial.

c. Sebutkan kelemahan reaktor konvensional yang terdiri dari 2 tangki....

Jawab: Kelemahan reaktor konvensional yang terdiri dari 2 tangki antara lain: ada waktu tunggu (*lead time*) pada tangki B, karena mulai bekerja setelah proses pemisahan gliserol dilakukan pada tangki; pemindahan biodiesel dari tangki A ke tangki B, membutuhkan tambahan energi listrik dan ada waktu tunggu hingga semua biodiesel berpindah semua ke tangki B; jika salah satu tangki mengalami kerusakan, proses pengolahan biodiesel tidak dapat dilaksanakan.

d. Jelaskan mengenai kaca kontrol pada konstruksi reaktor biodiesel....

Jawab: Kaca kontrol ini terdapat di sisi luar kedua reaktor. Kaca kontrol berfungsi untuk mengontrol proses pengolahan dan proses pemisahan. Kaca kontrol ini terbuat dari bahan khusus sehingga dapat menahan suhu proses hingga 1000°C.

E. Rangkuman

1. Biodiesel dapat dibuat dari dari minyak nabati, lemak hewan, maupun minyak goreng bekas. Namun produksi biodiesel yang telah ada dipasaran merupakan hasil pengolahan dari minyak nabati. Minyak nabati adalah minyak yang didapatkan dari

tanaman yang mengandung minyak, baik yang dapat dimakan (*edible*) atau tidak (*non edible*). Indonesia memiliki banyak keanekaragaman hayati yang berpotensi sebagai sumber minyak nabati, diantaranya: kelapa sawit, kelapa, jarak pagar, kemiri, kemiri minyak, nyamplung, *pongamia pinnata*, biji karet, dan tanaman penghasil minyak nabati lainnya.

2. Dalam membuat biodiesel dari bahan baku, ada beberapa proses yang harus dilalui yaitu: pemilihan bahan baku, pengeringan bahan baku, ekstraksi minyak dari bahan baku, pemurnian minyak, transesterifikasi, pencucian, dan pengeringan.
3. Di Indonesia banyak terdapat tanaman penghasil minyak oleh karena itu perlu dipilih bahan baku yang mudah didapatkan dan banyak terdapat di lingkungan sekitar. Pemilihan lokasi prosesing yang dekat dengan lokasi bahan baku karena bahan baku yang telah dipanen diharapkan segera dapat di proses lebih lanjut.
4. Proses pengeringan bahan baku (biji) diperlukan untuk mengurangi air yang terdapat pada bahan. Masih banyaknya air pada biji dapat menghambat proses ekstraksi minyak, oleh karena itu perlu dikurangi hingga mencapai 7%.
5. Ekstraksi adalah suatu cara untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak. Ada beberapa metode ekstraksi, yaitu dengan metoda pemanasan, metoda pres hidrolik (*hidrolic press*), metoda pres ulir (*screw press*) dan metoda pelarutan.
6. Proses penjernihan minyak nabati dapat dilakukan dengan pengendapan, absorpsi atau penyaringan. Untuk mempercepat proses penyaringan dapat dilakukan dengan gaya gravitasi, tekanan *vakum* maupun *centrifuge*.

F. Tes Formatif

1. Prinsip operasi metode ekstraksi apakah yang mempunyai langkah sebagai berikut: bahan mendapat tekanan dari ulir yang berputar dan dengan sendirinya terdorong keluar, minyak keluar melalui celah diantara ulir dan penutup yang dapat berupa pipa atau lempengan besi berongga yang mempunyai celah dengan ukuran tertentu sedangkan ampasnya keluar dari tempat yang lain.

- a. *Hidrolic press*
- b. *Screw press*
- c. Pelarutan
- d. *Deguming*

2. Berikut ini merupakan kelebihan metode pengepresan berulir, kecuali:
 - a. Kapasitas produksi menjadi lebih besar karena proses pengepresan dapat dilakukan secara kontinyu.
 - b. Menghemat waktu proses produksi karena tidak diperlukan perlakuan pendahuluan, yaitu pengecilan ukuran dan pemasakan/pemanasan.
 - c. Rendemen yang dihasilkan lebih tinggi.
 - d. Ampas yang dihasilkan lebih banyak.

3. Komponen reaktor biodiesel apakah yang berfungsi untuk mengembunkan uap hasil proses sehingga dapat menurunkan tekanan atmosfer reaktor dibawah tekanan normal (76 cmHg).
 - a. Kondensor
 - b. *Heater*
 - c. Termokopel
 - d. Agitator

4. Komponen reaktor biodiesel apakah yang berfungsi untuk mengeluarkan gas-gas yang tidak dapat menyublim, misalnya adalah gas amoniak. Selain itu juga membantu mengeluarkan uap air dan sisa methanol yang tidak bereaksi pada proses pengeringan.
 - a. Kondensor
 - b. *Heater*
 - c. Pompa vakum
 - d. Agitator

5. Yang bukan merupakan bagian dari sistem agitasi dalam reaktor adalah?
 - a. Kondensor
 - b. *impeller blade*
 - c. *mechanical seal*
 - d. *baffle*

G. Kunci Jawaban

1. b
2. d
3. a
4. c
5. a

LEMBAR KERJA KB-5

LK - 05

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!

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

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!

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

KEGIATAN PEMBELAJARAN 7 : PERALATAN BIOETANOL

A. Tujuan

Setelah mempelajari bagian ini peserta mampu memahami dan mengoperasikan peralatan pengolahan bioetanol.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini, peserta diklat mampu:

1. Mengoperasikan peralatan bioetanol
2. Menganalisis peralatan bioetanol

C. Uraian Materi

Bahan bacaan 1

1. Jenis dan Fungsi Peralatan yang digunakan

Alat Persiapan dan Pengolahan Bahan Baku

Alat persiapan berupa alat pengupas dan parutan singkong, pemerasan dan penyaringan. Untuk bahan baku Nenas dilakukan proses pemerasan dan penyaringan.

Fungsi peralatan: mengupas, memarut singkong yang telah dibersihkan selanjutnya dilakukan pemerasan dan penyaringan.

Proses:

Sejumlah singkong yang telah dibersihkan, dikupas kulit luar, kulit arinya serta dicuci bersih (rasio berat singkong bruto berbanding liter bioetanol sekitar 7 kg : 1 Liter) kemudian diparut dan hasil parutan ditambah air tawar (liter) sebanding 100 % x berat bruto (kg). Jumlah tersebut ditampung terlebih dahulu di dalam *receiver drum plastic* (kapasitas 60/125/200 lt) serta diaduk secara merata, setelah dilakukan proses pemerasan dan penyaringan. Kemudian sebelum dituangkan ke dalam cooking drum dilakukan penakaran kapasitas bubur singkong.

Berikut ini gambar peralatan proses kupas dan cuci, mulai dari pisau pengupas, dan bak penampung hasil singkong yang telah dikupas dan penampung singkong yang telah dicuci, yang kemudian dipotong-potong disesuaikan dengan bak mesin pamarut. Sebelum diparut/dicacah sebaiknya singkong yang sudah bersih ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat singkong sebagai bahan estimasi untuk produk etanol yang dihasilkan. Pada peralatan yang telah dibuat, alat pamarut didesain dengan kapasitas 200 kg/jam dengan motor listrik AC 1 HP (746 Watt), 110/220 V, 7,3 A, 1500 rpm, atau disesuaikan dengan kapasitas daya listrik terpasang. Dengan dimensi 500 mm x 400 mm x (800 – 1500 mm). Dilengkapi dengan timbangan.

Gambar 6. 1 Pisau untuk mengupas singkong



Gambar 6. 2 Parut listrik



Gambar 6. 3

Tong stainless



Gambar 6. 4

Timbangan bandul



Alat pemanasan/pemasakan (Proses Hydrolisis)

Alat Hydrolisis berupa drum besi dilengkapi dengan *temperature gauge* 3" dengan batas ukur 150°C, kompor, pompa/saluran untuk memindahkan cairan panas, dan alat pengaduk. Alat hydrolisis ini dapat di desain secara tersistem dan otomatis sesuai dengan proses dan fungsinya.

Tujuan proses dan fungsi alat:

- a. Tujuan Proses, Pemecahan zat pati dan zat gula.

- b. Fungsi alat, Memanaskan cairan dan dipertahankan pada temperatur tertentu dan diaduk terus menerus.

Proses: Bubur singkong kita pindahkan ke cooking drum (menggunakan pompa). Kemudian masukan enzyme Alpha Amilase sambil terus diaduk rata dan dipanaskan sampai 90°C lalu dipertahankan pada suhu ini selama 30 menit. Setelah proses hidrolisis ini selesai, pindahkan cairan panas tersebut ke dalam Sacharifatordrum guna proses selanjutnya.

Contoh :Berat singkong setelah ditimbang 35 kg, untuk proses hidrolisis, berapakah jumlah Enzyme Alpha Amilase yang harus dicampurkan?. Jumlahnya sebanyak $0,03\% \times \text{berat singkong} = 0,03\% \times 35 \text{ kg} = 10,5 \text{ gram}$.

Peralatan proses Hidrolisis

Gambar 6. 5 Tong stainless



Berdasarkan peralatan proses Hidrolisis di atas terdapat beberapa peralatan dan material sebagai berikut:

- 1) Material cooking drum terbuat dari bahan baja *stainless (stainless Steel)* dengan titik lebur 1500 s.d. 1700°C dan tidak mudah korosi, memiliki kekerasan dan ketahanan aus. Kapasitas drum yang dibuat harus

disesuaikan dengan kapasitas dan rasio produksi bioetanol. Agar tidak ada cairan yang terbuang saat proses bioetanol sebaiknya isikan cairan ke dalam drum sesuai dengan ketentuan perbandingan isi/kapasitas tempat, isikan cairan kurang lebih 80 s.d. 85 % kapasitas drum agar selama pemanasan cairan tidak meluap dan terbuang.

- 2) alat pengaduk otomatis yang digerakan dengan menggunakan motor listrik.
- 3) *Thermometer gauge* dengan batas ukur 150°C (range 0 – 150). *Thermometer gauge* dipasang dengan *socket stainless steel* diameter ½ “ pada titik tengah dari tinggi drum. Fungsinya untuk memonitor panas bubur singkong agar tidak melebihi panas yang ditentukan.
- 4) Kompor gas/tungku
Tungku dengan dimensi disesuaikan dengan dasar drum (diameter dan ketinggian kaki penyangga drum). Apabila bioetanol telah diproduksi maka penggunaan kompor LPG dapat diganti dengan kompor bioetanol.
- 5) *Heat Exchanger*(penukar kalor)
- 6) Pompa manual atau pipa saluran *outlet* dan *control valve* (*manual* atau *automatic*) untuk mengalirkan cairan ke proses selanjutnya (proses *sacharifator*). Dapat dipasang sebuah kran (*valve*) dari bahan anti karat *stainless steel* atau kuningan .

Proses Hydrolisis secara semi otomatis

- a. Masukkan bubur singkong (80 % kapasitas drum) ke dalam *cooking drum*.
- b. Kompor menyala dan alat pengaduk bekerja secara otomatis.
- c. Setelah suhu mencapai 90°C maka *thermometer control* mengatur penyalaan api kompor agar mempertahankan suhu tersebut selama 30 menit.
- d. Setelah suhu 90°C dipertahankan selama 30 menit *timer* (*time delay relay*) bekerja dan alarm berbunyi tanda proses hydrolisis selesai ataumembuka *automatic valve* saluran *outlet* untuk proses pengaliran bahan ke drum sacharifikasi.

Alat Sacharifikasi

Alat sacharifikasi yang telah disediakan berupa drum besi dilengkapi dengan *temperature gauge 3"* dengan range 0 – 150°C, kompor, *heat exchanger* atau kipas angin (*fan*), pompa manual atau saluran *outlet* yang dilengkapi *control valve* (*manual* atau *automatic control valve*) untuk memindahkan cairan, dan dilengkapi adukan kayu.

Gambar 6. 6 Drum untuk proses sacharifikasi



Peralatan proses fermentasi

Dalam proses fermentasi selalu melibatkan katalis enzim. Enzim adalah katalisator atau biokatalisator yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan dapat mempercepat terjadinya reaksi kimia. Katalis enzim sangat memegang peranan penting dalam proses fermentasi.

Tujuan fermentasi adalah proses peruraian gula menjadi alkohol dan karboksida yang disebabkan oleh aktifitas sel – sel yeast yang hidup dan berkembang biak dalam cairan fermentasi tanpa pemberian udara.

- 1) Alat fermentasi sederhana berupa drum plastik besar yang jumlahnya disesuaikan dengan keperluan desain dan botol plastik kecil yang diisi air yang

digunakan untuk memantau proses fermentasi yang akan diletakan pada setiap drum plastik yang ada.

- 2) Satu drum plastik ukuran 60/125/200 liter dan diisi cairan yang telah siap difermentasi. Pindahkan cairan yang sudah dicampur zat-zat tambahan ke drum fermentasi ini, lalu tutup yang rapat.
- 3) Satu buah botol plastik ukuran 600 ml (seperti botol air mineral bening), kemudian gunakan selang plastic ukuran kecil (\varnothing 4 mm) sebagai penghubung antara proses fermentasi cairan di dalam drum dengan botol monitor reaksi, dilubangi melalui tutup drum. Jika proses fermentasi mulai berjalan, gas CO₂ yang dilepas oleh cairan fermentasi akan keluar dari ujung selang yang terendam dalam air botol plastik sehingga proses fermentasi dapat dimonitor melalui pengeluaran gelembung gas CO₂.

Pada tutup drum terdapat dua lubang (saluran), yaitu:

- 1) Lubang pengisian cairan untuk proses fermentasi.
- 2) Lubang untuk keluaran selang yang menghubungkan cairan dalam drum ke saluran botol monitor, sambungan selang harus rapat dan kedap.

Jika tidak ada drum dapat pula digantikan dengan jerigen plastik dengan kapasitas 20 – 30 liter.

Gambar 6. 7

Drum fermentasi



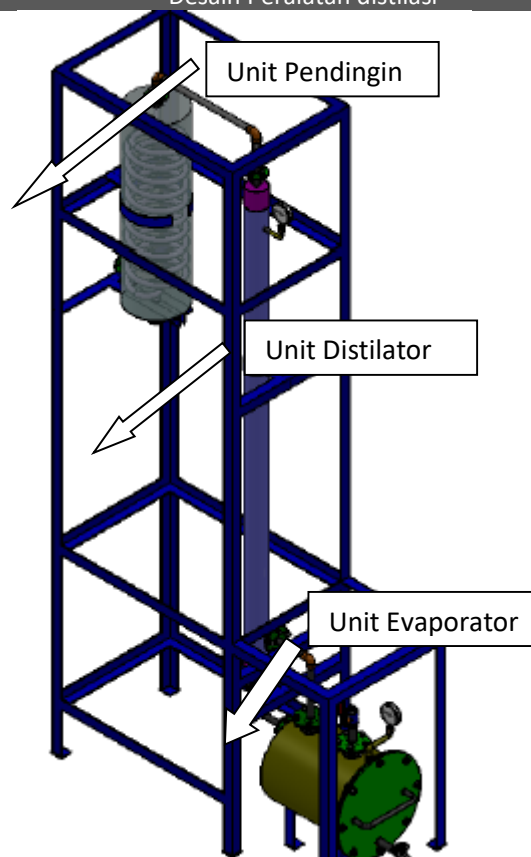
Peralatan Distilasi (Penyulingan)

Distilasi adalah suatu metode operasi yang digunakan pada proses pemisahan suatu komponen dari campurannya dengan menggunakan panas sebagai tenaga pemisah berdasarkan titik didih masing-masing komponen. Misalnya pemisahan air (100 °C) dan alkohol (78.4 °C), pemisahan propana (-42 °C) dan propylene (-47 °C).

Alat Destilasi terbagi menjadi 3 bagian yaitu:

- a. alat Evaporator;
- b. unit Distilator;
- c. alat Pendingin (Kondensor).

Gambar 6. 8 Desain Peralatan distilasi



Gambar 6. 9 Desain Peralatan distilasi

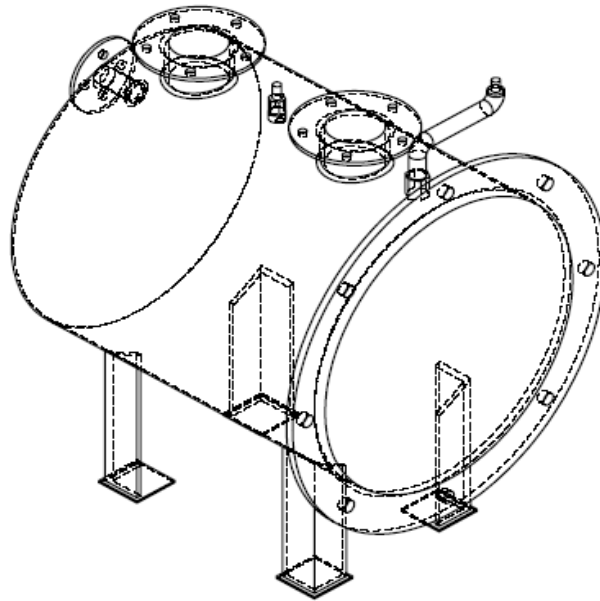


Gambar 6. 10 Panel distilator *temperature control*



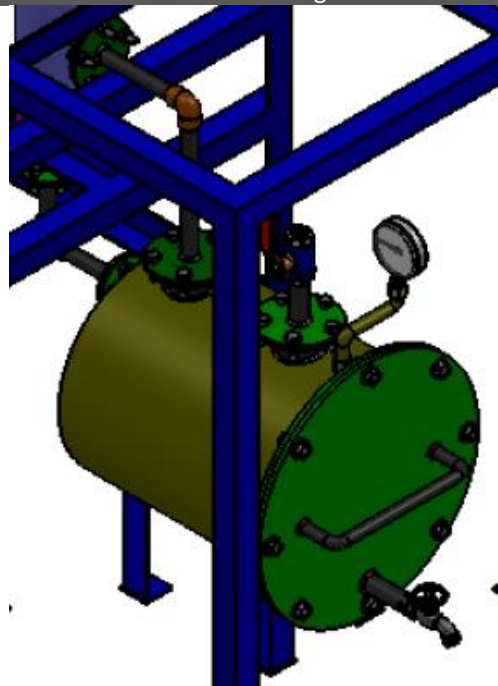
Gambar 6. 11

Desai tabung reaktor



Gambar 6. 12

Desain Tabung Reaktor



Gambar 6. 13

Rakitan Tabung Reaktor



D. Aktifitas Pembelajaran

Lakukan pengamatan dan analisis proses produksi bioetanol, mengamati jenis peralatan bioetanol dikaitkan dengan tujuan proses dan fungsi peralatan yang digunakan.

No.	Tahapan proses produksi bioetanol	Deskripsi proses	Tujuan proses	Jenis Peralatan yang digunakan
1.	Proses Pelembutan bahan baku singkong			
2.	Proses Hydrolisis			
3.	Proses Sacharifikasi			
4.	Proses Fermentasi			
5.	Proses Evaporasi			
6.	Proses Distilasi			
7.	Proses Kondensasi			

Setelah didiskusikan dalam kelompok, hasil pengamatan tersebut dilaporkan/dipresentasikan.

E. Rangkuman

1. Alat Hydrolisis berupa drum besi dilengkapi dengan *temperature gauge* 3" dengan batas ukur 150°C, kompor, pompa/saluran untuk memindahkan cairan panas, dan alat pengaduk. Alat hydrolisis ini dapat di desain secara tersistem dan otomatis sesuai dengan proses dan fungsinya.
2. Distilasi adalah suatu metode operasi yang digunakan pada proses pemisahan suatu komponen dari campurannya dengan menggunakan panas sebagai tenaga pemisah berdasarkan titik didih masing-masing komponen. Misalnya pemisahan air (100 °C) dan alkohol (78.4 °C), pemisahan propana (-42 °C) dan propylene (-47 °C).
3. Tujuan fermentasi adalah proses peruraian gula menjadi alkohol dan karboksida yang disebabkan oleh aktifitas sel – sel yeast yang hidup dan berkembang biak dalam cairan fermentasi tanpa pemberian udara.

F. Tes Formatif

1. Sebutkan tiga bagian alat destilasi....
2. Jelaskan langkah-langkah proses hidrolisis secara semi otomatis....

G. Kunci Jawaban

1. Alat Destilasi terbagi menjadi 3 bagian yaitu:
 - a. alat Evaporator.
 - b. unit Distilator.
 - c. alat Pendingin (Kondensor).

2. Proses Hydrolisis secara semi otomatis:
 - a. Masukkan bubur singkong (80 % kapasitas drum) ke dalam *cooking drum*.
 - b. Kompor menyala dan alat pengaduk bekerja secara otomatis.
 - c. Setelah suhu mencapai 90°C maka *thermometer control* mengatur penyalaan api kompor agar mempertahankan suhu tersebut selama 30 menit.
 - d. Setelah suhu 90°C dipertahankan selama 30 menit *timer (time delay relay)* bekerja dan alarm berbunyi tanda proses hydrolisis selesai ataumembuka *automatic valve* saluran *outlet* untuk proses pengaliran bahan ke drum scharifikasi.

BAB III

PENUTUP

Pembangunan di Indonesia yang sangat pesat menyebabkan permintaan kebutuhan energi meningkat tajam. Permintaan ini meliputi energi listrik dan energi termal. Untuk daerah di pulau Jawa dan Bali penyediaan energi ini sudah cukup baik, akan tetapi di luar wilayah ini masih kurang. Hal ini terjadi karena belum meratanya sarana dan prasarana yang ada serta masih terbatasnya produksi energi di Indonesia, meskipun sebagian sumber energi termal berasal dari luar wilayah Jawa dan Bali. Oleh karena itu kegiatan produksi energi harus terus dilakukan.

Dengan dukungan pemerintah yang sangat besar dalam pengembangan teknologi energi terbarukan maka perlu disiapkan sumber daya manusia yang akan menangani pembangunan instalasi pembangkit energi listrik.

Buku teknik batu beton dan pemipaan dasar diharapkan mampu memberi kontribusi dalam penyiapan-penyiapan SDM dalam bidang teknik bangunan. Buku ini merupakan salah satu bagian dari buku-buku lain dalam mata pelajaran teknik energi terbarukan.

Teknik batu beton dan pemipaan dasar membahas secara umum mengenai: dasar-dasar gambar teknik, bahan bangunan, penggunaan peralatan tangan dan mekanik/listrik, pekerjaan beton, pekerjaan pemasangan batu, dan pemipaan. Untuk hal yang spesifik akan dibahas dalam mata pelajaran yang khusus sesuai yang sudah direncanakan.

Dengan memahami dan menguasai materi dalam buku ini, berarti telah siap untuk melakukan pelaksanaan pekerjaan terutama pekerjaan sipil dalam pembangunan instalasi pembangkit energi.

Uji Kompetensi

Soal Pilihan Ganda

Pilihlah jawaban yang paling tepat

1. Berikut ini merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi mutu pasangan yang baik, kecuali....
 - a. Pengetahuan dan ketrampilan pemasang (manusia).
 - b. Alat-alat yang disewa.
 - c. Mutu bahan dan komposisi adukan yang digunakan.
 - d. Pemeliharaan.

2. Yang bukan merupakan alat pekerjaan pasangan pekerjaan batu adalah....
 - a. *Sendok spesi (cetok)*
 - b. *Jointer*
 - c. Ketam.
 - d. Kotak-adukan

3. Alat-alat dibawah ini merupakan alat potong baja beton, kecuali....
 - a. Gergaji baja
 - b. Gunting stainless
 - c. Gunting potong
 - d. Gunting ayun

4. Peralatan Mekanik/Listrik dalam pekerjaan konstruksi batu dan beton di bawah ini betul, kecuali....
 - a. Mesin bor tangan listrik
 - b. Pembor lubang tembus
 - c. Bor tembok beton
 - d. Mesin bubut

5. Pekerjaan persiapan pemasangan dapat dilakukan dengan urutan seperti berikut :
 - a. Membersihkan permukaan atas pondasi atau balik sloof.
 - b. Memasang profil pada kedua ujung pasangan (jika pemasangan menggunakan profil).
 - c. Membuat ukuran tebal tipis lapisan pasangan yakni tebal batu bata rata-rata + tebal siar.
 - d. Semua langkah benar.

6. Prinsip operasi metode ekstraksi apakah yang mempunyai langkah sebagai berikut: bahan rnenapat tekanan dari ulir yang berputar dan dengan sendirinya terdorong keluar, minyak keluar melalui celah diantara ulir dan penutup yang dapat berupa pipa atau lempengan besi berongga yang mempunyai celah dengan ukuran tertentu sedangkan ampasnya keluar dari tempat yang lain.

a. <i>Hidrolic press</i>	b. <i>Screw press</i>
c. Pelarutan	d. <i>Deguming</i>

7. Berikut ini merupakan kelebihan metode pengepresan berulir, kecuali:
 - a. Kapasitas produksi menjadi lebih besar karena proses pengepresan dapat dilakukan secara kontinyu.
 - b. Menghemat waktu proses produksi karena tidak diperlukan perlakuan pendahuluan, yaitu pengecilan ukuran dan pemasakan/pemanasan.
 - c. Rendemen yang dihasilkan lebih tinggi.
 - d. Ampas yang dihasilkan lebih banyak.

8. Komponen reaktor biodiesel apakah yang berfungsi untuk mengembungkan uap hasil proses sehingga dapat menurunkan tekanan atmosfer reaktor dibawah tekanan normal (76 cmHg).

a. Kondensor	b. <i>Heater</i>
c. Termokopel	d. Agitator

9. Komponen reaktor biodiesel apakah yang berfungsi untuk mengeluarkan gas-gas yang tidak dapat menyublim, misalnya adalah gas amoniak. Selain itu juga membantu mengeluarkan uap air dan sisa methanol yang tidak bereaksi pada proses pengeringan.
- a. Kondensor
 - b. *Heater*
 - c. Pompa vakum
 - d. Agitator
10. Yang bukan merupakan bagian dari sistem agitasi dalam reaktor adalah?
- a. Kondensor
 - b. *impeller blade*
 - c. *mechanical seal*
 - d. *baffle*

Soal Praktek

1. Gambarlah pasangan bata pola setengah bata.
2. Gambarlah pasangan bata pola tiga perempat bata.
3. Gambarlah pasangan bata pola satu bata.
4. Rangkailah peralatan bioetanol setelah semua komponen dilepas.
5. Rangkailah peralatan biodiesel untuk *assembly* instalasi biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA

Alizar, A., "*Teknologi Bahan Konstruksi*".

Andreas, L.O., "*Modul Peralatan dan Perlengkapan Menggambar Teknik*".

A. Dodong Budianto, 1995, "*Mesin Tangan Industri Kayu*", Kanisius, Semarang

Australian Government Publishing Service, 1975, "*Bricklaying Fundamental*", Canberra.

Australian Government Publishing Service, 1975, "*Bricklaying Operations*", Canberra.

Bailey, H., and Hancock, D.W., 1979, "*Brickwork and Assosiated Studies, Volume 1, 2, and 3*",
The Macmillan Press Ltd, London.

Buku Petunjuk Manual Penggunaan Alat *Circle*, Robert Bosch GmbH.

Commonwealth of Australia, Departement of Labour and National Service, 1980, "*Plastering*"
, Melbourne.

Dennis Caprio, 1980, "*Appliance Repair*", Reston Pubs Coy Inc. A.Prentice Hall Coy, Roston
Virginia.

Departemen Pendidikan Nasional, "*Kurikulum Edisi 2004*", Direktorat Pendidikan Menengah
Kejuruan, Jakarta

Farna, T.D.P., "*Klasifikasi Bahan Bangunan*".

Manurung, H., 2011, "*Teknik Pemasangan Bata dan Plesteran*", PPPPTK BMTI, Bandung.

- Muh Sukoadji B.Sc, P.A. Suparmono B.Sc,1979, "*Peralatan Teknik 1*", Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Jakarta
- Nandi Kusmandi,Drs., Djamhari S. Pd, Drs.Firdaus Nasir,1999, "*Konstruksi Batu 1*",Angkasa, Bandung.
- Nandi Kusmandi,Drs., Djamhari S.Pd, Drs.Firdaus Nasir,1999, "*Konstruksi Batu 2*",Angkasa, Bandung.
- PPPG Teknologi Bandung, 1982, "*Petunjuk Pelaksanaan Plesteran*", Bandung.
- Robert Scharff, "*Mayor Appliance Servicing*", Laundry, Washing, Pumping and Waste Disposal Equipment, Mc Graw Hill Book Coy, New York, St Louis, San Fransisco, 1976.
- R.J. Puffet, L.J. Hossack, 1986, "*Plumbing Services*", Basic Skill- Water Supply Volume 1, Mc Graw Hill Book Coy, Sidney.
- Soufyan Moh.Noerbambang, Tokeu Morimura, 1984, "*Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*", Bandung.
- Sunu Tri Susatyo,1995, "*Kamus Teknik*", Citra Pindo, Bandung.
- Sunaryo, Drs, 1986, "*Plambing 1*", IKIP Semarang Press.
- Tjaman Sukirna, Abner S, Harsoadi, Hada R, Tata. S, Enus S, T. Taslimuharom, 1996, "*Sistem Plambing Pipa Tembaga*", PPPG Teknologi Bandung.
- Taylor, J.B., 1980, "*Plastering, 2nd*", George Godwin Ltd, London.

Timbul Purwoko, Bedjo, 1980, "*Petunjuk Praktek Batu Beton 1*" , Direktorat Menengah Kejuruan, Jakarta.

www.ilmutekniksipil.com, "*Metode Pelaksanaan Pondasi Batu Kali*".

GLOSARIUM

Angin: udara yang bergerak di atas permukaan bumi, yang bertiup dari daerah yang bertekanan tinggi menuju daerah yang bertekanan rendah.

Angina: pneumatik

Asidifikasi: pembentukan asam dari senyawa sederhana.

BBM: Bahan Bakar Minyak

Biofuel: bahan bakar nabati

Biomass: *bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis, baik berupa produk maupun buangan.*

Energi: kemampuan untuk melakukan kerja yang dapat berupa panas cahaya, mekanika, kimia, dan elektromagnetika.

Fibre : serat

Higroskopik: yaitu sifat dapat menyerap atau melepaskan air atau kelembaban

Kalkir: kertas gambar

Korosi : karat

Kuat belah: kemampuan kayu dalam menahan beban yang berusaha membelah kayu

Kuat geser: kemampuan kayu dalam menahan beban geser.

Kuat Lentur: kemampuan kayu dalam menahan beban lentur.

Kuat tarik: kekuatan kayu untuk menahan gaya-gaya yang berusaha menarik kayu itu.

Kuat tekan: kemampuan kayu dalam menahan beban tekan. Kuat tekan sejajar serat biasanya lebih besar dari kuat tekan tegak lurus serat.

Lapisan *vineer* : lembaran-lembaran kayu

Metal fibre : kawat potongan

Papan Partikel : papan yang terbuat dari partikel kayu dan perekat yang biasanya berupa perekat urea formaldehida atau phenol formaldehida, kemudian dipres panas.

PLTMH: Pembangkit Listrik Tenaga Air dengan kapasitas daya yang dibangkitkan kurang dari 100 kW.

Radius: jarak dari titik pusat

Rapido: pena gambar

Sumber energi: sesuatu yang dapat menghasilkan energi, baik secara langsung maupun melalui proses konversi atau transformasi.

Sumber daya energi: sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan, baik sebagai sumber energi maupun sebagai energi.

Tower yaitu menara yang terbuat dari baja tabung, beton atau kisi baja.

Turbin air: mesin fluida yang mengubah energi mekanis fluida menjadi kerja poros.

Turbin aksi: turbin yang bekerja pada tekanan atmosfer.

Turbin reaksi: turbin yang bekerja pada tekanan tertutup.

Shale : tanah liat

Silt : debu

Vibrasi: getaran

Workability : kemampuan kerja

Yumen : papan buatan yang terbuat dari serutan/limbah kayu dicampur dengan semen kemudian dicetak dan dipres dingin.

