KATA PENGANTAR

Modul DED Mechanical Electrical SPAM bertujuan memberikan pemahaman lebih mendalam tentang tata cara penyusunan DED bidang mekanikal elektrikal pada SPAM (Sistem Penyediaan Air Minum) kepada peserta.

Buku ini disusun dalam 11 (sebelas) bab yang terdiri dari Pendahuluan, Pengantar DED Mechanical SPAM, Konsep Design (Perencanaan), Perencanaan (Perhitungan Dimensi dan Struktur), Gambar DED, Perhitungan Volume (BOQ), Spesifikasi Teknis, Harga Satuan, Analisa Harga Satuan, Rencana Anggaran Biaya/Engineers Estimate (EE), Tahapan dan Jadwal Pelaksanaan, Dokumen Pelaksanaan Kegiatan (Dokumen Lelang, Jadwal Pelelangan, Pemaketan) dan Penutup. Modul ini disusun secara sistematis agar peserta pelatihan dapat mempelajari materi dengan lebih mudah. Metode yang digunakan dalam penyelenggaraan pembelajaran diharapkan dapat mendorong peran aktif peserta pelatihan.

Ucapan terima kasih dan penghargaan kami sampaikan kepada tim penyusun dan tim penyempurna atas tenaga dan pikiran yang dicurahkan untuk mewujudkan modul ini. Penyempurnaan maupun perubahan modul di masa mendatang senantiasa terbuka dan dimungkinkan mengingat akan perkembangan situasi, kebijakan dan peraturan yang terus menerus terjadi. Semoga modul ini dapat membantu dan bermanfaat bagi peningkatan kompetensi ASN dalam bidang SPAM.

Bandung, Desember 2018

Kepala Pusat Pendidikan dan Pelatihan
Jalan, Perumahan, Permukiman, dan
Pengembangan Infrastruktur Wilayah

UCAPAN TERIMA KASIH

TIM TEKNIS

Ir. Thomas Setiabudi Aden, M.Sc.Eng (Kepala Pusdiklat JP3IW)
Hasto Agoeng Sapoetro, S.ST.MT (Kepala Bidang TM Perkim)
Deva Kurniawan Rahmadi, ST., M.Sc (Kasubbid TM Perkim)
Nur Fajri Arifiani, ST., MT., M.Eng (Kasubbid TM Perkim)

TIM PENYUSUN

Ir. N. Sardjiono, MM (Praktisi)

NARASUMBER

Dr, Ir. Alex. A. Chalik., MM., MT (Widyaiswara)
Riche Noviasari, ST., M.Eng.Sc (Direktorat Pengembangan SPAM)
Ir. Danny Sutjiono (Praktisi)
Ir. Hilwan, M.Sc (Praktisi)

Diterbitkan Oleh:
Pusdiklat Jalan, Perumahan, Permukiman, dan
Pengembangan Infrastruktur Wilayah
Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Bandung, Desember 2018

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i
DAFTAR ISI iv
DAFTAR TABEL viii
DAFTAR GAMBAR ix
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL xiii
A. Deskripsi xiii
B. Persyaratan xiii
C. Metode xiii
D. Alat Bantu/Media xiv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 2
B. Deskripsi Singkat 2
C. Kompetensi Dasar 2
D. Indikator Hasil Belajar 2
E. Materi Pokok dan Sub Materi Pokok 3
F. Estimasi Waktu 4
BAB 2 PENGANTAR DED MECHANICAL ELECTRICAL SPAM 5
A. Indikator Keberhasilan 6
B. Acuan Pelaksanaan Pembangunan SPAM 6
C. Acuan Teknis Pekerjaan Mekanikal 6
D. Acuan Teknis Pekerjaan Elektrikal 7
E. Keluaran Perencanaan Teknis 7
F. Peralatan Mekanikal Elektrikal pada SPAM 9
G. Latihan 16
H. Rangkuman 16
BAB 3 KONSEP DESIGN (PERENCANAAN) 19

A. Indikator Keberhasilan 20
B. Pengertian Konsep Design / Perencanaan 20
C. Prinsip Perencanaan Peralatan Mekanikal Eektrikal SPAM 22
D. Konsep Design Pompa 23
E. Konsep Design Kompresor 24
F. Konsep Design Blower 25
G. Konsep Design Pembubuhan Bahan Kimia 26
H. Konsep Design Anti Water Hammer 28
I. Konsep Design Hoist Chain/Crane 29
J. Konsep Design SCADA 30
K. Konsep Design Panel Kontrol Motor 32
L. Konsep Design Sumber Daya Listrik 33
M. Latihan 35
N. Rangkuman 35
BAB 4 PERENCANAAN (PERHITUNGAN DIMENSI DAN STRUKTUR) 39
A. Indikator Keberhasilan 40
B. Perencanaan Mekanikal 40
C. Pompa 42
D. Latihan 94
E. Rangkuman 95
BAB 5 GAMBAR DED 97
A. Indikator Keberhasilan 98
B. Genset 98
C. Pompa 99
D. Pengaduk Bahan Kimia 99
E. Pompa Dosing 100
F. AC dan Fan 101

G. Gambar Listrik 101
F. Latihan 103
G. Rangkuman 103
BAB 6 PERHITUNGAN VOLUME (BOQ) 105
A. Indikator Keberhasilan 106
B. GENSET 106
C. Pompa 106
D. Pengaduk Bahan Kimia 107
E. Pompa Dosing 107
F. AC dan Fan 107
G. Panel Listrik 107
H. SCADA 108
I. Latihan 108
J. Rangkuman 108
BAB 7 SPESIFIKASI TEKNIS 109
A. Indikator Keberhasilan 110
B. Peralatan Mekanikal 110
C. Peralatan Elektrikal 110
D. Material Mekanikal Elektrikal dan Material Pendukung 111
E. Spesifikasi Teknis Pekerjaan Mekanikal Elektrikal 111
F. Spesifikasi Peralatan Mekanikal Intalasi Pengolahan Air (IPA) 129
G. Pekerjaan Pneumatik 140
H. Pekerjaan Electro Chlorine System (ECS) 142
I. Spesifikasi Peralatan Elektrikal Instalasi Pengolahan Air (IPA) 146
J. Pengaman Petir 154
K. Unit Distribusi 159
L. Daya Listrik (Sumber Tenaga Listrik PLN) 163

M. Sumber Tenaga Listrik Alternatif 166
N. Latihan 173
O. Rangkuman 173
BAB 8 HARGA SATUAN, ANALISA HARGA SATUAN, RENCANA ANGGARAN BIAYA / ENGINEERS ESTIMATE (EE) 175
A. Indikator Keberhasilan 176
B. Perhitungan Harga 176
C. Latihan 177
D. Rangkuman 177
BAB 9 TAHAPAN DAN JADWAL PELAKSANAAN 179
A. Indikator Keberhasilan 180
B. Tahapan Pelaksanaan 180
C. Jadwal Pelaksanaan 180
D. Latihan 180
E. Rangkuman 181
BAB 10 DOKUMEN PELAKSANAAN KEGIATAN (DOKUMEN LELANG, JADWAL PELELANGAN, PEMAKETAN) 183
A. Indikator Keberhasilan 184
B. Pendahuluan 184
C. Latihan 185
D. Rangkuman 185
BAB 11 PENUTUP 186
A. Simpulan 188
B. Tindak Lanjut 189
DAFTAR PUSTAKA 191
GLOSARIUM 192
BAHAN TAYANG 195

DAFTAR TABEL

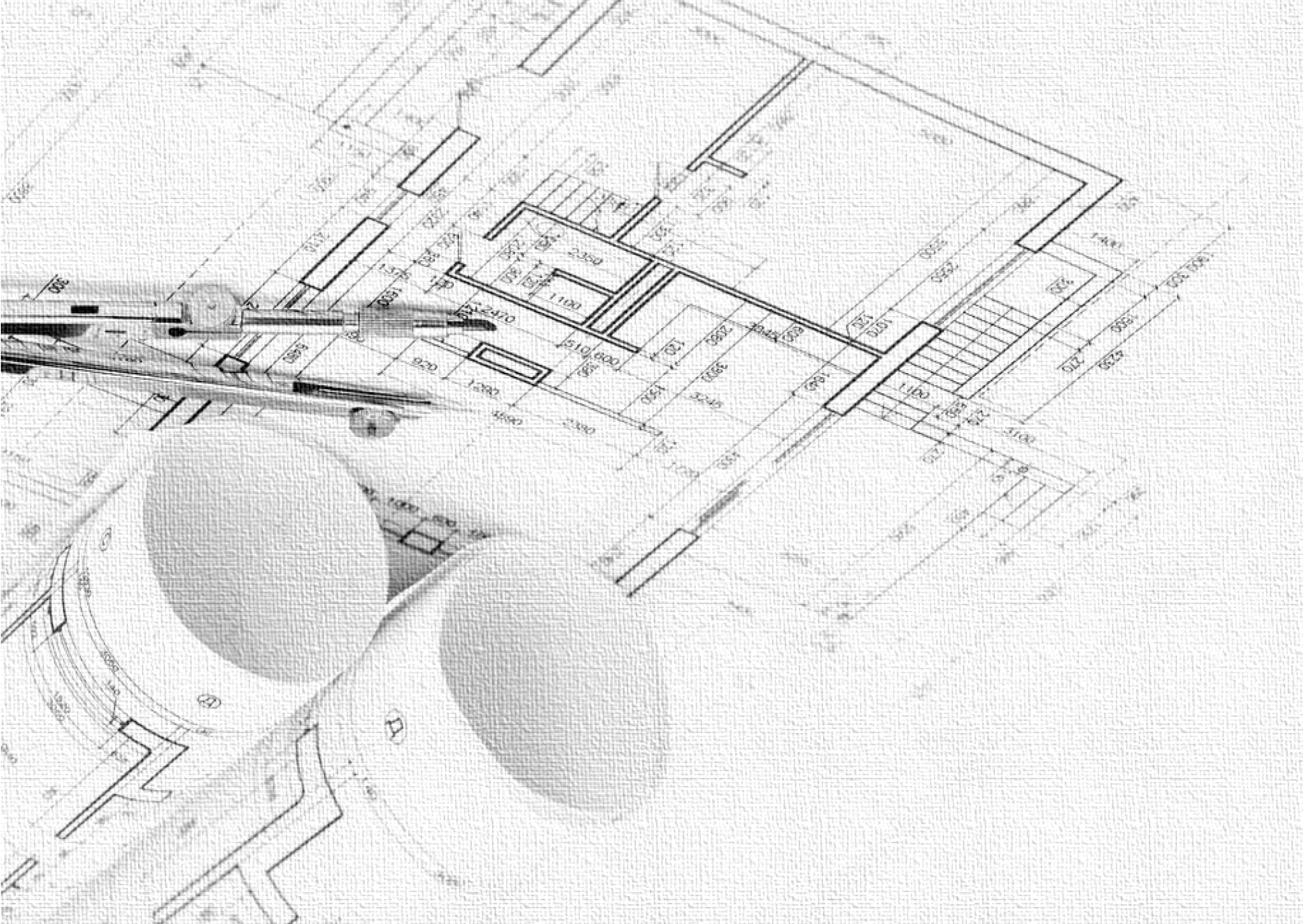
Tabel 1. Koefisien Hazen William 49
Tabel 2. Pemilihan Pompa Berdasarkan Impeler dan Kualitas Air 55
Tabel 3. Pemilihan Pompa Berdasarkan Kapasitas/Debit Pompa 55
Tabel 4. Pemilihan Pompa Berdasarkan Head/Tekanan Pompa 56
Tabel 5. Pemilihan Pompa Berdasarkan Muka Air 56
Tabel 6. Pemilihan Pompa Berdasarkan Sistem Penyadapan 57
Tabel 7. Pemilihan Pompa Berdasarkan Kondisi Ruangan 57
Tabel 8. Pemilihan Pompa Berdasarkan Debit 58
Tabel 9. Kemampuan Hantar Arus 82
Tabel 10. Generating Set Intake 113
Tabel 11. Pompa Intake 116
Tabel 12. Ketentuan Panel Pembagi Listrik 122
Tabel 13. Spesifikasi Grounding 132
Tabel 14. Unit Pneumatic 141
Tabel 15. Air Termination 155
Tabel 16. Pompa Distribusi 159
Tabel 17. Pompa Booster 161
Tabel 18. Pneumatic Actuator 162
Tabel 19. Electric Actuator 163
Tabel 20. Daya Listrik PLN 164

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tahapan Pengembangan SPAM 8
Gambar 2. Muatan Substansi DED 9
Gambar 3. Bangunan SPAM 10
Gambar 4. SCADA 16
Gambar 5. Peralatan Mekanikal Elektrikal SPAM 23
Gambar 6. Konsep Design Pompa 24
Gambar 7. Konsep Design Kompresor 25
Gambar 8. Konsep Design Blower 26
Gambar 9. Konsep Design Pembubuhan Bahan Kimia 28
Gambar 10. Konsep Design Anti Water Hammer 29
Gambar 11. Konsep Design Hoist Chain/Crane 30
Gambar 12. Konsep Design SCADA 32
Gambar 13. Konsep Design Panel Kontrol Motor 33
Gambar 14. Konsep Design Sumber Daya Listrik 34
Gambar 15. Peletakan Pompa dalam SPAM 43
Gambar 16. Prinsip Daya Pompa dan Motor Penggerak 44
Gambar 17. Jenis Pompa 45
Gambar 18. Pompa Centrifugal Horizontal, End Suction, Single Stage 46
Gambar 19. Pompa Centrifugal Horizontal, Split Case 46
Gambar 20. Pompa Centrifugal, Vertical, Single Stage 47
Gambar 21. Pompa Centrifugal, Vertical, Single Stage, Variable Speed 47
Gambar 22. Pompa Submersible 47
Gambar 23. Pompa Submersible Untuk Sumur Bor 48
Gambar 24. Kurva Sistem Pipa 49
Gambar 25. Daya Pompa 54
Gambar 26. Skema Pemasangan Pompa (1) 58
Gambar 27. Skema Pemasangan Pompa (2) 59
Gambar 28. Pemasangan Pompa Centrifugal, End Suction, Negative Suction ... 59
Gambar 29. Pemasangan Pompa Centrifugal, Split Case, Positive Suction 60
Gambar 30. Pompa Submersible 60
Gambar 31. Pompa Submersible Untuk Sumur Bor 61
Gambar 32. Instalasi Pompa 61
Gambar 33. Perencanaan Pompa 62
Gambar 34. Pemasangan Pompa Centrifugal 64

Gambar 35. Pemasangan Pompa Submersible 65
Gambar 36. Pondasi Mesin 66
Gambar 37. Perencanaan Pengaduk Bahan Kimia 66
Gambar 38. Pengaduk Bahan Kimia 67
Gambar 39. Perencanaan Pompa Dosing Bahan Kimia 68
Gambar 40. Pompa Dosing Bahan Kimia 69
Gambar 41. Perencanaan Kompresor, Blower 70
Gambar 42. Pemasangan Panel Listrik 71
Gambar 43. Direct On Line (DOL) 71
Gambar 44. Star Delta 72
Gambar 45. Auto Trafo 72
Gambar 46. Soft Starter 73
Gambar 47. Inverter (Variable Speed Driver) 73
Gambar 48. Kabel NYA 74
Gambar 49. Kabel NYM 75
Gambar 50. Kabel NYY 76
Gambar 51. Kabel NYFGbY 76
Gambar 52. Kabel Grounding 77
Gambar 53. Pemasangan kabel dengan Konduit 77
Gambar 54. Cable Ladder 78
Gambar 55. Cable Tray 78
Gambar 56. Cable Duct 79
Gambar 57. Cable Trench 79
Gambar 58. Kabel Dalam Tanah 80
Gambar 59. Sambungan Kabel 80
Gambar 60. Perencanaan Genset 83
Gambar 61. Instalasi Genset 84
Gambar 62. Genset Type Open 84
Gambar 63. Genset Type Silent 84
Gambar 64. Genset Type Mobile 85
Gambar 65. Trafo PLN 85
Gambar 66. Panel Cubical PLN 85
Gambar 67. Pemasangan Genset 87
Gambar 68. Gambar Kelistrikan 90
Gambar 69. Single Line Diagram Main Distribution Panel – IPA Paket Baja 91
Gambar 70. Single Line Diagram 92

Gambar 71. Pemasangan Genset 98
Gambar 72. Pemasangan Pompa Centrifugal 99
Gambar 73. Pemasangan Pengaduk Bahan Kimia 100
Gambar 74. Pemasangan Pompa Dosing Bahan Kimia 101
Gambar 75. Elektroda Grounding 127
Gambar 76. Contoh Material Grounding 132
Gambar 77. Metode Proteksi Jala 157
Gambar 78. Pemasangan Pengaman Petir 158
Gambar 79. Uji Tahanan Grounding Menggunakan Earth Tester 158
Gambar 80. Solar Cell 168
Gambar 81. Panel Surya 169
Gambar 82. Skema Perhitungan Harga 176



PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

A. Deskripsi

Modul DED Mechanical Electrical SPAM terdiri dari sembilan kegiatan belajar mengajar. Kegiatan belajar pertama membahas Pengantar DED Mechanical Electrical SPAM. Kegiatan belajar kedua membahas Konsep Design (Perencanaan). Kegiatan belajar ketiga membahas Perencanaan (Perhitungan Dimensi dan Struktur). Kegiatan belajar keempat membahas Gambar DED. Kegiatan belajar kelima membahas Perhitungan Volume (BOQ). Kegiatan belajar keenam membahas Spesifikasi Teknis. Kegiatan belajar ketujuh membahas Harga Satuan, Analisa Harga Satuan, Rencana Anggaran Biaya/Engineers Estimate (EE). Kegiatan belajar kedelapan membahas Tahapan dan Jadwal Pelaksanaan. Kegiatan belajar kesembilan membahas Dokumen Pelaksanaan Kegiatan (Dokumen Lelang, Jadwal Pelelangan, Pemaketan)

Peserta pelatihan mempelajari keseluruhan modul ini dengan cara yang berurutan. Pemahaman setiap materi pada modul ini sangat diperlukan karena materi ini menjadi dasar pemahaman sebelum mengikuti pembelajaran modul-modul berikutnya. Hal ini diperlukan karena masing-masing modul saling berkaitan. Setiap kegiatan belajar dilengkapi dengan latihan atau evaluasi. Latihan atau evaluasi ini menjadi alat ukur tingkat penguasaan peserta pelatihan setelah mempelajari materi dalam modul ini.

B. Persyaratan

Dalam mempelajari modul ini peserta pelatihan dilengkapi dengan peraturan perundangan dan pedoman yang terkait dengan materi DED Mechanical Electrical SPAM.

C. Metode

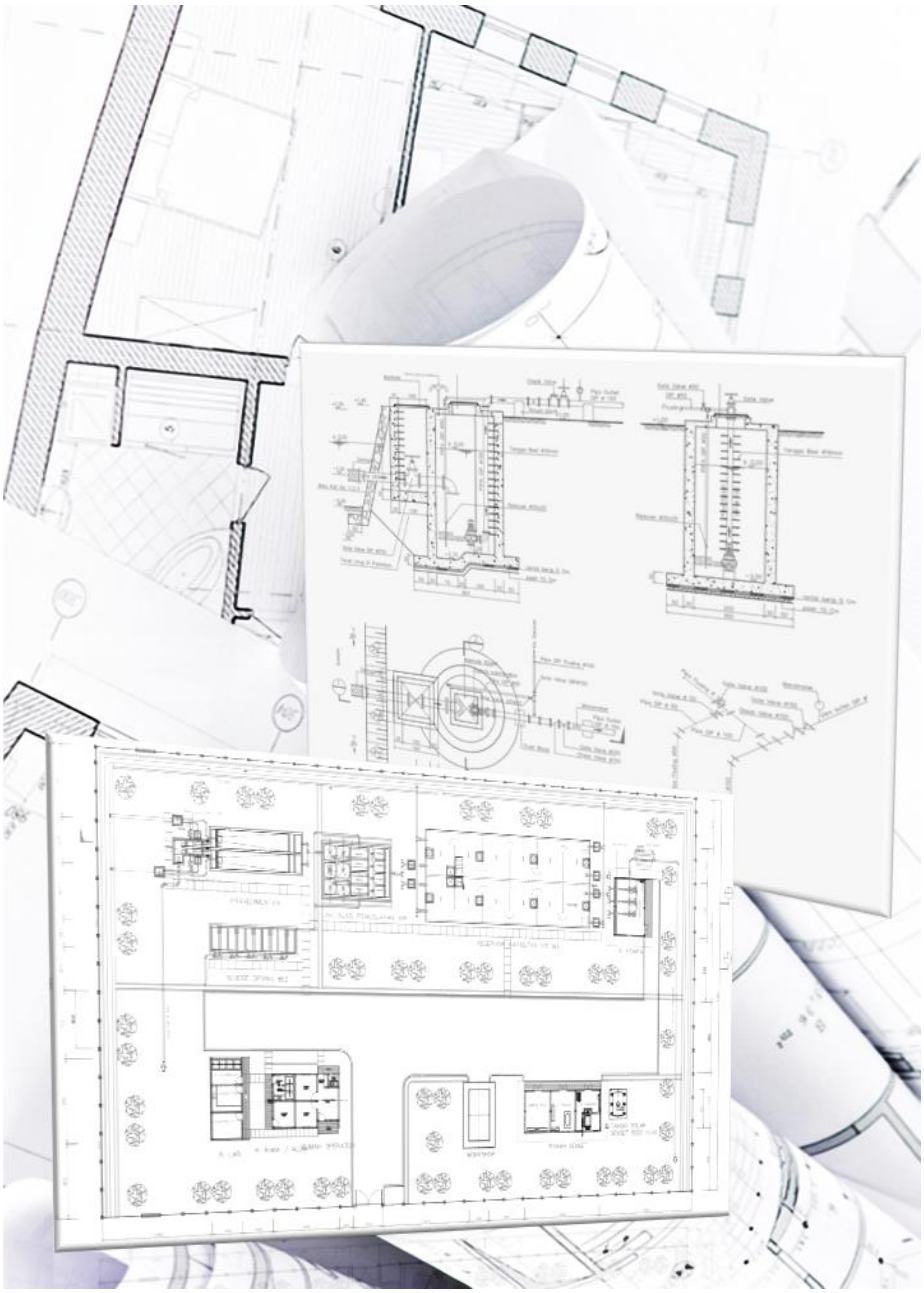
Dalam pelaksanaan pembelajaran ini, metode yang dipergunakan adalah dengan kegiatan pemaparan yang dilakukan oleh pengajar, adanya kesempatan tanya jawab, curah pendapat, diskusi dan studi kasus.

D. Alat Bantu/Media

Untuk menunjang tercapainya tujuan pembelajaran ini, diperlukan alat bantu/media pembelajaran tertentu, yaitu :

1. LCD/*projector*
2. Laptop
3. Papan tulis atau white board dengan penghapusnya
4. *Flip chart*
5. Bahan tayang
6. Modul dan/atau bahan ajar

BAB 1
PENDAHULUAN



Pendahuluan

A. Latar Belakang

Pelaksanaan pekerjaan pembangunan konstruksi SPAM mengacu kepada DED (detailed engineering design) atau perencanaan teknik terinci SPAM yang terdiri dari :

a. Perencanaan SPAM.
b. DED pekerjaan Unit Air Baku, Unit Produksi, Unit Distribusi, dan Unit Pelayanan.
c. Masing-masing Unit pekerjaan terdiri dari pekerjaan sipil, pekerjaan perpipaan dan pekerjaan mekanikal elektrikal.

B. Deskripsi Singkat

Setelah mengikuti mata pelatihan ini peserta pelatihan diharapkan mampu memahami tata cara penyusunan DED atau perencanaan teknik bangunan mekanikal elektrikal bidang SPAM.

C. Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran ini para peserta diharapkan akan mampu memahami dan menjelaskan DED Mechanical Electrical SPAM.

D. Indikator Hasil Belajar

Setelah mengikuti pembelajaran, peserta mampu:

a. Memahami dan Menjelaskan Konsep Design (Perencanaan)
b. Memahami dan Menjelaskan Perhitungan Dimensi dan Struktur
c. Memahami dan Menjelaskan Gambar DED
d. Memahami dan Menjelaskan Perhitungan Volume (BOQ)
e. Memahami dan Menjelaskan Spesifikasi Teknis
f. Memahami dan Menjelaskan Harga Satuan, Analisa Harga Satuan, Rencana Anggaran Biaya/Engineers Estimate (EE)
g. Memahami dan Menjelaskan Tahapan dan Jadwal Pelaksanaan

h. Memahami dan Menjelaskan Dokumen Pelaksanaan Kegiatan (Dokumen Lelang, Jadwal Pelelangan, Pemaketan) bidang mekanikal dan elektrikal SPAM.

E. Materi Pokok dan Sub Materi Pokok

Dalam modul DED Mechanical Electrical Sistem Penyediaan Air Minum ini terdapat 9 materi yang akan dibahas, yaitu:

1 Pengantar DED Mechanical Electrical SPAM, meliputi:
   a. Acuan Pelaksanaan Pembangunan SPAM
   b. Acuan Teknis Pekerjaan Mekanikal
   c. Acuan Teknis Pekerjaan Elektrikal
   d. Keluaran Perencanaan Teknis
   e. Peralatan Mekanikal Elektrikal pada SPAM

2 Konsep Design (Perencanaan), meliputi:
   a. Konsep Design Pompa
   b. Konsep Design Kompresor
   c. Konsep Design Blower
   d. Konsep Design Pembubuhan Bahan Kimia
   e. Konsep Design Anti Water Hammer
   f. Konsep Design Hoist Chain/Crane
   g. Konsep Design SCADA
   h. Konsep Design Panel Kontrol Motor
   i. Konsep Design Sumber Daya Listrik

3 Perhitungan Dimensi dan Struktur, meliputi:
   a. Perencanaan Mekanikal
   b. Perencanaan Elektrikal
   c. Pompa
   d. Pengaduk Bahan Kimia
   e. Pompa Dosing
   f. Blower, Kompresor
   g. Panel Kontrol
   h. Kabel Listrik
   i. Genset
   j. Gambar Kelistrikan

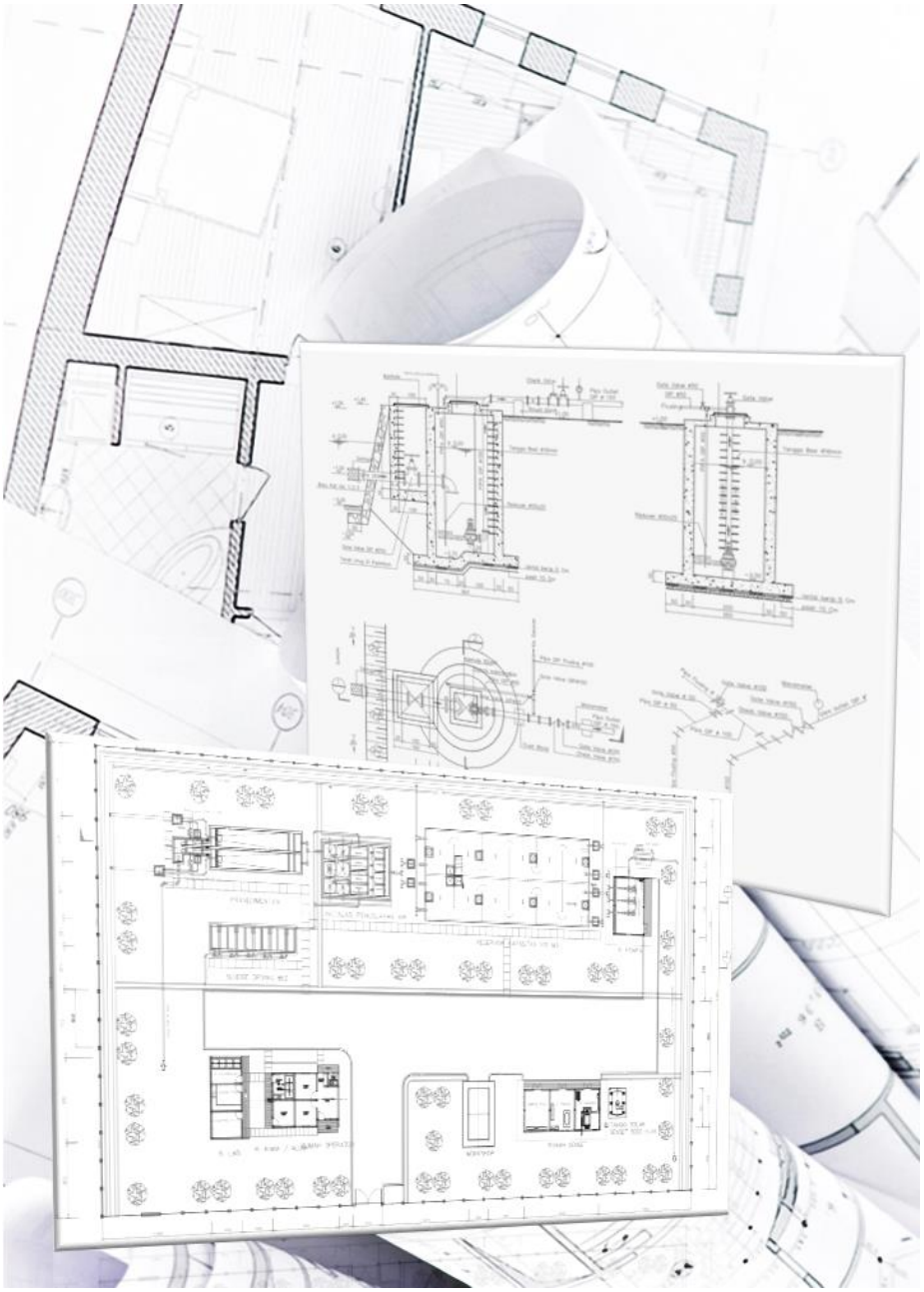
4 Gambar DED
   a. Gambar DED Pompa
   b. Gambar DED Pengaduk
   c. Gambar DED Pompa Dosing
   d. Gambar Listrik
5 Perhitungan Volume (BOQ)
   a. Perhitungan BOQ Pompa
   b. Perhitungan BOQ Pengaduk
   c. Perhitungan BOQ Pompa Dosing
   d. Perhitungan BOQ Gambar Listrik
6 Spesifikasi Teknis
   a. Spesifikasi Teknis Peralatan Mekanikal
   b. Spesifikasi Teknis Peralatan Elektrikal
   c. Material Mekanikal Elektrikal
   d. Material Pendukung
7 Harga Satuan, Analisa Harga Satuan, Rencana Anggaran Biaya (RAB)/Engineers Estimate (EE), meliputi:
   a. Harga Satuan
   b. Analisa Harga Satuan
   c. Rencana Anggaran Biaya (RAB) atau Engineers Estimate (EE)
8 Tahapan dan Jadwal Pelaksanaan, meliputi:
   a. Tahapan Pelaksanaan
   b. Jadwal Pelaksanaan
9 Dokumen Pelaksanaan Kegiatan (Dokumen Lelang, Jadwal Pelelangan, Pemaketan), meliputi:
   a. Dokumen Lelang
   b. Jadwal Pelelangan
   c. Pemaketan

F. Estimasi Waktu

Alokasi waktu yang diberikan untuk pelaksanaan kegiatan belajar mengajar untuk mata pelatihan "DED Mechanical Electrical SPAM" pada peserta pelatihan teknis ini adalah 5 (lima) jam pelajaran (JP) @45 menit (225 menit) termasuk Diskusi DED Mechanical SPAM.

BAB 2

PENGANTAR DED MECHANICAL ELECTRICAL SPAM



Pengantar DED Mechanical Electrical SPAM

A. Indikator Keberhasilan

Dengan mengikuti pembelajaran ini, peserta pelatihan diharapkan mampu memahami tata cara penyusunan DED atau perencanaan teknik mechanical electrical bidang SPAM.

B. Acuan Pelaksanaan Pembangunan SPAM

Acuan yang digunakan dalam Pelaksanaan Pembangunan SPAM adalah sebagai berikut:

- UU No 11 tahun 1974 tentang Pengairan;
- PP No. 122 tahun 2015 tentang SPAM;
- Permen PUPR No. 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan SPAM
    - *(Lampiran III Permen PUPR No. 27/PRT/M/2016 tentang Ketentuan Teknis SPAM Jaringan Perpipaan*
    - *Lampiran IV Permen PUPR No. 27/PRT/M/2016 tentang Ketentuan Teknis*
    - *SPAM Jaringan Bukan Perpipaan*
    - *Lampiran VII Permen PUPR No. 27/PRT/M/2016 tentang Dokumen Standar Manajemen Mutu);*
- Permen PUPR No. 28/PRT/M/2016 tentang Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum;
- Acuan teknis mekanikal elektrikal.

C. Acuan Teknis Pekerjaan Mekanikal

Acuan yang digunakan dalam Pekerjaan Mekanikal adalah SNI 6773 Tahun 2008 tentang Spesifikasi Unit Paket Instalasi Pengolahan Air.

Bilamana jenis barang atau peralatan tersebut belum diatur dalam Standar Nasional Indonesia, maka barang atau peralatan tersebut harus memiliki standar- standar sebagai berikut :

- ISO : International for Standardization Organization
- JIS : Japanesse Industrial Standard

- BS : British Standard
- DIN : Deutsche Industrie Norm
- AWWA : American Water Works Association
- ASTM : American Society for Testing and Materials
- ANSI : American National Standard Institute

D. Acuan Teknis Pekerjaan Elektrikal

- Semua bahan, peralatan, cara pelaksanaan dan pemasangan pekerjaan elektrikal harus sesuai dengan peraturan-peraturan sebagai berikut:
  - PUIL 2000
  - Peraturan terakhir dari "Peralatan listrik dan bangunan" yang diterbitkan IEE dan NEC
  - Persyaratan-persyaratan yang sesuai dengan British Standard Assosiasion (BS)
  - Persyaratan terakhir dari Japan Industrial Standard (JIS)
  - Persyaratan dari German Standard (VDE) dan DIN
  - Persyaratan dari PLN
- Seluruh instalasi sebelum dialiri daya listrik harus terlebih dahulu diadakan tes Megger yang terdiri dari :
  - Pengujian tahanan isolasi instansi listrik minimum 10 Mega Ohm menggunakan Megger 500 volt putaran tangan dengan kondisi semua titik lampu dan saklar harus dalam keadaan terbuka.
  - Pengujian tahanan tanah, maksimum 5 Ohm dan dilaksanakan setelah penanaman pentanahan (*grounding*) dengan alat uji tahanan tanah elektronik.

E. Keluaran Perencanaan Teknis

Perencanaan teknis terinci pengembangan SPAM yang selanjutnya disebut sebagai perencanaan teknis adalah suatu rencana rinci pembangunan SPAM di suatu kota atau kawasan meliputi unit air baku, unit produksi, unit distribusi, dan unit pelayanan.

Perencanaan teknis disusun berdasarkan Rencana Induk Pengembangan SPAM yang telah ditetapkan, hasil studi kelayakan, jadwal pelaksanaan konstruksi, dan

kepastian sumber pembiayaan serta hasil konsultasi teknis dengan dinas teknis terkait.

Tahapan perencanaan SPAM terdiri dari : penyusunan Rencana Induk (RI), Studi Kelayakan dan perencanaan teknis (DED). Tahapan pengembangan SPAM dapat digambarkan sebagai berikut :



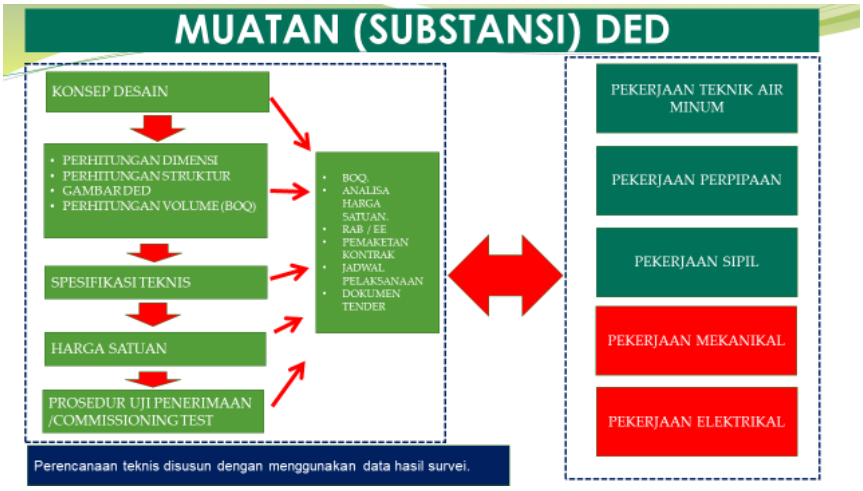
Gambar 1. Tahapan Pengembangan SPAM

Output atau keluaran dari perencanaan teknis adalah dokumen-dokumen yang terdiri dari :

a. Dokumen laporan perencanaan teknis antara lain memuat perhitungan teknis, perhitungan struktur bangunan dan pondasi, perhitungan dan gambar garis hidrolis SPAM
b. Proses diagram alir atau diagram massa, diagram perpipaan dan instrumentasi
c. Analisis jaringan untuk sistem distribusi
d. Dokumen gambar teknis rinci yang antara lain memuat gambar teknis rinci bangunan SPAM, gambar teknis rinci sistem pondasi, gambar teknis rinci sistem elektrikal dan mekanikal
e. Dokumen pengadaan barang dan jasa memuat instruksi kepada peserta pelelangan, persyaratan umum dan khusus kontrak, spesifikasi teknis

dan syarat-syarat, daftar dan jadwal rencana pelaksanaan pembangunan SPAM, dan RAB (*Bill of Quantity*)

Muatan substansi perencanaan teknis dapat digambarkan sebagai berikut :



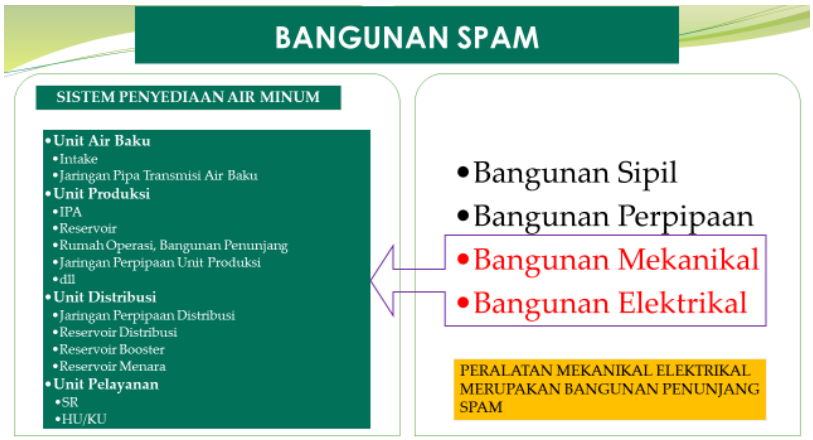
Gambar 2. Muatan Substansi DED

F. Peralatan Mekanikal Elektrikal pada SPAM

Bangunan SPAM secara umum dibagi menjadi 4 unit, yaitu :

a. Unit air baku
b. Unit produksi
c. Unit distribusi, dan
d. Unit pelayanan

Yang dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3. Bangunan SPAM

Peralatan mekanikal yang biasa digunakan dalam SPAM adalah sebagai berikut :

a. Unit Air Baku
   - Genset
   - Pompa Intake, Perpipaan dan accesories pompa
   - Hoist chain (crane)
   - Surge tank (anti water hammer)
   - Kompresor, Perpipaan dan accesories kompresor
   - Alat ukur/Instrumentasi (kapasitas, tekanan, kualitas air baku)
   - Tangki solar bulanan dan perpipaannya

b. Unit Produksi
   - Genset
   - Pengaduk bahan kimia
   - Pompa dosing bahan kimia, Perpipaan dan accesories pompa dosing
   - SCM koagulan, dan perpipaannya (scada)
   - Pompa back wash, Perpipaan dan accesories pompa back wash
   - Kompresor, Perpipaan dan accessories kompresor
   - Blower, Perpipaan dan accessories blower
   - Hoist chain

- Accesories pipa IPA berkaitan dengan scada
- Tangki solar bulanan dan perpipaannya
- Alat ukur/instrumentasi (kapasitas, tekanan, kualitas air)

c. Unit Distribusi
   - Pompa transfer, perpipaan dan accesories
   - Hoist chain
   - Kompresor, perpipaan dan accesories
   - Surge tank pompa transfer
   - Genset
   - Pompa distribusi,
   - perpipaan dan accesories
   - Kompresor, perpipaan dan accesories
   - Surge tank pompa distribusi

Peralatan elektrikal yang biasa digunakan dalam SPAM adalah sebagai berikut :

a. Unit air baku
   - Sambungan listrik PLN
   - Panel PLN
   - Panel genset
   - LVMDP (low Voltage Main Distribution Panel)
   - Panel pompa intake
   - Panel pompa kuras
   - Panel kompresor
   - Panel Hoist crane
   - Panel Lampu penerangan.
   - Kabel listrik
   - Penangkal petir

b. Unit Produksi
   - Sambungan listrik PLN
   - Panel PLN
   - Panel genset
   - LVMDP (low Voltage Main Distribution Panel)

- Panel motor pengaduk bahan kimia
- Panel pompa dosing bahan kimia
- Panel pompa back wash
- Panel kompresor
- Panel blower
- Panel lampu penerangan
- Kabel listrik
- Penangkal petir

c. Unit Distribusi
   - Sambungan listrik PLN
   - Panel PLN
   - Panel Genset
   - LVMDP (Low Voltage Main Distribution Panel)
   - Panel pompa transfer
   - Perencanaan Panel pompa distribusi
   - Panel kompresor
   - Panel hoist chain
   - Panel penerangan
   - Kabel listrik
   - Perencanaan Penangkal petir

Pada saat ini teknologi SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) telah diterapkan dalam pengendalian operasional SPAM di Indonesia. Sehingga teknologi SCADA dimasukkan ke dalam scope pekerjaan mekanikal dan elektrikal SPAM.

SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) adalah sistem yang mengacu pada kombinasi telemetri dan akuisisi data. Ini terdiri dari pengumpulan informasi, mentransfer kembali ke pusat kendali, melakukan analisis yang diperlukan dan kontrol, dan kemudian menampilkan data ini pada sejumlah operator display. SCADA digunakan untuk memantau dan mengendalikan pabrik atau peralatan. Kontrol mungkin dapat otomatis atau dapat dimulai dengan perintah Operator.

Telemetri biasanya dikaitkan dengan sistem SCADA. Ini adalah teknik yang digunakan dalam transmisi dan menerima informasi atau data melalui media. Informasi dapat berupa pengukuran, seperti tegangan, kecepatan atau aliran. Data-data tersebut dikirimkan ke lokasi lain melalui media seperti kabel, telepon atau radio. Informasi dapat berasal dari berbagai lokasi. Sebuah cara menangani tempat-tempat yang berbeda yang tergabung dalam sistem.

Data akuisisi mengacu pada metode yang digunakan untuk mengakses dan mengontrol informasi atau data dari peralatan yang dikendalikan dan dipantau. Data tersebut kemudian diakses diteruskan ke sistem telemetri siap untuk transfer ke tempat yang berbeda. Itu dapat berupa informasi analog dan digital yang dikumpulkan oleh sensor, seperti flowmeter, ammeter, dll, juga dapat menjadi data untuk mengontrol peralatan seperti aktuator, relay, valve, motor, dll.

Sistem pemantauan dan kontrol industri biasanya terdiri dari sebuah host pusat atau master (biasa dinamakan sebagai master station, master terminal unit atau MTU), satu atau lebih unit-unit pengumpul dan kontrol data lapangan (biasa dinamakan remote station, remoter terminal unit atau RTU) dan sekumpulan perangkat lunak standar maupun customized yang digunakan untuk memantau dan mengontrol elemen-elemen data-data di lapangan. Sebagian besar sistem SCADA banyak memiliki karakteristik kontrol kalang-terbuka (open-loop) dan banyak menggunakan komunikasi jarak jauh, walaupun demikian ada beberapa elemen merupakan kontrol kalang-tertutup (closed-loop) dan/atau menggunakan komunikasi jarak dekat.

Tujuan penggunaan SCADA adalah untuk memberikan kemudahan kepada pengguna untuk melakukan :

1. Pemantauan *Telematering* (TM)
   Pemantauan meter, contoh di dalam sistem IPA seperti Flowmeter, Analyzer, RTD, dan lain-lain.
2. Pemanfaatan *Telesignal* (TS)
   Pemanfaatan TS untuk mendapatkan indikasi dari semua alarm dan kondisi peralatan tertentu yang bisa dibuka (open) dan ditutup (close).
3. Pemanfaatan *Telecontrol* (TC)

Dispacther dapat melakukan control secara remote hanya dengan menekan satu tombol, untuk membuka atau menutup peralatan sistem tenaga listrik.

Untuk dapat menjalankan tugasnya, dispatcher dibantu oleh sistem SCADA yang terintegrasi yang berada di dalam suatu ruangan khusus yang disebut Control Center. Ruangan tersebut adalah ruangan dimana ditempatkannya perangkat-perangkat komputer yang disebut Master Station. Sedangkan fungsi utama dari sistem SCADA adalah sebagai berikut :

- **Akuisisi Data**
  Informasi pengukuran dari sistem seperti tegangan, daya aktif, frekuensi, tekanan, kapasitas, kualitas dapat disimpan dan diproses secara *real time*, sehingga setiap ada perubahan nilai dari pengukuran dapat langsung dikirim ke *master station*.

- **Konversi Data**
  Data pengukuran dari sistem seperti tegangan, daya aktif, dan frekuensi yang diperoleh *tranducer* awalnya berupa data analog untuk kemudian data tersebut dikirim oleh tranduser ke RTU. Oleh RTU data yang awalnya berupa data analog diubah menjadi data digital. Sehingga data yang dikirimkan ke master station berupa data digital.

- **Pemrosesan Data**

  Setiap data yang dikirim oleh RTU akan diolah di *master station*, sehingga data tersebut bisa langsung ditampilkan ke layar monitor dan dispatcher bisa membaca data-data tersebut.

- ***Supervisory* Data**
  Dispatcher dapat mengawasi dan mengontrol peralatan sistem. Supervisory control selau menggunakan operasi dua tahap untuk meyakinkan keamanan operasi, yaitu pilihan dan tahap eksekusi.

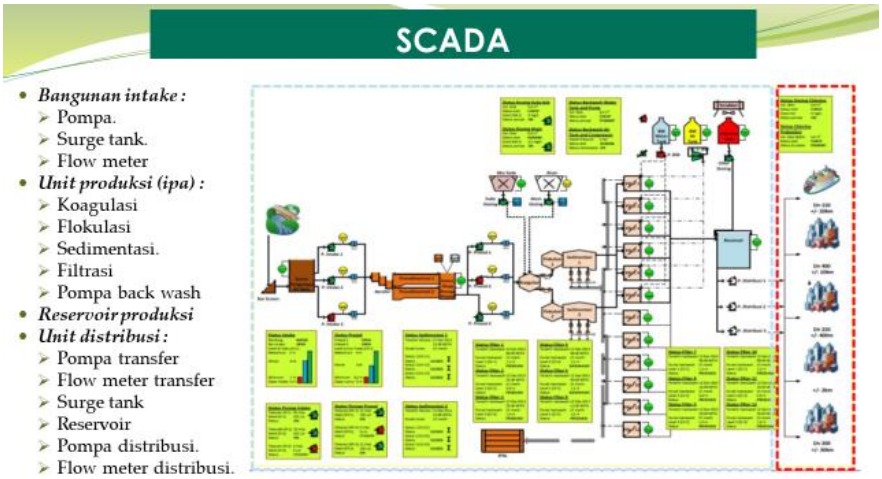
- **Pemrosesan Event dan Alarm**
  Event adalah setiap kejadian dari kerja suatu peralatan yang dicatat oleh SCADA. Misalnya, kondisi *normally close* (N/C) dan kondisi *normally open* (N/O). Sedangkan alarm adalah indikasi yang menunjukkan adanya perubahan status di SCADA. Semua status dan alarm pada telesinyal harus diproses untuk mendeteksi setiap

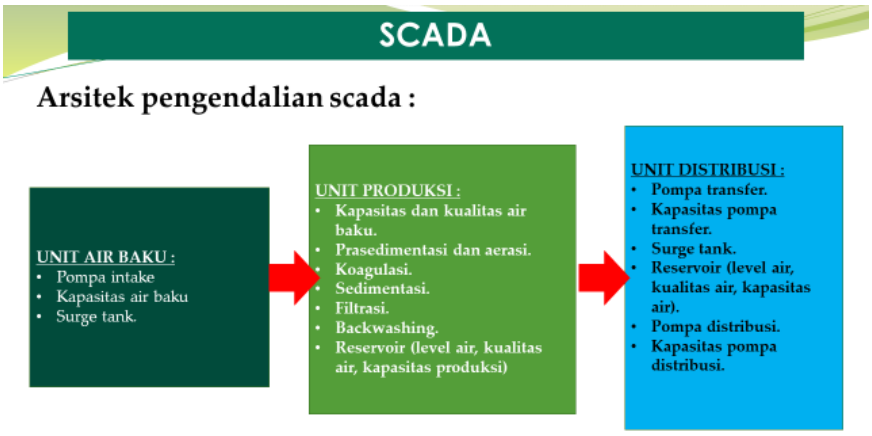
perubahan status lebih lanjut untuk event yang terjadi secara spontan atau setelah permintaan remote control yang dikirim dari *control center*.

- ***Tagging* (Penandaan)**
  Tagging adalah indikator pemberi tanda, seperti tanda masuk atau keluar. Tagging sangat bermanfaat untuk dispatcher di control center. Tagging digunakan untuk menghindari beroperasinya peralatan yang diberi tanda khusus, juga untuk memberi peringatan pada kondisi yang diberi tanda khusus.

- ***Tagging* (Penandaan)**
  Melakukan rekonstruksi bagian dari sistem yang dipantau setiap saat yang akan digunakan untuk menganalisa setelah kejadian. Untuk melakukan hal ini, control center mencatat terus menerus dan otomatis pada bagian yang telah didefinisikan dari data yang diperoleh. Post mortem review mencakup dua fungsi, yaitu pencatatan dan pemeriksaan.

Teknologi SCADA dapat digambarkan sebagai berikut :





Gambar 4. SCADA

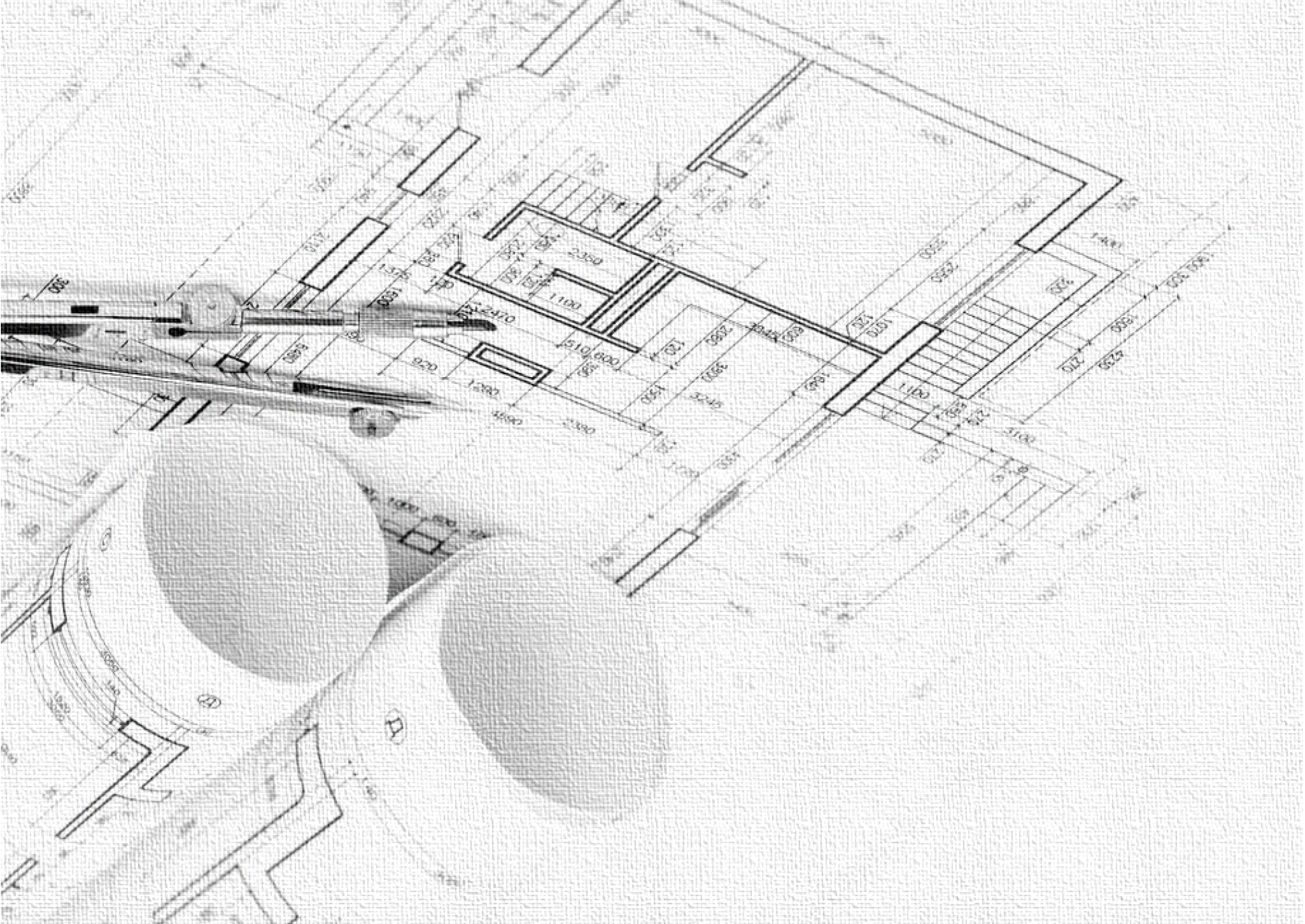
G. Latihan

1. Sebutkan acuan yang digunakan dalam penyusunan DED mekanikal elektrikal bidang SPAM.
2. Jika acuan dalam penyusunan DED mekanikal elektrikal bidang SPAM belum ada di Indonesia sebaiknya acuan apa yang akan kita gunakan.
3. Jelaskan pengertian dari DED mekanikal bidang SPAM.
4. Jelaskan output atau keluaran dari perencanaan teknik mekanikal dan elektrikal bidang SPAM.
5. Jelaskan muatan atau substansi perencanaan teknik mekanikal elektrikal bidang SPAM.
6. Sebutkan peralatan mekanikal yang biasa digunakan dalam SPAM.
7. Sebutkan peralatan elektrikal yang biasa digunakan dala SPAM.
8. Jelaskan pengertian SCADA pada SPAM.

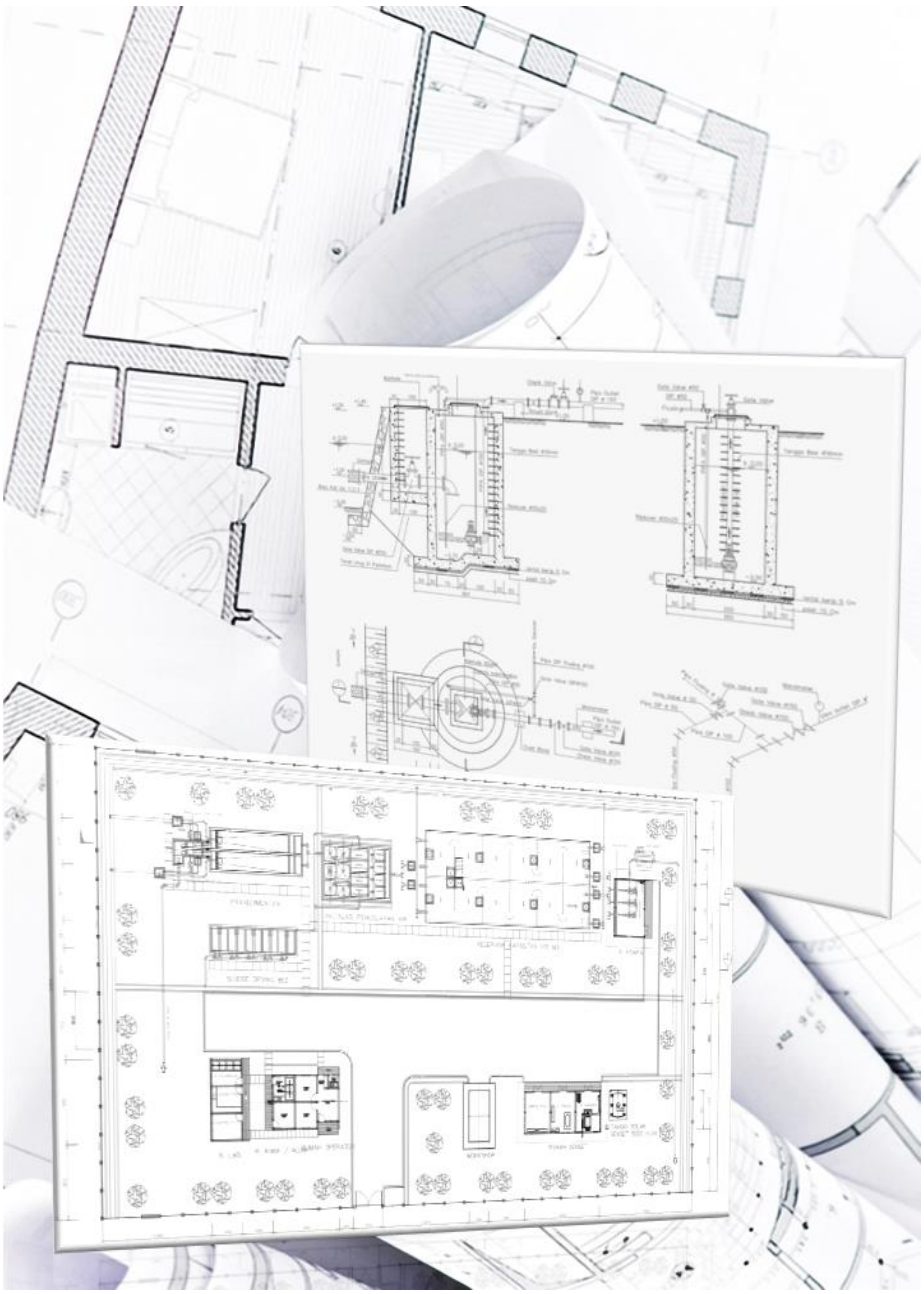
H. Rangkuman

1. Tata cara menyusun DED atau perencanaan teknik mekanikal elektrikal bidang SPAM mengacu kepada peraturan yang berlaku di Indonesia.
2. Apabila belum ada acuannya di Indonesia boleh mengacu kepada peraturan internasional dan peraturan negara lain yang lebih cocok diterapkan di Indonesia.

3. Pengertian DED atau perencanaan teknik mekanikal dan elektrikal bidang SPAM.
4. Muatan atau substansi DED atau perencanaan teknik mekanikal elektrikal bidang SPAM.
5. Output DED atau perencanaan teknik mekanikal elektrikal bidang SPAM.
6. Pengertian SCADA pada SPAM.



BAB 3
KONSEP DESIGN (PERENCANAAN)



Konsep Design (Perencanaan)

A. Indikator Keberhasilan

Dengan mengikuti pembelajaran ini, peserta pelatihan diharapkan mampu memahami konsep perencanaan dalam DED Mechanical SPAM.

B. Pengertian Konsep Design / Perencanaan

Konsep design atau konsep perencanaan adalah dasar perhitungan untuk menyusun perencanaan suatu peralatan atau suatu sistem misalnya SPAM.

Konsep design dalam SPAM menjelaskan dasar perhitungan komponen-komponen SPAM, misalnya :

1. **Unit Air Baku**
    - Sumber air baku
    - Kapasitas air baku
    - Kapasitas pengambilan air baku
    - Model bangunan intake
    - Kapasitas dan tekanan pompa air baku (jumlah, operasi, cadangan)
    - Jenis dan type pompa air baku
    - Jenis panel pompa listrik
    - Sumber enersi listrik (listrik PLN, genset)
    - Type genset
    - Tangki solar bulanan
    - Rancangan jaringan pipa distribusi
    - Jenis dan klas pipa distribusi
    - Konstruksi pemasangan pipa (pinggir jalan, perlintasan (crossing jalan, crossing jalan kereta api), perlintasan sungai (jembatan pipa, syphone)
    - Tempat pengurasan air
    - Air valve
    - Surge tank atau hidrofor (anti water hammer)
    - Alat ukur kapasitas air baku
    - Jam operasi unit air baku

2. Unit Produksi

- Bangunan pra sedimentasi
- Kapasitas IPA
- Teknologi IPA (koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, desinfeksi)
- Konstruksi bangunan IPA
- Proses back washing filter
- Pengurasan lumpur sedimentasi
- Bak pengering lumpur (sludge drying bed)
- Jenis bahan kimia yang digunakan
- Pembubuhan bahan kimia
- Pengaduk bahan kimia
- Reservoir produksi
- Proses pengolahan (scada, manual)
- Motor pengaduk bahan kimia
- Pompa dosing (kapasitas, head, jumlah, operasi, cadangan)
- Pompa back wash (kapasitas, head, jumlah, operasi, cadangan)
- Pompa lumpur (kapasitas, head, jumlah, operasi, cadangan)
- Pompa service di areal IPA (kapasitas, head, jumlah, operasi, cadangan)
- Blower (kapasitas, head, jumlah, operasi, cadangan)
- Kompresor (kapasitas, head, jumlah, operasi, cadangan)
- Perpipaan dan accesories untuk IPA
- Lampu penerangan
- Peralatan penunjang lainnya (AC, kipas angin, hoist chain, pompa so;ar dari tangki bulanan ke tangki solar harian, dll)
- Sumber enersi listrik (PLN, genset)
- Type genset
- Tangki solar bulanan
- Jam operasi Unit produksi

3. Unit Distribusi

- Reservoir distribusi
- Pompa distribusi (kapasitas, head, jumlah, operasi, cadangan)
- Pompa booster (kapasitas, head, jumlah, operasi, cadangan)
- Surge tank atau hidrofor (anti water hammer)
- Rancangan jaringan pipa distribusi
- Jenis dan klas pipa distribusi

- Konstruksi pemasangan pipa (pinggir jalan, perlintasan (crossing jalan, crossing jalan kereta api), perlintasan sungai (jembatan pipa, syphone)
- Tempat pengurasan air
- Air valve
- Tata cara pengetesan pipa

4. Unit Pelayanan

- Sambungan langsung
- Sambungan rumah
- Hidran Umum
- Kran Umum
- Pelayanan mobil tangki
- Hidran kebakaran

DED atau perencanaan teknis mekanikal dan elektrikal disusun berdasarkan konsep design tersebut.

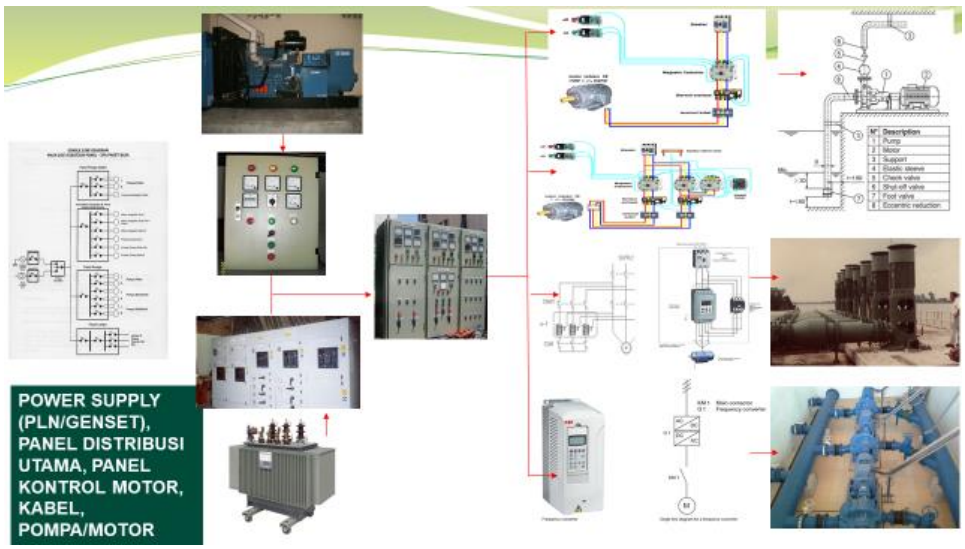
C. Prinsip Perencanaan Peralatan Mekanikal Eektrikal SPAM

1. Setiap mesin yang dipasang selalu disediakan mesin cadangan.
2. Mesin cadangan bisa mempunyai kapasitas 100%, 75%, 50%, 25%.
3. Mesin cadangan dimaksudkan untuk :
   - Menjaga agar mesin bisa operasi bergantian.
   - Kalau mesin sedang dirawat atau sedang mengalami kerusakan ada mesin cadangannya, sehingga sistem tetap berjalan.
   - Untuk menjamin agar sistem bisa berjalan 24 jam.
4. Sumber listrik, jika tersedia daya PLN, maka sumber listrik menggunakan sambungan PLN, dan pemasangan 1 unit genset sebagai cadangan.
5. Jika tidak ada daya PLN, dipasang 2 unit genset, 1 unit operasi, 1 unit cadangan.
6. Jika operasi SPAM sudah 24 jam/hari, jenis COS (change over switch) /saklar pemindah dari panel genset dan panel PLN menggunakan saklar pemindah yang otomatis/ AMF-ATS (Automatic Main Failure – Automatic Transfer Switch).
7. Jika operasi SPAM belum 24 jam/hari, jenis COS yang dipasang bisa menggunakan jenis manual.

Peralatan mekanikal elektrikal pada SPAM pada prinsipnya terdiri dari :

- Sumber listrik (PLN, genset)
- Panel listrik yang terdiri dari :
  - Panel PLN, panel genset
  - Panel induk atau LVMDP (low voltage main distribution panel)
  - Panel kontrol motor atau MCC (motor control center)
  - Kabel listrik
- Peralatan mekanikal (pompa, pompa dosing, motor pengaduk, blower, kompresor, lampu penerangan, AC, peralatan scada, dll)

Yang dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 5. Peralatan Mekanikal Elektrikal SPAM

D. Konsep Design Pompa

Konsep design pompa merupakan rancangan dari pemilihan dan cara pemasangan pompa beserta semua perlengkapannya yang terdiri dari :

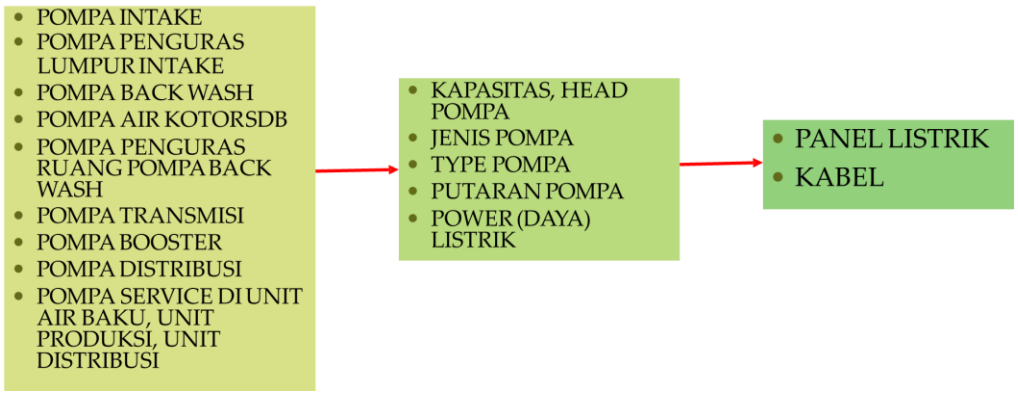
- Pemilihan pompa (kapasitas, head, jenis, type)
- Perhitungan daya pompa
- Pemilihan putaran pompa
- Jenis air yang dipompa (air kotor, air bersih)
- Pondasi pompa
- Perpipaan hisap dan tekan pompa
- Instrumentasi / alat ukur aliran air (tekanan pompa, kapasitas pompa)

- Panel pompa
- Instrumentasi / alat ukur aliran listrik (voltage, arus listrik, frekwensi listrik, kwh meter, faktor daya)
- Kabel listrik (jenis, ukuran)

Pada prinsipnya cara merancang pompa adalah sama. Tata cara konsep design pompa diatas berlaku untuk perancangan :

- Pompa intake
- Pompa penguras lumpur intake
- Pompa backwash
- Pompa air kotor pada SDB
- Pompa penguras di ruang backwash
- Pompa transmisi
- Pompa booster
- Pompa distribusi
- Pompa service di unit air baku, unit produksi dan unit distribusi

Secara skhematis konsep design pompa dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 6. Konsep Design Pompa

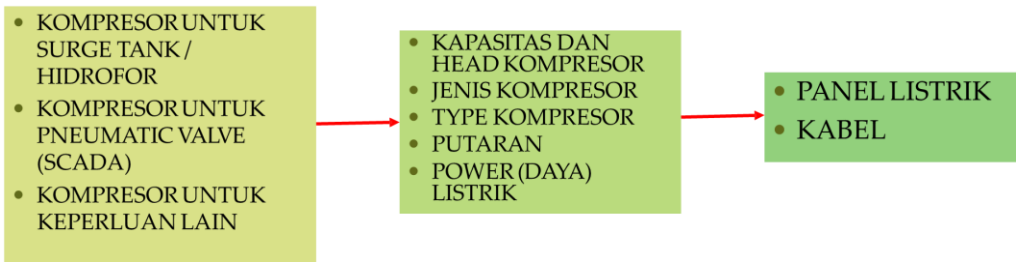
E. Konsep Design Kompresor

Kompresor biasanya digunakan untuk pengisian udara pada surge tank atau hidrofor, untuk mengoperasikan pneumatic valve, pembersihan plate settler dan beberapa keperluan lainnya.

Konsep design kompresor merupakan rancangan dari pemilihan dan cara pemasangan kompresor beserta semua perlengkapannya yang terdiri dari :

- Pemilihan kompresor (kapasitas, head, jenis, type)
- Perhitungan daya kompresor
- Pemilihan putaran kompresor
- Pondasi kompresor
- Perpipaan kompresor
- Instrumentasi / alat ukur aliran udara (tekanan kompresor, kapasitas kompresor)
- Panel kompresor
- Instrumentasi / alat ukur aliran listrik (voltage, arus listrik, frekwensi listrik, kwh meter, faktor daya)
- Kabel listrik (jenis, ukuran)

Secara skhematis konsep design kompresor dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 7. Konsep Design Kompresor

F. Konsep Design Blower

Blower biasanya digunakan untuk proses backwashing filter dan beberapa keperluan lainnya.

Konsep design blower merupakan rancangan dari pemilihan dan cara pemasangan blower beserta semua perlengkapannya yang terdiri dari :

- Pemilihan blower (kapasitas, head, jenis, type)
- Perhitungan daya blower
- Pemilihan putaran blower
- Pondasi blower
- Perpipaan/ saluran kompresor

- Instrumentasi / alat ukur aliran udara (tekanan blower, kapasitas blower)
- Panel blower
- Instrumentasi / alat ukur aliran listrik (voltage, arus listrik, frekwensi listrik, kwh meter, faktor daya)
- Kabel listrik (jenis, ukuran)

Secara skhematis konsep design kompresor dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 8. Konsep Design Blower

G. Konsep Design Pembubuhan Bahan Kimia

Pembubuhan kimia pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) terdiri dari :

a. Koagulan
b. Pengaturan pH
c. Desinfektan

Untuk proses pembubuhan bahan kimia diperlukan 2 komponen utama, yaitu :

a. Pengaduk bahan kimia
b. Dosing / pembubuhan bahan kimia

Pengadukan bahan kimia bisa dilakukan dengan cara manual dan bisa juga dilakukan dengan pengadukan yang menggunakan motor listrik. Volume tangki pengaduk bahan kimia telah dihitung dalam rancangan IPA, berdasarkan volume tangki tersebut dihitung besarnya pengaduk dan daya motor listrik yang diperlukan untuk pengadukan larutan bahan kimia. Untuk selanjutnya dipilih jenis panel listrik dan kabel listrik yang akan digunakan.

Cara pembubuhan bahan kimia juga telah dihitung dalam rancangan IPA, yaitu :

a. Dosing koagulan : jenis koagulan, kapasitas dosing, tekanan dosing
b. Dosing pengaturan pH (soda ash, kapur tohor) : kapasitas dosing, tekanan dosing.

c. Dosing desinfektan (kaporit, gas khloor, elektro chlorinasi) : kapasitas dosing, tekanan dosing

Konsep design pengaduk bahan kimia merupakan rancangan dari pemilihan dan cara pemasangan pengaduk bahan kimia beserta semua perlengkapannya yang terdiri dari :

- Perhitungan volume pengadukan bahan kimia
- Perhitungan daya motor pengaduk
- Pemilihan putaran motor pengaduk
- Pondasi / dudukan motor pengaduk
- Panel motor pengaduk
- Instrumentasi / alat ukur aliran listrik (voltage, arus listrik, frekwensi listrik, kwh meter, faktor daya)
- Kabel listrik (jenis, ukuran)

Konsep design pompa dosing bahan kimia merupakan rancangan dari pemilihan dan cara pemasangan pompa dosing bahan kimia beserta semua perlengkapannya yang terdiri dari :

- Pemilihan pompa dosing (kapasitas, head, jenis, type)
- Perhitungan volume pengadukan bahan kimia
- Perhitungan daya pompa dosing
- Pemilihan putaran motor pompa dosing
- Perpipaan pompa dosing
- Pondasi / dudukan pompa dosing
- Panel pompa dosing
- Instrumentasi / alat ukur aliran listrik (voltage, arus listrik, frekwensi listrik, kwh meter, faktor daya)
- Kabel listrik (jenis, ukuran)

Secara skhematis konsep design pembubuhan bahan kimia dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 9. Konsep Design Pembubuhan Bahan Kimia

H. Konsep Design Anti Water Hammer

Pengembangan sistem pompa harus memperhitungkan kemungkinan terjadinya water hammer yaitu fenomena munculnya gelombang tekanan air akibat perubahan kecepatan aliran air dalam pipa transmisi atau pipa distribusi ketika pompa tiba-tiba mati karena sumberdaya listrik padam atau tiba-tiba dinyalakan secara mendadak sehingga kecepatan aliran air berubah secara ekstrim. Kondisi tersebut akan menimbulkan water hammer, yaitu gelombang tekanan air yang berlangsung dalam periode siklus tertentu dalam bentuk gelombang transient, dimana tekanan air akan berosilasi dari tekanan rendah ke tekanan tinggi atau bahkan seringkali melewati tekanan negatif (vacuum).

Surge Tank merupakan fasilitas yang sangat penting dalam sistem pompa, yang dibangun untuk mencegah terjadinya water hammer akibat power failure (pemadaman catu daya listrik) dimana secara tiba-tiba aliran air dalam pipa transmisi akan berhenti mendadak akibat pompa transfer yang mati (off).

Perubahan kecepatan aliran secara mendadak adalah penyebab terjadinya water hammer. Oleh karena itu agar tidak terjadi perubahan kecepatan aliran secara mendadak, dan dengan demikian tidak akan terjadi water hammer, atau dengan demikian besarnya water hammer dapat diperkecil sampai batas tertentu yang tidak menimbulkan kerusakan pada sistem pipa transmisi, maka perlu dibangun sistem pencegah water hammer yang dikenal dengan sistem Surge Tank atau Air Vessel Tank.

Bilamana sistem aliran tertutup (closed conduit) dalam suatu pipa transmisi atau pipa distribusi air terjadi perubahan kecepatan aliran air secara tiba-tiba,

maka energi kinetik dari dari aliran air akan ditransformasikan menjadi gelombang tekanan air yang bergerak dengan cepat sepanjang sistem perpipaan yang bersangkutan.

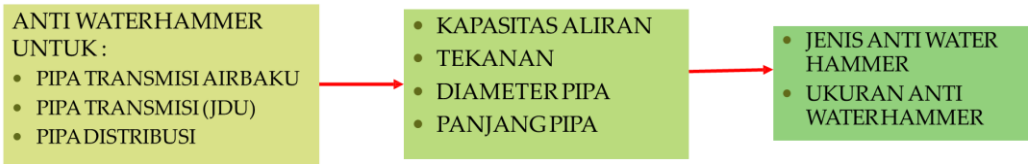
Gelombang tekanan air itu seringkali disebut sebagai pukulan air (water hammer), sentakan gelombang (surge wave), atau tekanan transien (transient pressure). Water hammer dapat menimbulkan tekanan yang sangat tinggi, berosilasi dalam bentuk tenanan positif (tekanan tinggi) dan tekanan negatif (tekanan rendah).

Gelombang tekanan air semacam itu disebabkan oleh perubahan kecepatan aliran air dalam pipa secara tiba-tiba atau akibat perubahan arah aliran air ketika dilakukan penutupan atau pembukaan katup air (valve) secara mendadak, atau ketika mematikan dan menyalakan pompa secara tibatiba.

Bilamana water hammer tidak dikendalikan, gelombang tekanan yang terjadi dapat menimbulkan kerusakan fatal, misalnya pipa menjadi collapse, pecah, atau berubah dari posisi tata letaknya yang semula.

Dengan mereduksi perubahan kecepatan aliran secara pelan-pelan akan dapat dihindarkan terjadinya gelombang tekanan transien tersebut, sehingga sedemikian rupa besaran gelombang akan dikurangi secara mencolok dalam batas aman sistem perpipaan yang bersangkutan.

Secara skhematis konsep design pembubuhan bahan kimia dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 10. Konsep Design Anti Water Hammer

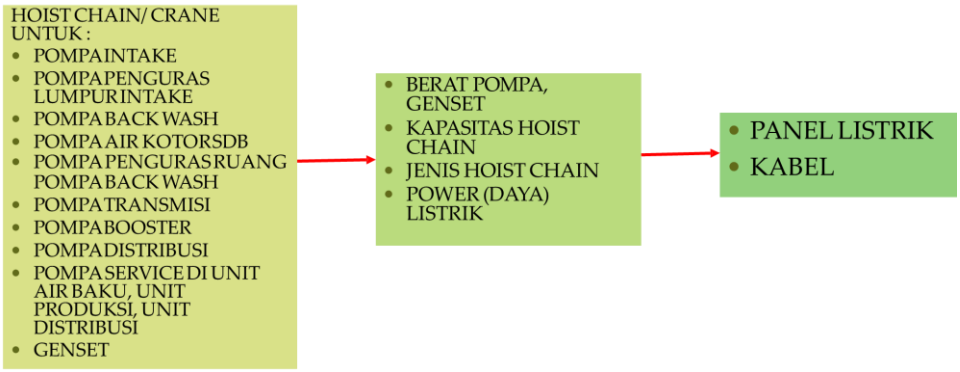
I. Konsep Design Hoist Chain/Crane

Untuk memasang dan merawat peralatan mekanikal dan elektrikal yang besar dan berat (pompa, genset, perpipaan pompa, accesories perpipaan) diperlukan alat bantu untuk mengangkat peralatan tersebut. Peralatan ini biasanya menggunakan hoist chain/crane, yaitu alat pengangkat/katrol yang dipasang

pada plafon diatas bangunan mesin. Sistem perpompaan biasanya terdiri dari beberapa pompa, sehingga hoist chain ini sebaiknya dipilih dari jenis yang bisa digeser (dengan motor listrik) untuk diarahkan ke pompa mana yang mau diangkat.

Kapasitas angkat dari hoist chain harus lebih besar dari mesin atau beban yang akan diangkat.

Secara skhematis konsep design hoist chain dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 11. Konsep Design Hoist Chain/Crane

J. Konsep Design SCADA

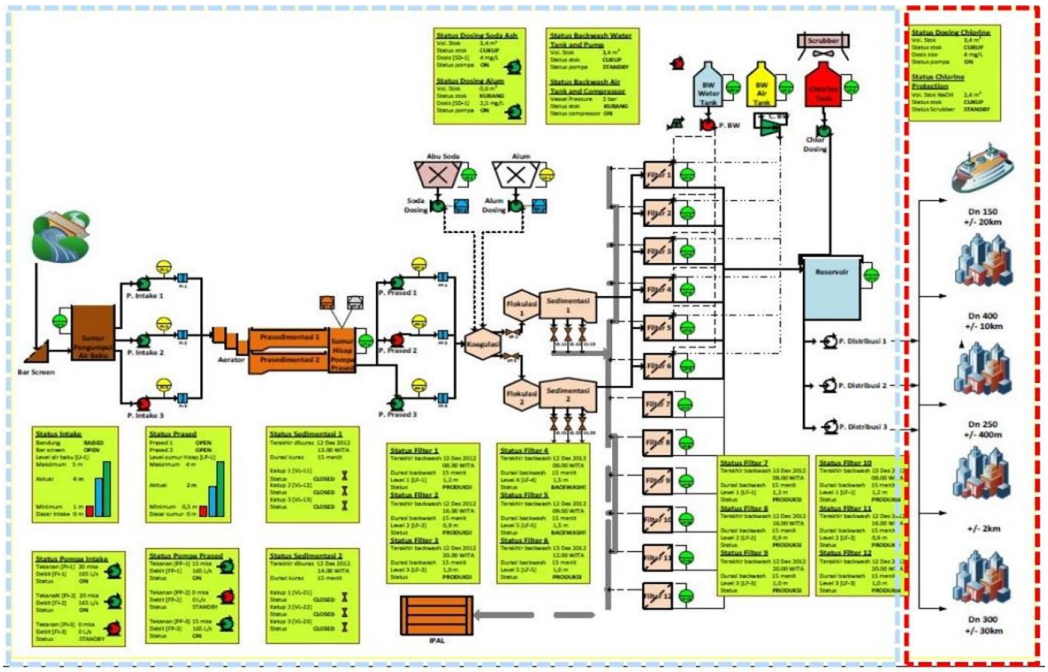
SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) adalah sistem yang terdiri dari pengumpulan informasi, mentransfer kembali ke pusat kendali, melakukan analisis yang diperlukan dan kontrol, dan kemudian menampilkan data ini pada sejumlah operator display. SCADA digunakan untuk memantau dan mengendalikan pabrik atau peralatan. Kontrol mungkin dapat otomatis atau dapat dimulai dengan perintah Operator.

Konsep Design dalam SCADA pada SPAM pada prinsipnya adalah merupakan arsitektur komponen SPAM yang akan dikendalikan dan diambil datanya dalam proses operasional SPAM. Komponen SPAM yang biasanya dikendalikan dan diatur dengan SCADA adalah :

1. Bangunan Intake
   - Pompa
   - Surge Tank

- Flow Meter
- Kualitas air baku

2. Unit Produksi (IPA)
   - Koagulasi
   - Flokulasi
   - Sedimentasi
   - Filtrasi
   - Pompa Back Wash
   - Kualitas air
3. Reservoir Produksi
   - Kualitas air
   - Level air
4. Unit Distribusi
   - Pompa Transfer
   - Flow Meter Transfer
   - Surge Tank
   - Reservoir (kualitas, level air)
   - Pompa Distribusi
   - Flow Meter Distribusi



Gambar 12. Konsep Design SCADA

K. Konsep Design Panel Kontrol Motor

Semua peralatan mekanikal yang digerakkan dengan motor listrik atau enersi listrik harus dikendalikan dengan panel listrik atau MCC (motor control center) dan disambung dengan kabel yang sesuai dengan spesifikasinya.

Jenis MCC disesuaikan dengan beban motor yang digerakkan. Terdapat 5 jenis MCC yang dikenal saat ini, yaitu :

- Panel DOL (direct on line) atau start langsung, digunakan untuk menggerakkan motor dengan daya lebih kecil dari 5 KW.
- Panel star delta, digunakan untuk menggerakkan motor lebih besar dari 5 KW sampai daya sedang.
- Panel auto trafo, digunakan untuk menggerakkan motor dengan daya yang besar.
- Panel soft starter, digunakan untuk enggerakkan motor dengan daya yang besar.
- Panel inverter atau VSD (variable speed driver), digunakan untuk menggerakkan motor yang putarannya berubah-ubah.

- Besarnya ukuran komponen MCC (fuse, MCB, MCCB, contactor, over current relay / overload relay) dihitung berdasarkan besarnya daya motor yang digerakkan.
- Jenis dan ukuran kabel yang digunakan untuk menyambung daya listrik dari MCC ke motor dihitung berdasarkan besarnya daya motor yang digerakkan.
- Jenis MCC yang diperlukan dalam peralaatan mekanikal bangunan SPAM sebagai berikut :



Gambar 13. Konsep Design Panel Kontrol Motor

L. Konsep Design Sumber Daya Listrik

Sumber daya listrik yang digunakan dalam SPAM biasanya berasal dari :

a. Sambungan listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara).
b. Mesin genset.

Disamping itu terdapat beberapa alternatif sumber daya listrik, yaitu :

a. Enersi surya (sollar cell)
b. Enersi angin (wind mill)
c. Enersi mikro hidro.

Yang saat ini masih digunakan dalam skala kecil dan di daerah terpencil (remote area).

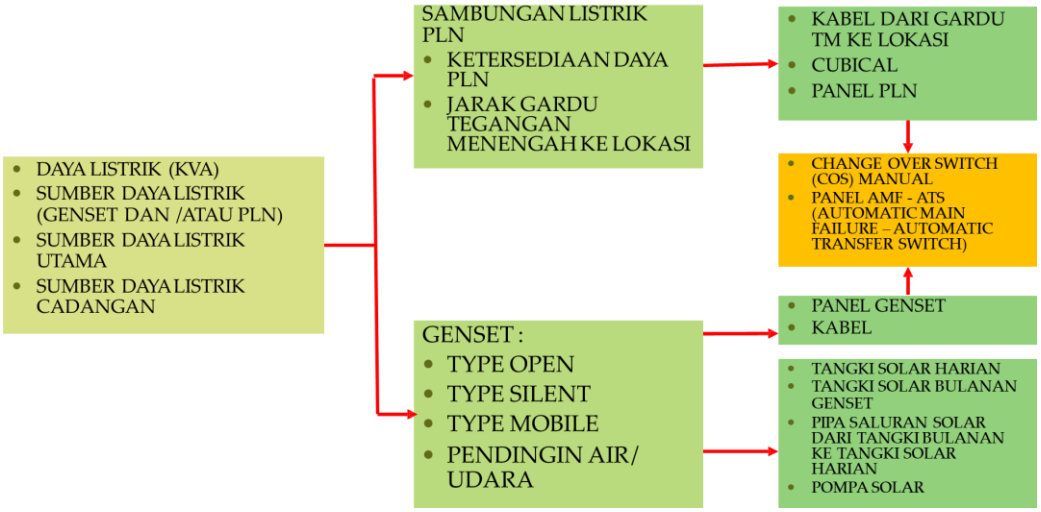
Sebaiknya enersi listrik dari PLN yang digunakan sebagai enersi utama, dan sebagai cadangan atau back up digunakan genset. Karena operasional SPAM dengan menggunakan enersi genset akan lebih efektif, efisien dan lebih murah dibandingkan dengan menggunakan enersi listrik dari genset.

Dalam hal di daerah tersebit belum ada sambungan listrik PLN, atau daya PLN yang tersedia tidak mencukupi kebutuhan enersi listrik untuk SPAM, maka genset menjadi sumber enersi listrik utama. Dan untuk kehandalan operasional diperlukan 1 unit genset sebagai cadangan.

Daya listrik dari PLN dikendalikan dengan panel PLN. Daya listrik dari genset dikendalikan dengan panel genset. Untuk memilih sumber daya listrik dipasang saklar pemindah atau COS (change over switch). COS ini terdapat 2 macam , yaitu:

- COS manual
- COS otomatis yang menggunakan panel AMF – ATS (automatic main failure – automatic transfer switch)

Aliran listrik dari COS dialirkan ke Panel Utama atau LVMDP (Low Voltage Main Distribution Panel). Selanjutnya dari LVMDP aliran listrik dalirkan ke semua MCC.



Gambar 14. Konsep Design Sumber Daya Listrik

M. Latihan

1. Jelaskan pengertian konsep design SPAM
2. Sebutkan prinsip-prinsip dalam perencanaan teknik mekanikal elektrikal SPAM.
3. Jelaskan konsep design dari pompa, pompa dosing, pengaduk bahan kimia, kompresor, blower, surge tank (anti water hammer), hoist chain.
4. Jelaskan arsitek pengendalian SCADA SPAM.
5. Jelaskan konsep design panel listrik atau MCC (motor control center)
6. Jelaskan konsep design sumber listrik yang digunakan dalam SPAM.

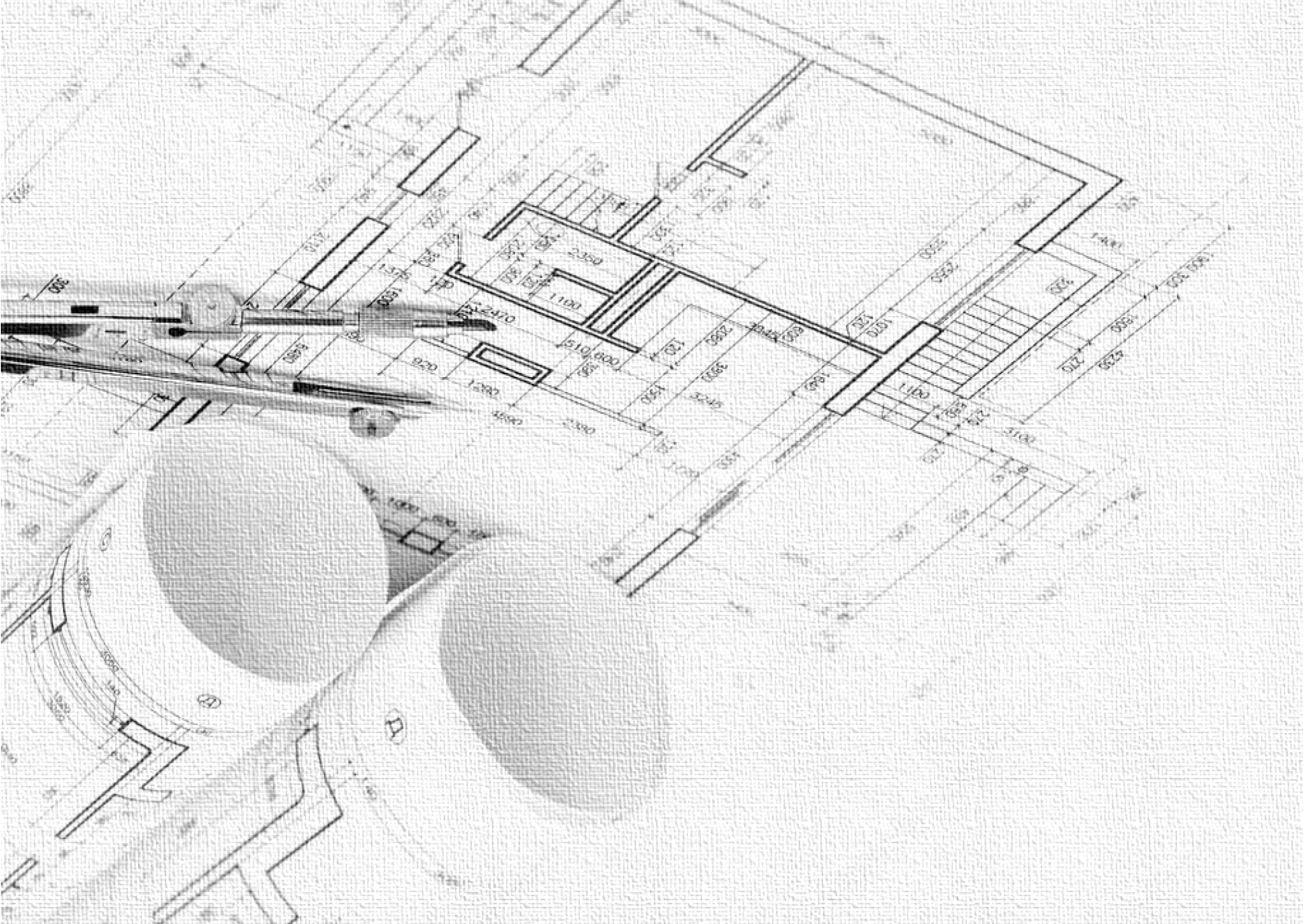
N. Rangkuman

1. Konsep design SPAM adalah dasar perhitungan untuk menyusun perencanaan suatu peralatan atau suatu sistem misalnya SPAM.
2. Prinsip-prinsip dalam perencanaan teknik mekanikal elektrikal SPAM:
   - Setiap mesin yang dipasang selalu disediakan mesin cadangan.
   - Mesin cadangan bisa mempunyai kapasitas 100%, 75%, 50%, 25%.
   - Mesin cadangan dimaksudkan untuk :
     - Menjaga agar mesin bisa operasi bergantian.
     - Kalau mesin sedang dirawat atau sedang mengalami kerusakan ada mesin cadangannya, sehingga sistem tetap berjalan.
     - Untuk menjamin agar sistem bisa berjalan 24 jam.
   - Sumber listrik, jika tersedia daya PLN, maka sumber listrik menggunakan sambungan PLN, dan pemasangan 1 unit genset sebagai cadangan.
   - Jika tidak ada daya PLN, dipasang 2 unit genset, 1 unit operasi, 1 unit cadangan.
   - Jika operasi SPAM sudah 24 jam/hari, jenis COS (change over switch) /saklar pemindah dari panel genset dan panel PLN menggunakan saklar pemindah yang otomatis/ AMF-ATS (Automatic Main Failure – Automatic Transfer Switch).
   - Jika operasi SPAM belum 24 jam/hari, jenis COS yang dipasang bisa menggunakan jenis manual.

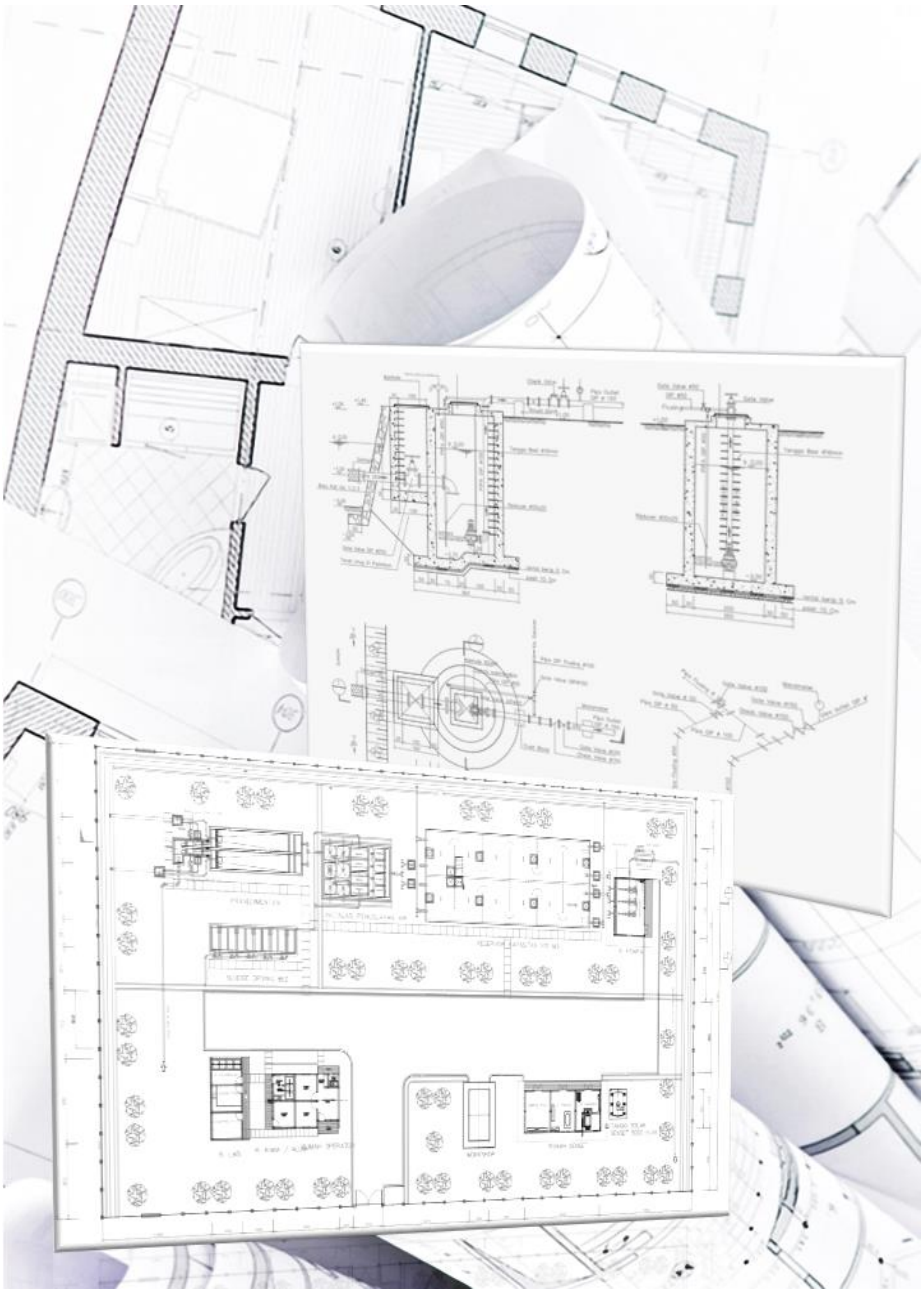
3. Konsep design pompa merupakan rancangan dari pemilihan dan cara pemasangan pompa beserta semua perlengkapannya.
4. Pengadukan bahan kimia bisa dilakukan dengan cara manual dan bisa juga dilakukan dengan pengadukan yang menggunakan motor listrik. Volume tangki pengaduk bahan kimia telah dihitung dalam rancangan IPA, berdasarkan volume tangki tersebut dihitung besarnya pengaduk dan daya motor listrik yang diperlukan untuk pengadukan larutan bahan kimia. Untuk selanjutnya dipilih jenis panel listrik dan kabel listrik yang akan digunakan.
5. Konsep design kompresor merupakan rancangan dari pemilihan dan cara pemasangan kompresor beserta semua perlengkapannya
6. Konsep design blower merupakan rancangan dari pemilihan dan cara pemasangan blower beserta semua perlengkapannya
7. Pengembangan sistem pompa harus memperhitungkan kemungkinan terjadinya water hammer yaitu fenomena munculnya gelombang tekanan air akibat perubahan kecepatan aliran air dalam pipa transmisi atau pipa distribusi ketika pompa tiba-tiba mati karena sumberdaya listrik padam atau tiba-tiba dinyalakan secara mendadak sehingga kecepatan aliran air berubah secara ekstrim. Kondisi tersebut akan menimbulkan water hammer, yaitu gelombang tekanan air yang berlangsung dalam periode siklus tertentu dalam bentuk gelombang transient, dimana tekanan air akan berosilasi dari tekanan rendah ke tekanan tinggi atau bahkan seringkali melewati tekanan negatif (vacuum).
8. Untuk memasang dan merawat peralatan mekanikal dan elektrikal yang besar dan berat (pompa, genset, perpipaan pompa, accesories perpipaan) diperlukan alat bantu untuk mengangkat peralatan tersebut. Peralatan ini biasanya menggunakan hoist chain/crane, yaitu alat pengangkat/katrol yang dipasang pada plafon diatas bangunan mesin. Sistem perpompaan biasanya terdiri dari beberapa pompa, sehingga hoist chain ini sebaiknya dipilih dari jenis yang bisa digeser (dengan motor listrik) untuk diarahkan ke pompa mana yang mau diangkat.

9. Konsep design SCADA pada prinsipnya adalah merupakan arsitektur komponen SPAM yang akan dikendalikan dan diambil datanya dalam proses operasional SPAM.
10. Semua peralatan mekanikal yang digerakkan dengan motor listrik atau enersi listrik harus dikendalikan dengan panel listrik atau MCC (motor control center) dan disambung dengan kabel yang sesuai dengan spesifikasinya.
11. Sumber daya listrik yang digunakan dalam SPAM biasanya berasal dari :
    - Sambungan listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara).
    - Mesin genset.

    Disamping itu terdapat beberapa alternatif sumber daya listrik, yaitu :
    - Enersi surya (sollar cell)
    - Enersi angin (wind mill)
    - Enersi mikro hidro.



BAB 4
PERENCANAAN (PERHITUNGAN DIMENSI DAN STRUKTUR)



Perencanaan (Perhitungan Dimensi dan Struktur)

A. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta diharapkan mampu memahami perhitungan dimensi dan struktur mechanical electrical SPAM.

B. Perencanaan Mekanikal

Setelah menyusun konsep design dari semua peralatan mekanikal elektrikal, langkah berikutnya adalah merencanakan dimensi dari semua peralatan dan menghitung struktur kekuatan dari semua bangunan mekanikal elektrikal beserta semua perlengkapannya.

Dimensi dari bangunan mekanikal dan elektrikal yang dihitung adalah :

- Dimensi / ukuran (panjang, lebar, tinggi) dari semua mesin (pompa, pompa dosing, motor pengaduk, pompa dosing, genset, kompresor, blower, surge tank / hidrofor, panel listrik (MCC).
- Penumpu pipa dan accesories perpipaan.
- Penggantung hoist chain.
- Pondasi tangki solar.
- Penggantung kabel listrik (konduit, cable ladder, cable tray).

Kekuatan struktur bangunan mekanikal elektrikal yang dihitung adalah :

- Pondasi dari semua mesin (pompa, pompa dosing, motor pengaduk, pompa dosing, genset, kompresor, blower, surge tank / hidrofor, panel listrik (MCC).
- Penumpu pipa dan accesories perpipaan.
- Penggantung hoist chain.
- Pondasi tangki solar.
- Penggantung kabel listrik (konduit, cable ladder, cable tray).

Perhitungan dimensi dan analisa struktur bangunan mekanikal SPAM terdiri dari:

1. **Unit Air Baku**

   Perencanaan mekanikal di unit air baku terdiri dari :

   - Perencanaan Genset
   - Perencanaan Pompa Intake, Perpipaan dan accesories pompa
   - Perencanaan Hoist chain (crane)
   - Perencanaan Surge tank (anti water hammer)
   - Perencanaan Kompresor, Perpipaan dan accesories kompresor
   - Perencanaan Alat ukur/Instrumentasi (kapasitas, tekanan, kualitas air baku)
   - Perencanaan Tangki solar bulanan

2. **Unit Produksi**

   Perencanaan mekanikal di unit produksi terdiri dari :

   - Perencanaan Genset
   - Perencanaan Pengaduk bahan kimia
   - Perencanaan Pompa dosing bahan kimia, Perpipaan dan accesories pompa dosing
   - Perencanaan SCM koagulan, dan perpipaannya (scada)
   - Perencanaan Pompa back wash, Perpipaan dan accesories pompa back wash
   - Perencanaan Kompresor, Perpipaan dan accesories kompresor
   - Perencanaan Blower, Perpipaan dan accesories blower
   - Perencanaan Hoist chain
   - Perencanaan Accesories pipa IPA berkaitan dngan scada
   - Perencanaan Tangki solar bulanan dan perpipaannya
   - Perencanaan Alat ukur/instrumentasi (kapasitas, tekanan, kualitas air)

3. **Unit Distribusi**

   Perencanaan mekanikal di unit distribusi terdiri dari :

   - Perencanaan Pompa transfer, perpipaan dan accesories
   - Perencanaan Hoist chain
   - Perencanaan Kompresor, perpipaan dan accesories
   - Perencanaan Surge tank pompa transfer
   - Perencanaan Genset
   - Perencanaan Pompa distribusi, perpipaan dan accesories
   - Perencanaan Kompresor, perpipaan dan accesories

- Perencanaan Surge tank

Perhitungan dimensi dan analisa struktur bangunan elektrikal SPAM terdiri dari:

1. **Unit Air Baku**

   Perencanaan elektrikal di unit air baku terdiri dari :
   - Perencanaan Panel pompa intake
   - Perencanaan Panel kompresor
   - Perencanaan Panel Hoist crane
   - Perencanaan Panel Lampu penerangan
   - Perencanaan Penangkal petir

2. **Unit Produksi**

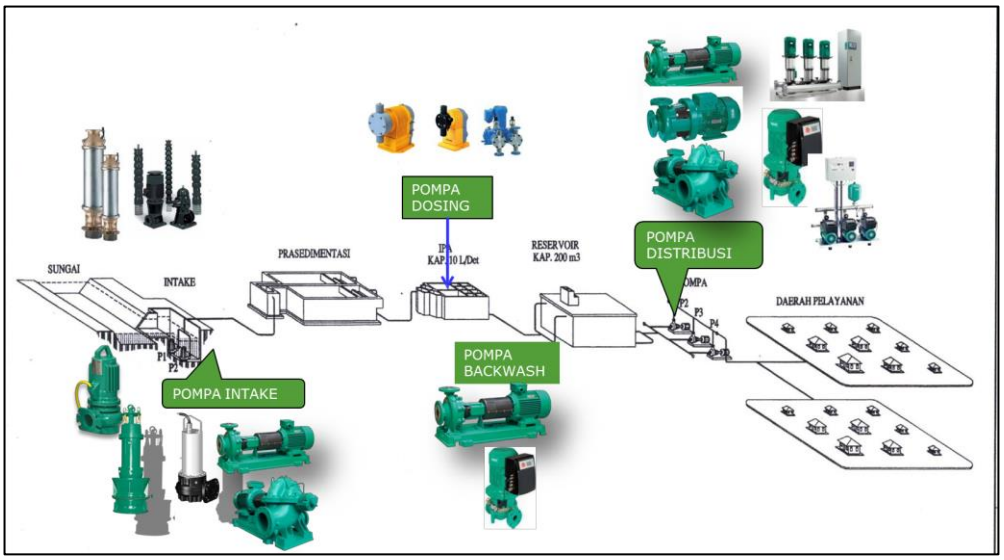
   Perencanaan elektrikal di unit produksi terdiri dari :
   - Perencanaan Panel motor pengaduk bahan kimia
   - Perencanaan Panel pompa dosing bahan kimia
   - Perencanaan Panel pompa back wash
   - Perencanaan Panel kompresor
   - Perencanaan Panel blower
   - Perencanaan Panel lampu penerangan
   - Perencanaan Penangkal petir

3. **Unit Distribusi**

   Perencanaan elektrikal di unit distribusi terdiri dari :
   - Perencanaan Panel pompa transfer
   - Perencanaan Panel pompa distribusi
   - Perencanaan Panel kompresor
   - Perencanaan Panel hoist chain
   - Perencanaan Panel penerangan
   - Perencanaan Penangkal petir

C. Pompa

Pompa yang biasa digunakan dalam SPAM adalah sebagai berikut :



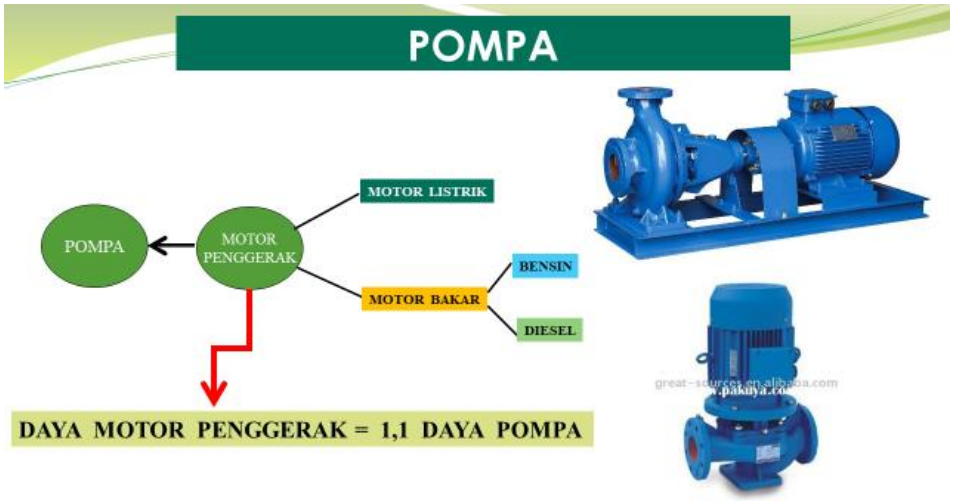
Gambar 15. Peletakan Pompa dalam SPAM

1. Pompa yang biasa digunakan untuk pompa intake adalah pompa air kotor non clog (anti tersumbat) dari jenis :
   - Pompa celup (submersible)
   - Pompa centrifugal – horizontal
   - Pompa centrifugal – vertikal
   - Pompa vertikal
2. Pompa yang biasa digunakan untuk pompa backwash adalah pompa air bersih jenis pompa centrifugal – horizontal.
3. Pompa yang biasa digunakan untuk pompa transfer, pompa distribusi, pompa booster adalah pompa air bersih dari jenis :
   - Pompa centrifugal – horizontal
   - Pompa centrifugal – vertikal
   - Pompa vertikal
4. Pompa dosing bahan kimia yang biasa digunakan adalah :
   - Selenoid dosing pump
   - Plunger metering pump
   - Diapfragm metering pump
5. Pompa yang biasa digunakan untuk sumur bor adalah pompa submersible khusus untuk pompa sumur bor.

6. Pengaduk bahan kimia biasanya menggunakan motor listrik dan stir (pengaduk) yang terbuat dari bahan anti karat.

1. Prinsip daya pompa dan daya motor penggerak.

Pompa adalah mesin yang digerakkan oleh motor listrik atau mesin penggerak yang lain (motor bensin, motor diesel, dll) untuk memindahkan cairan/fluida dari satu tempat ke tempat lain melalui sistem perpipaan. Prinsip yang harus diterapkan adalah bahwa daya motor penggerak harus lebih besar dari daya pompa yang digerakkan. Pada umumnya daya motor dihitung sekitar 110 % dari daya pompa.



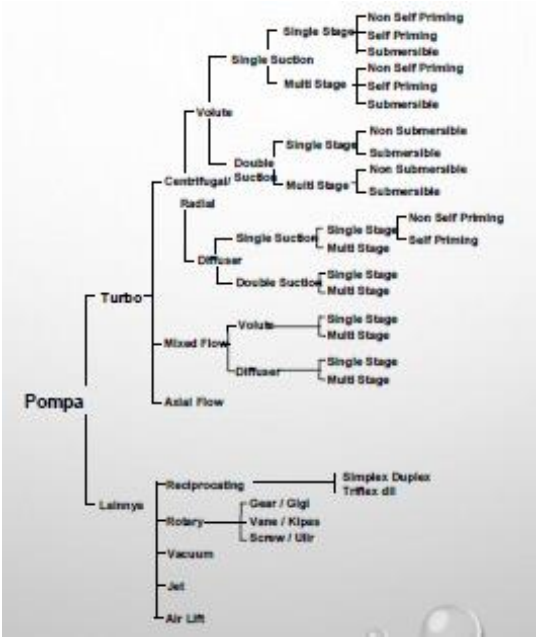
Gambar 16. Prinsip Daya Pompa dan Motor Penggerak

2. Jenis Pompa

Pompa adalah mesin yang memberikan energi (head/tekanan) kepada air, sehingga air dapat mengalir:

- Ke tempat yang lebih tinggi.
- lebih cepat
- Hasil kerja : debit (l/det, m3/menit, ft3/sec dll), Head/tekanan (m, ft)

Jenis dan klasifikasi pompa adalah sebagai berikut :



Gambar 17. Jenis Pompa

Jenis pompa yang sering digunakan dalam SPAM adalah jenis pompa centrifugal yang aplikasinya untuk :

- Pompa centrifugal (horizontal dan vertikal)
- Pompa submersible (pompa celup)

Ditinjau dari jumlah impeler yang dipasang pompa centrifugal dikenal dengan :

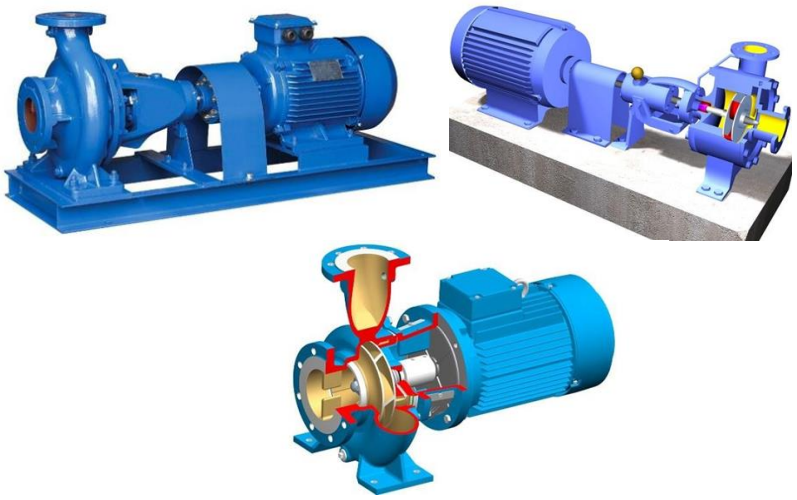
- Pompa single stage (satu impeler) untuk head pompa yang rendah, biasanya maksimal 40 m.
- Pompa multi stage (impeler ganda) untuk head pompa yang tinggi, 40 m keatas.

Ditinjau dari jenis air yang dipompa pompa centrifugal dikenal dengan :

- Pompa air kotor atau non clog (anti tersumbat) yang digunakan untuk pompa air baku dan pompa air kotor.
- Pompa air bersih yang digunakan untuk pompa air bersih seperti pompa transfer, pompa distribusi, pompa booster, pompa back wash da pompa service.

Ditinjau dari pipa hisap (suction pipa) pompa centrifugal dikenal dengan :

- Pompa centrifugal-horizontal-end suction



Gambar 18. Pompa Centrifugal Horizontal, End Suction, Single Stage

Pompa jenis ini biasanya untuk kapasitas rendah sampai dengan sedang, sekitar 50 l/det.

- Pompa centrifugal-horizontal-split case



Gambar 19. Pompa Centrifugal Horizontal, Split Case

Pompa ini digunakan untuk kapasitas yang besar.

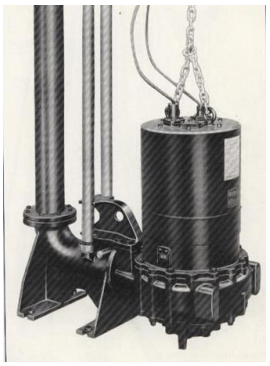
- Pompa centrifugal-verical



Gambar 20. Pompa Centrifugal, Vertical, Single Stage



Gambar 21. Pompa Centrifugal, Vertical, Single Stage, Variable Speed



Gambar 22. Pompa Submersible



Gambar 23. Pompa Submersible Untuk Sumur Bor

3. Karakteristik Pompa

Karakteristik pompa adalah sifat atau karakter pompa yang menggambarkan hubungan :

- debit,
- tekanan (head),
- daya,
- efisiensi,
- putaran,
- Diameter impeller
- Operasi paralel,
- Operasi seri.

Persamaam Hazen William.

Persamaan Hazen William adalah yang paling umum dipakai untuk menghitung kehilangan tekanan untuk pipa dengan diameter besar, yaitu diatas 100 mm. Selain itu rumus ini sering dipakai karena mudah dipakai.

Rumus Hazen William adalah yang paling populer digunakan pada perhitungan perpipaan :

$$Q = 0{,}278 \times C \times d^{2{,}63} \times I^{0{,}54}$$

$$Hf = 10.666 \times L \times Q^{1.85} / C^{1.85} \times D^{4.87}$$

Dimana :

Q = Kapasitas aliran, dalam m3/detik

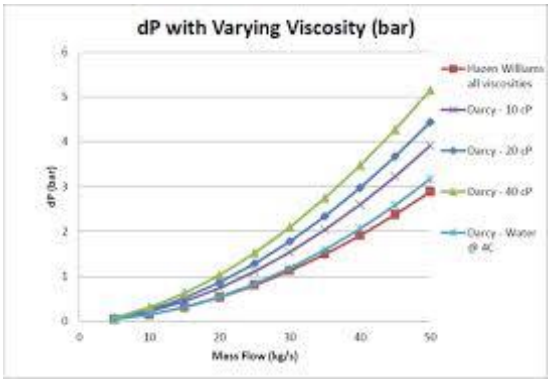
Hf = kehilangan tekanan

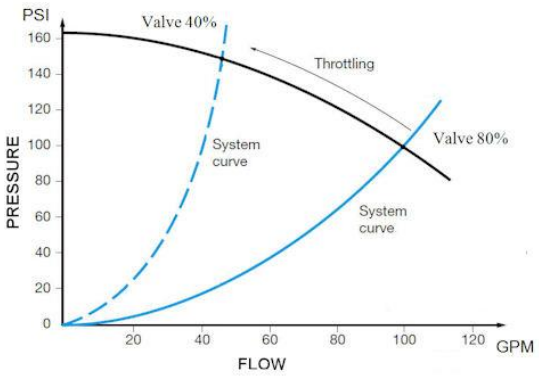
d = Diameter pipa, dalam m

I = Hydraulic gradient, dalam m/m

C = koefisien pipa, tergantung dari kekasaran didinding dalam

Kurva sistem pipa :



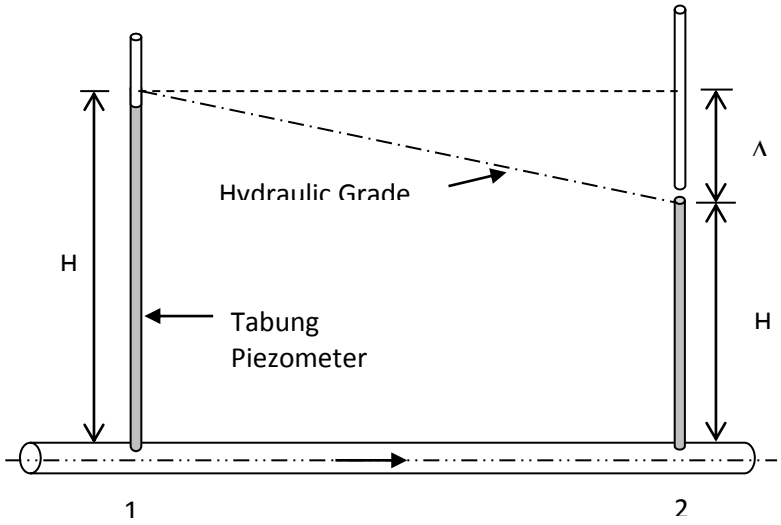


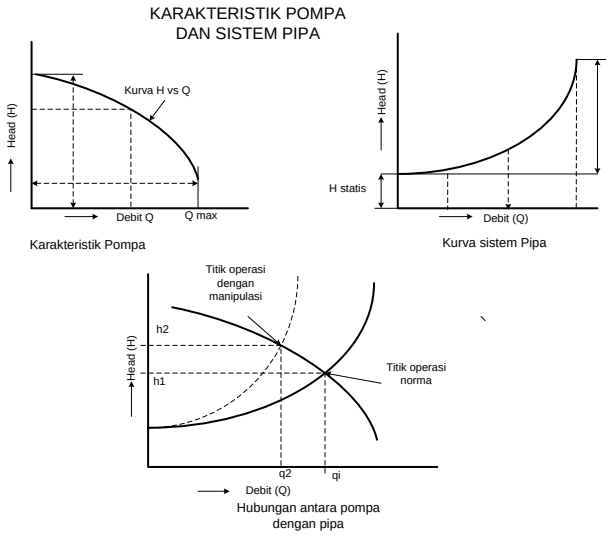
Gambar 24. Kurva Sistem Pipa

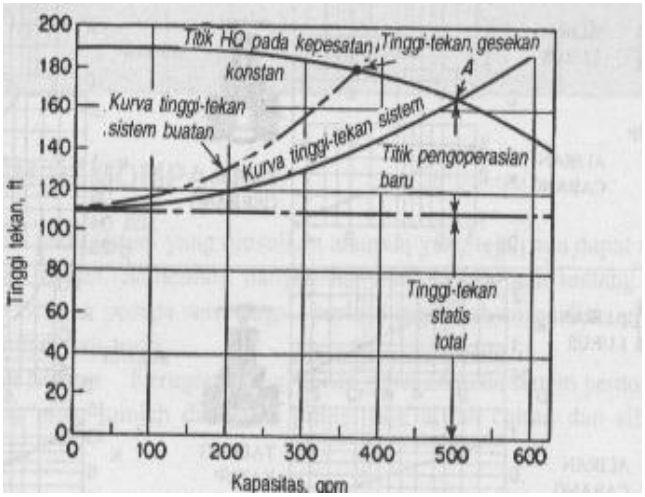
Tabel 1. Koefisien Hazen William

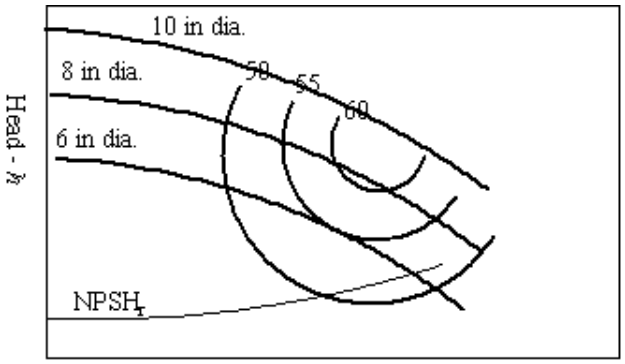
No	Jenis (Material)Pipa	Nilai C Perencanaan
1.	Asbes Cement	120
2.	Poly Vinil Chloride (PVC)	120 -140
3.	High Density Poly Ethylene (HDPE)	130
4.	Medium Density Poly Ethylene (MDPE)	130
5.	Ductile Cast Iron Pipe (DCIP)	110

No	Jenis (Material)Pipa	Nilai C Perencanaan
6.	Besi Tuang, cast Iron (CIP)	110
7.	Galvinized Iron Pipe (GIP)	110
8.	Steel Pipe (Pipa Baja)	110

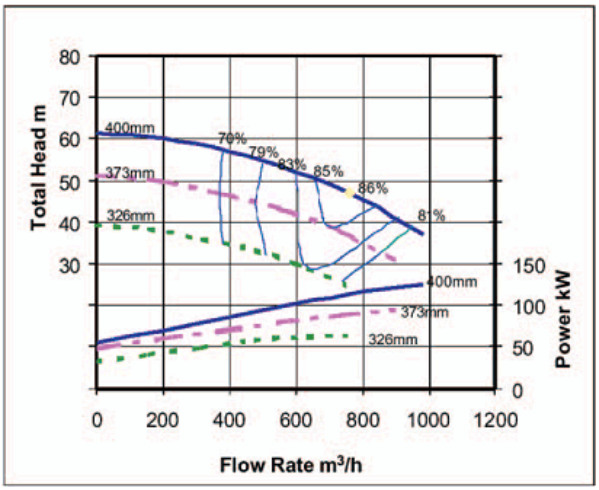


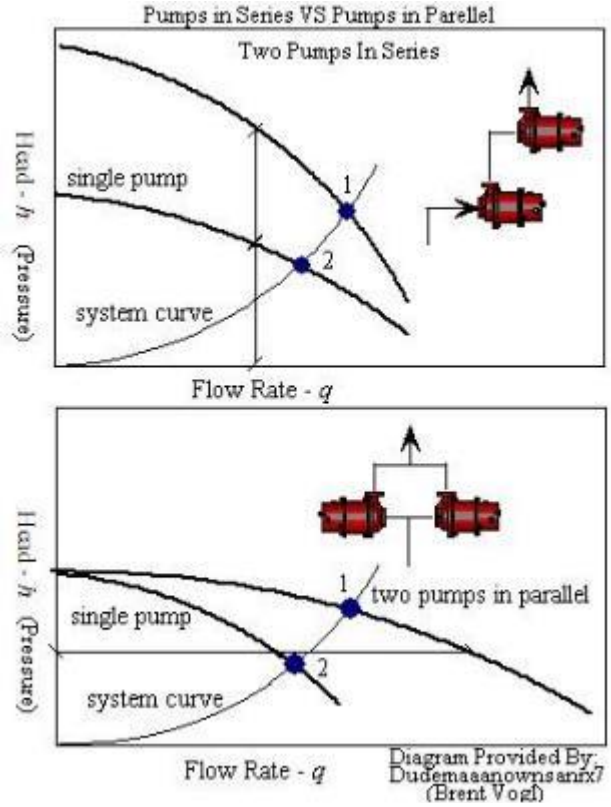


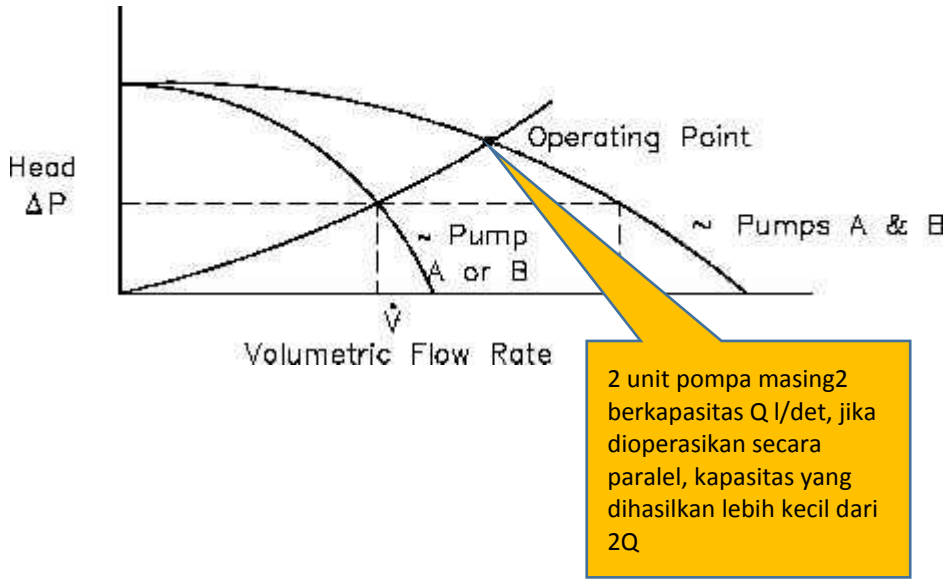




www.engineeringtoolbox.com







2 unit pompa masing2 berkapasitas Q l/det, jika dioperasikan secara paralel, kapasitas yang dihasilkan lebih kecil dari 2Q

4. Perhitungan daya pompa

Pompa yang digerakkan oleh motor listrik cara kerjanya sebagai berikut :

- Motor listrik digerakkan dengan enersi listrik dari PLN atau genset. Daya listrik untuk menggerakkan pompa dihitung dengan rumus :

  P = V x I x V3 (VA)
  = V x I x V3 cos ϕ (W)

  Dimana:
  P = power, daya motor (VA/Watt)
  V = voltase/tegangan listrik (Volt)
  I = arus listrik (Ampere)

- Daya listrik diubah menjadi daya putar (mekanik) poros motor yang dihitung dengan rumus :

  P = m X n (HP / KW)
  M = Torsi / Momen puntir
  = F x L (newton.meter)

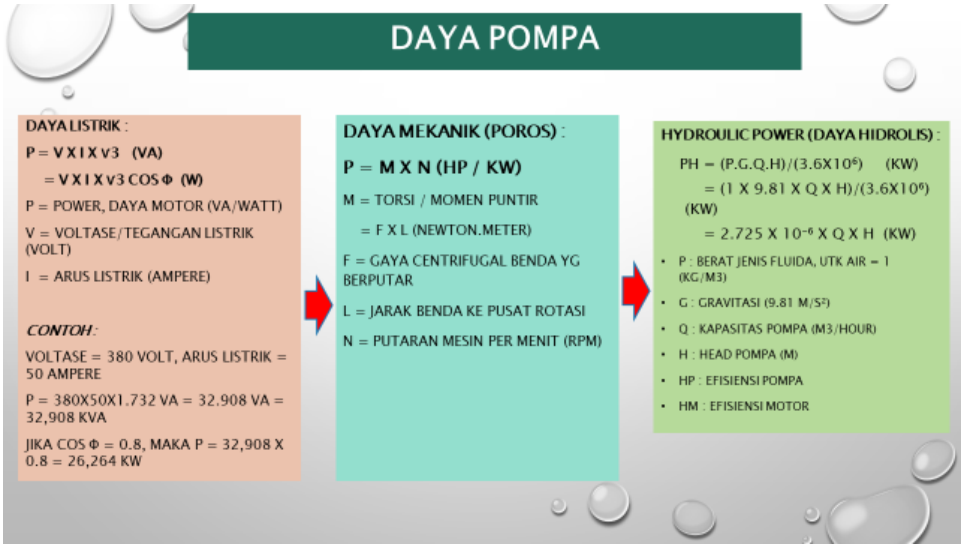
  Dimana:
  F = gaya centrifugal benda yg berputar
  L = jarak benda ke pusat rotasi
  N = putaran mesin per menit (rpm)

- Daya potor poros motor digunakan untuk memutar poros pompa yang menghasilkan enersi air yang dipompa berupa debit dan tekanan pompa. Dihitung dengan rumus :

  $Ph = (\rho.g.Q.H)/(3.6x10^6)$ (KW)
  $= (1 \times 9.81 \times Q \times H)/(3.6x10^6)$ (KW)
  $= 2.725 \times 10^{-6} \times Q \times H$ (KW)

  Dimana:
  ρ : berat jenis fluida, utk air = 1 (kg/m3)
  g : gravitasi (9.81 m/s^2)
  Q : kapasitas pompa (m3/hour)
  H : head pompa (m)
  ηp : efisiensi pompa
  ηm : efisiensi motor

Perhitungan dan hubungan antara daya listrik, daya mekanik dan daya hidrolis pompa dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 25. Daya Pompa

5. Cara pemilihan pompa

Pemilihan pompa didasarkan atas :

a. Kapasitas pompa
b. Head atau tekanan pompa
c. Jenis pompa :
   - Untuk air kotor (pompa air baku) atau pompa air bersih
   - Type pompa dipasang diatas air atau pompa celup (submersible)
   - Kapasitas aliran pompa konstan atau variable
   - Untuk air tawar atau air asin
   - Lingkungan normal (jauh dari laut), lingkungan asam (air gambut, lahan gambut) atau lingkungan asin (dekat laut)

Pemilihan pompa berdasarkan impeler dan kualitas air :

Tabel 2. Pemilihan Pompa Berdasarkan Impeler dan Kualitas Air

<table>
<tr><th rowspan="2">ASAL SUMBER AIR</th><th rowspan="2">JENIS</th><th colspan="3">IMPELER</th></tr>
<tr><th>TYPE</th><th>TINGKAT</th><th>MATERIAL</th></tr>
<tr><td>Air baku (air kotor)</td><td>• Sentrifugal
• Submersible
• Turbin vertikal
• Axial</td><td>• Non cloging</td><td rowspan="2">• Single stage
• Multi stage
• Tergantung head</td><td rowspan="2">• Besi cor
• Bronz
• Baja cor</td></tr>
<tr><td>Air bersih</td><td>• Sentrifugal
• Submersible
• Turbin vertikal
• Axial</td><td>• Tertutup (close)</td></tr>
<tr><td>Sumur dalam bebas pasir</td><td>• Submersible
• Turbin vertikal</td><td rowspan="3">Tertutup
Semi open (cloging)
Tertutup</td><td rowspan="3">• TSingle stage
• Multi stage
• Tergantung head</td><td rowspan="3">• Besi cor
• Bronz</td></tr>
<tr><td>Sumur dalam me-ngandung pasir</td><td>• Submersible
• Turbin vertikal</td></tr>
<tr><td>Sumur dalam agresif</td><td>• Submersible
• Turbin vertikal</td></tr>
</table>

Pemilihan pompa berdasarkan kapasitas/debit pompa :

Tabel 3. Pemilihan Pompa Berdasarkan Kapasitas/Debit Pompa

DEBIT	JENIS	HISAPAN
Kecil (0 s.d 50 l/det)	• Sentrifugal end suction • Submersible	Tunggal
Medium (50 s.d 200 l/det)	• Sentrifugal split case • Turbin vertikal	Tunggal
Besar (>200 l/det)	• Sentrifugal split	• Ganda

DEBIT	JENIS	HISAPAN
	case • Turbin vertikal	• Tunggal • Tunggal

Pemilihan pompa berdasarkan head atau tekanan pompa :

Tabel 4. Pemilihan Pompa Berdasarkan Head/Tekanan Pompa

TOTAL HEAD	JENIS	IMPELER		
		TYPE	TINGKAT	MATERIAL
Rendah (0 s.d 10 m)	• Sentrifugal • Submersible • Turbin vertikal • Axial	• Terbuka • Axial • Tertutup	Tunggal	Tergantung kualitas air
Menengah (10 s.d 40 m)	• Sentrifugal • Submersible • Turbin vertikal	• Terbuk • Tebuka • Mixed	Tunggal	
Tinggi > 40 m	• Sentrifugal • Submersible • Turbin vertikal	• Tertutup • Radial	• Tunggal • Banyak	

Pemilihan pompa berdasarkan muka air :

Tabel 5. Pemilihan Pompa Berdasarkan Muka Air

MUKA AIR	JENIS	IMPELER		
		TYPE	TINGKAT	MATERIAL
Berfluktuasi dekat muka tanah	• Submersible • Turbin vertikal	Tergantung kualitas air	Tergantung head	Tergantung kualitas air
Stabil dekat muka tanah	• Sentrifugal			

MUKA AIR	JENIS	IMPELER		
		TYPE	TINGKAT	MATERIAL
Jauh dibawah tanah	• Submersible • Turbin vertikal			

Pemilihan pompa berdasarkan sistem penyadapan :

Tabel 6. Pemilihan Pompa Berdasarkan Sistem Penyadapan

PENYADAPAN	JENIS	PEMASANGAN	POSISI POROS
Kanal Terbuka	• Sentrifugal • Submersible • Turbin vertikal	• Diatas air • Dibawah air • Didalam air	• Horizontal • Horizontal • Vertikal
Dalam Sumuran	• Submersible • Turbin vertikal	Didalam air	Vertikal
Pengambilan Langsung	• Submersible • Turbin vertikal	Didalam air	• Vertikal • Miring
Sumur Dalam	• Submersible • Turbin vertikal	Didalam air	Vertikal

Pemilihan pompa berdasarkan kondisi ruangan :

Tabel 7. Pemilihan Pompa Berdasarkan Kondisi Ruangan

KONDISI	JENIS	POSISI PEMASANGAN
Cukup Luas	• Sentrifugal • Submersible • Turbin vertikal • Axial	Horizontal Miring
Terbatas	• Submersible • Turbin vertikal	Vertikal
Sangat terbatas	• Turbin vertikal	Vertikal

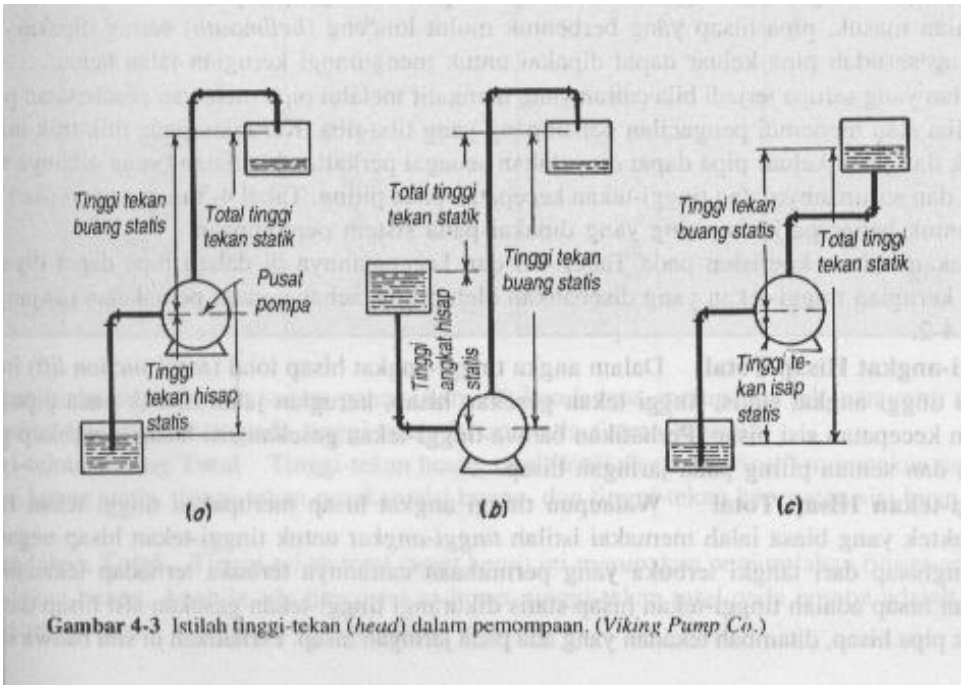
Pemilihan pompa berdasarkan debit :

Tabel 8. Pemilihan Pompa Berdasarkan Debit

KONDISI	JENIS	HISAPAN
Kecil (0 s.d 30 l/det)	• Sentrifugal • Submersible	Tunggal
Medium (30 s.d 200 l/det)	• Sentrifygal • Turbin vertikal • Axial	Tunggal
Besar (>200 l/det)	• Sentrifugal • Turbin vertikal • Axial	• Ganda • Tunggal • Tunggal

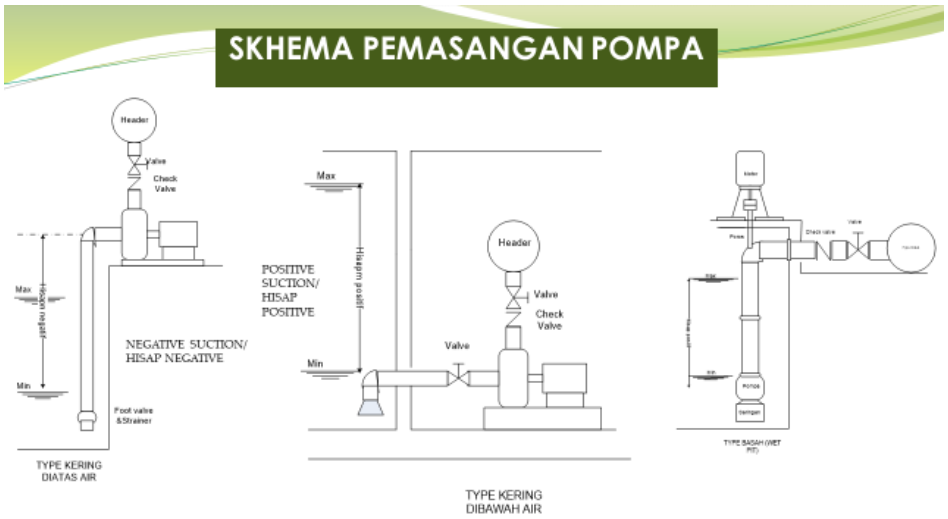
6. Instalasi Pompa

Skema pemasangan pompa dapat digambarkan sebagai berikut :

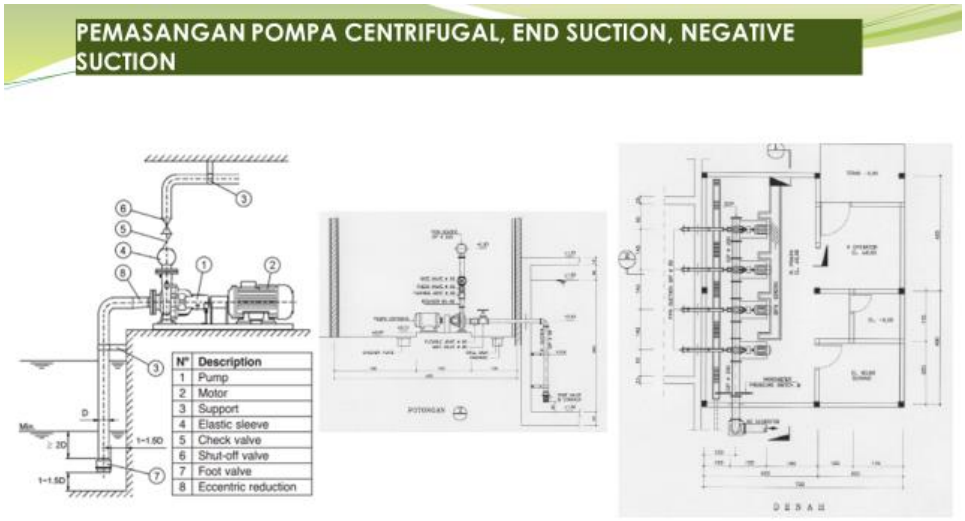


Gambar 4-3 Istilah tinggi-tekan (*head*) dalam pemompaan. (*Viking Pump Co.*)

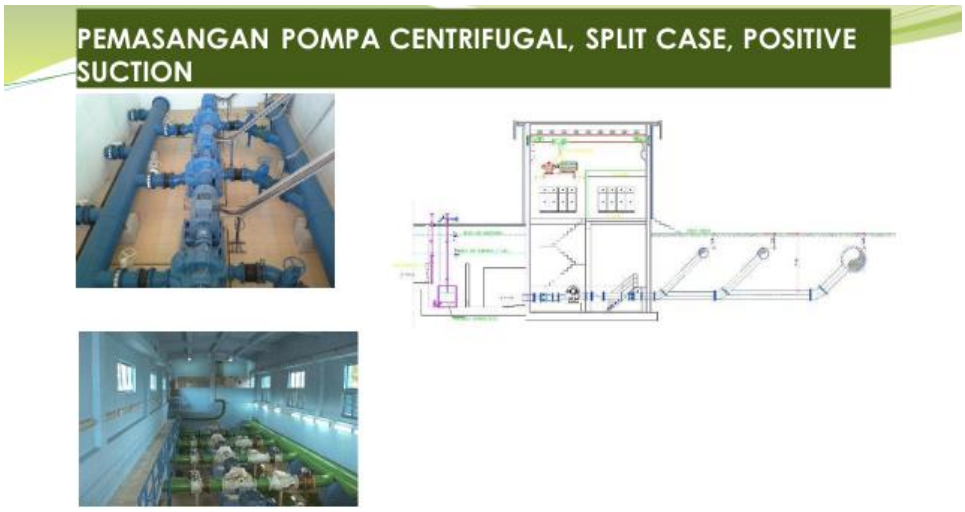
Gambar 26. Skema Pemasangan Pompa (1)



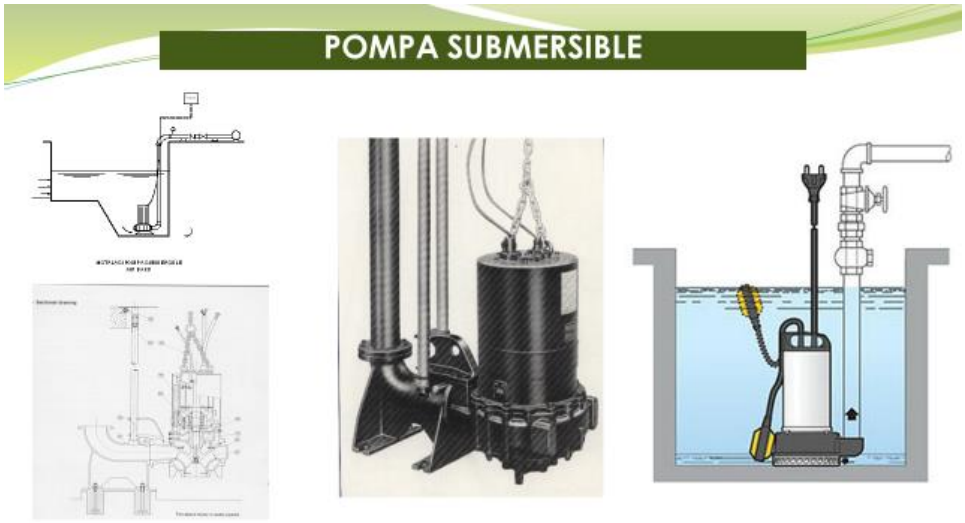
Gambar 27. Skema Pemasangan Pompa (2)



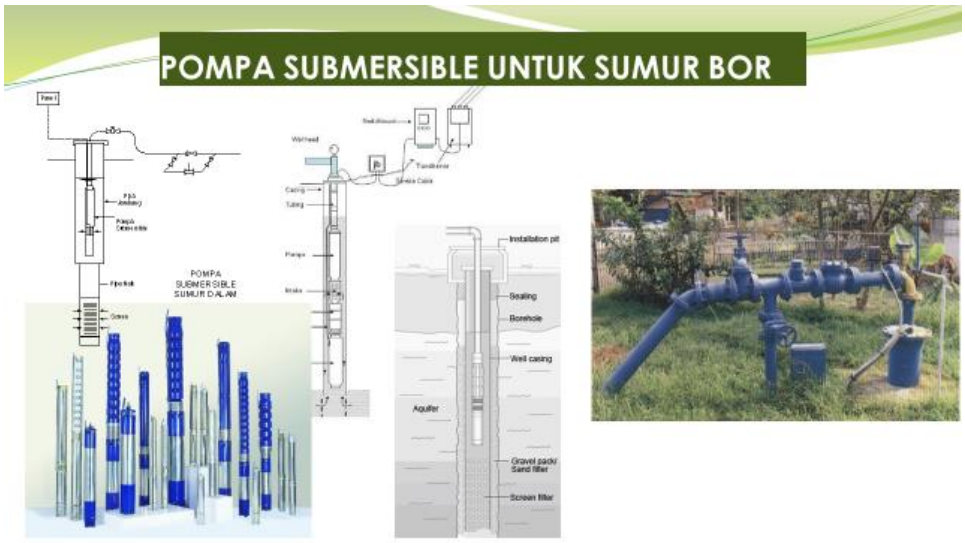
Gambar 28. Pemasangan Pompa Centrifugal, End Suction, Negative Suction



Gambar 29. Pemasangan Pompa Centrifugal, Split Case, Positive Suction



Gambar 30. Pompa Submersible



Gambar 31. Pompa Submersible Untuk Sumur Bor

Contoh instalasi pemasangan pompa :

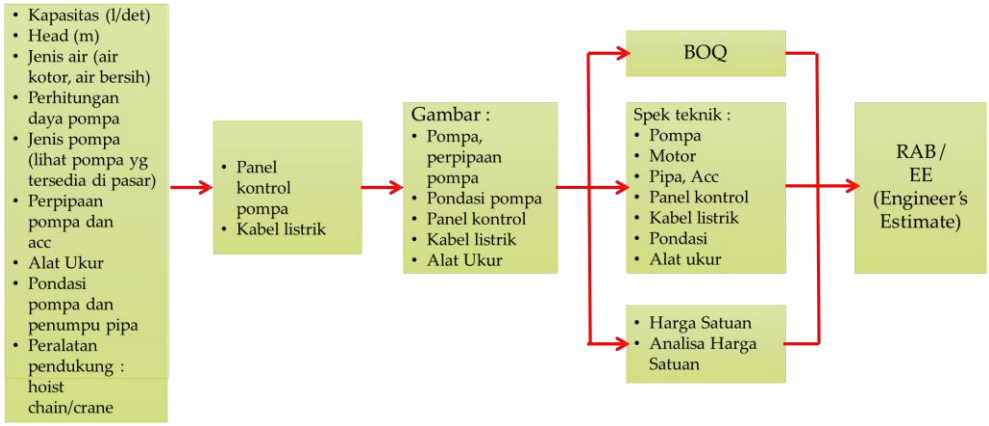


Gambar 32. Instalasi Pompa

7. Perencanaan Pompa

Perencanaan pompa meliputi pompa air baku, pompa sumur bor, pompa back wash, pompa transmisi, pompa distribusi, pompa booster

Tata cara perencanaan pompa dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 33. Perencanaan Pompa

- Perhitungan kapasitas dan tekanan pompa.
- Perhitungan daya pompa.
- Jenis air yang dipompa (air bersih, air kotor).
- Perencanaan jenis dan type pompa.
- Pemilihan pompa yang ada di pasaran.
- Perencanaan perpipaan dan accersories perpipaan.
- Perencanaan alat ukur aliran air (kapasitas dan tekanan).
- Perhitungan pondasi pompa dan penumpu pipa dan accesories perpipaan.
- Perencanaan alat bantu pengangkat pompa (hoist chain).
- Direncanakan panel pompa dan kabel listrik yang akan digunakan.
- Dibuat gambar detail pemasangan pompa yang terdiri dari pompa, pondasi pompa, perpipaan pompa, panel pompa, kabel listrik, instalasi hoist chain.
- Dari gambar detail tersebut bisa dihitung volume pekerjaan atau BOQ (bill of quantity).
- Ditentukan spesifikasi teknik dari semua komponen pompa yang terdiri dari : pompa, motor listrik, panel kontrol, kabel listrik, pondasi mesin, perpipaan pompa.
- Dari spesifikasi teknik komponen pompa ini digunakan untuk menghitung harga satuan barang dan analisa harga satuan sesuai dengan harga barang yang ada di pasaran.

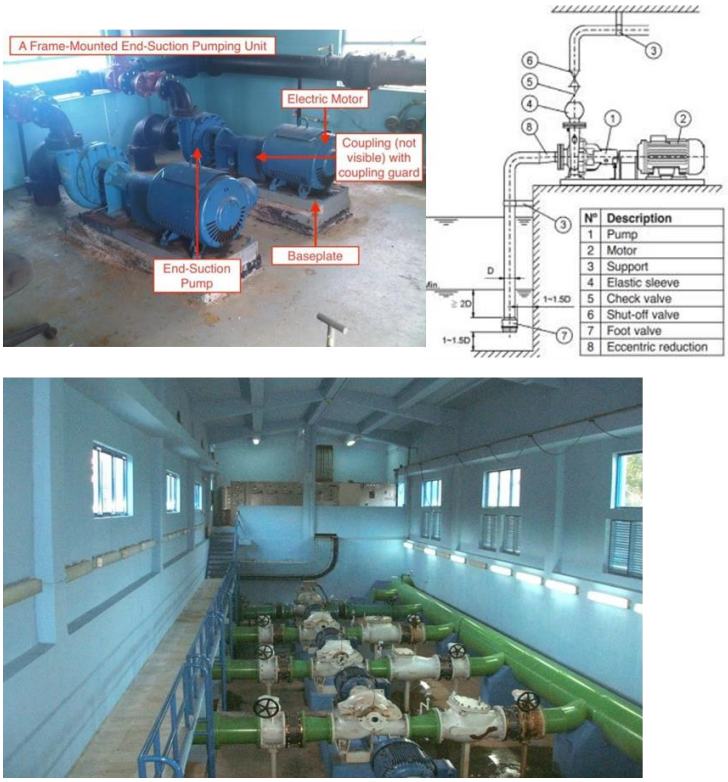
- Berdasarkan BOQ dan analisa harga satuan bisa dihitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) atau Perkiraan Harga atau Engineer's estimate (EE).

8. Pemasangan Pompa Centrifugal

Komponen instalasi pemasangan pompa centrifugal terdiri dari :

- Pondasi pompa
- Pipa hisap (suction pipe), excentric reducer
- Foot valve untuk negative suction
- Pipa keluar (discharge pipe)
- Check valve dan gate valve pada discharge pipe
- Manometer pada discharge pipe
- Valve pada positive suction pipe
- Flexible joint pada pipa hisap dan pipa keluar
- Dresser / giboult join pada suction pipe dan discharge pipe
- Supporting pipe untuk suction pipe dan discharge pipe
- Saluran air bocoran operasi pompa
- Saluran kabel
- Motor Control Panel
- Grounding untuk pompa dan Control Panel
- Hoist chain/crane untuk pemasangan dan perawatan pompa

Material pompa disesuaikan dengan kondisi air. Jika airnya bersifat asam dan mudah karatan, maka material pompa, pipa accesories dipilih yang tahan karat.



Gambar 34. Pemasangan Pompa Centrifugal

9. Pemasangan Pompa Submersible

Komponen instalasi pemasangan pompa submersible terdiri dari :

- Guide railing pipa (pipa pengarah pemasangan pompa)
- Crane dan rantai untuk menurunkan dan mengankat pompa
- Pondasi dudukan bend pompa
- Kabel pompa
- Motor Control Panel
- Water level switch pompa
- Ruang pompa yang cukup untuk pemasangan dan pemeliharaan
- Check valve dan gate valve pada discharge pipe
- Manometer pada discharge pipe

- Dresser / giboult join pada suction pipe dan discharge pipe
- Supporting pipe untuk discharge pipe
- Grounding untuk Control Panel



Gambar 35. Pemasangan Pompa Submersible

10. Pondasi Mesin

Ketentuan dari pondasi mesin :

- Berat pondasi > 2,5 berat mesin
- Berat jenis beton = 2,4 → dimensi pondasi biasa

Contoh perhitungan :

Mesin genset dengan berat 500 kg, bagaimana dimensi pondasinya?

Misalkan berdasarkan data mesin genset, panjang pondasi = 1,2 m,lebar pondasi = 0,6 m,

Berat jenis = 2,4 (ton)/(m^3) = berat pondasi / volume pondasi

2,4 (ton)/(m^3) = (0,5 x 2,5) (ton)/ volume

Volume = (0,5 x 2,5)/ (2,4) (m^3) = 1,04 (m^3)

Maka tinggi pondasi = (1,04)/(1,2 x 0,6) m = 1,44 m.

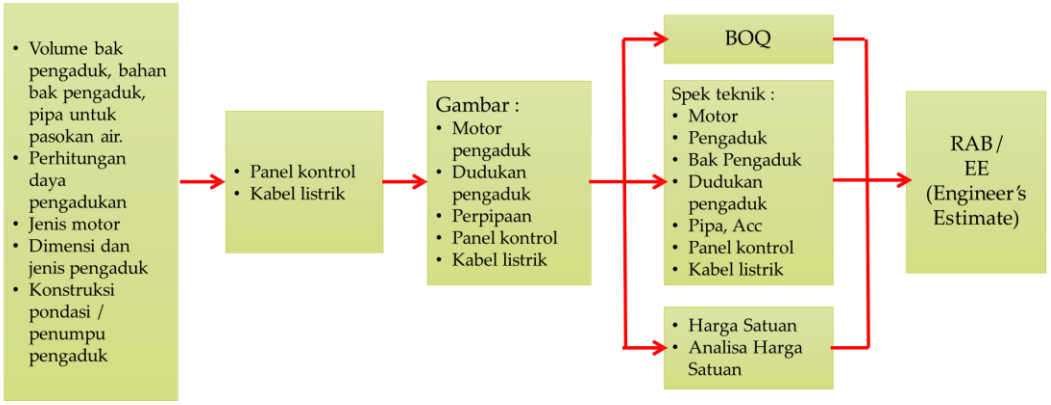
Dimensi pondasi : panjang = 1,2 m, lebar = 0,6 m, tinggi = 1,44 m



Gambar 36. Pondasi Mesin

11. Perencanaan Pengaduk Bahan Kimia

Jenis pengaduk bahan kimia yang direncanakan meliputi : pengaduk alum, soda ash dan kaporit.



Gambar 37. Perencanaan Pengaduk Bahan Kimia

12. Pemasangan Pengaduk Bahan Kimia

Prinsip perencanaan pengaduk bahan kimia meliputi :

- Material terbuat dari bahan tahan karat
- Frame atau dudukan penumpu motor pengaduk harus rigid, kuat menahan getaran motor pengaduk, terbuat dari bahan tahan karat
- Perpipaan dan fittingnya terbuat dari bahan tahan karat
- Kabel motor diselubung bahan tahan karat
- Motor Control Panel diletakkan agak jauh dari bak bahan kimia
- Ruang pengaduk bahan kimia, dan gudang bahan kimia diletakkan jauh dari peralatan- peralatan yang bisa karatan
- Grounding untuk Control Panel

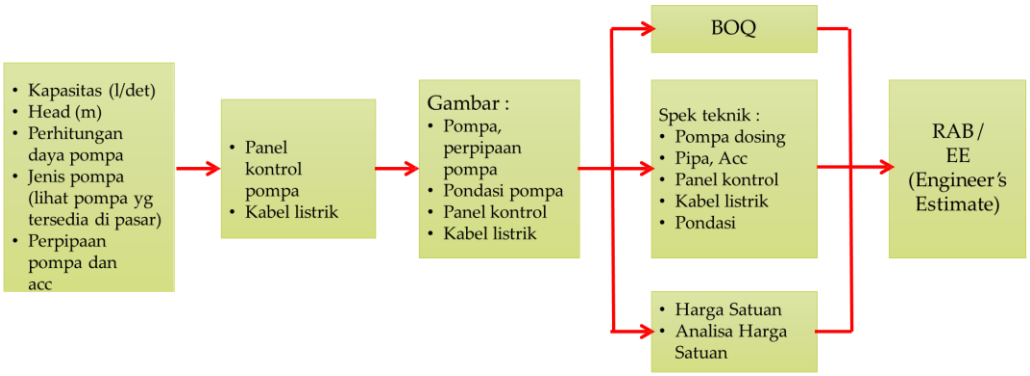




Gambar 38. Pengaduk Bahan Kimia

13. Perencanaan Pompa Dosing Bahan Kimia

Jenis pompa dosing bahan kimia yang direncanakan meliputi : pompa dosing alum, soda ash dan kaporit.



Gambar 39. Perencanaan Pompa Dosing Bahan Kimia

14. Pemasangan Pompa Dosing Bahan Kimia

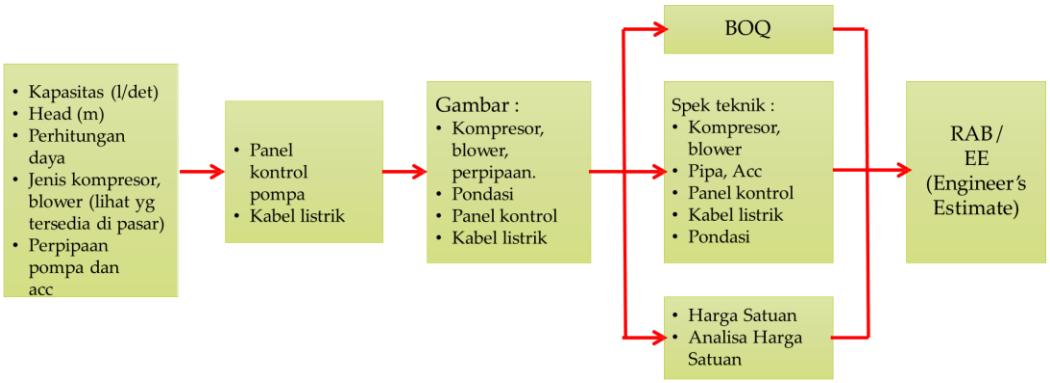
Prinsip perencanaan pompa dosing bahan kimia meliputi :

- Material terbuat dari bahan tahan karat
- Frame atau dudukan penumpu motor pengaduk harus rigid, kuat menahan getaran motor pengaduk, terbuat dari bahan tahan karat
- Perpipaan dan fittingnya terbuat dari bahan tahan karat
- Kabel motor diselubung bahan tahan karat
- Motor Control Panel diletakkan agak jauh dari bak bahan kimia
- Ruang pompa dosing bahan kimia, dan gudang bahan kimia diletakkan jauh dari peralatan-peralatan yang bisa karatan
- Grounding untuk Control Panel



Gambar 40. Pompa Dosing Bahan Kimia

15. Perencanaan Blower, Kompresor



Gambar 41. Perencanaan Kompresor, Blower

16. Panel Kontrol

Terdapat 3 syarat sehubungan dengan pemasangan panel listrik sebagai berikut:

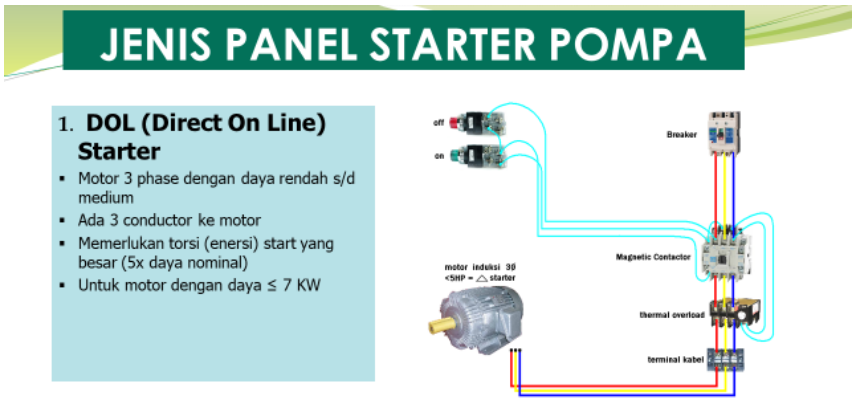
1) Aman lingkungan yaitu terhadap manusia, bangunan, dan lingkungan.
2) Memenuhi fungsi sebagai perangkat pusat dari distribusi *power* tenaga listrik sebelum didistribusikan ke pengguna listrik.
3) Sistem pengaman instalasi listrik sebagai sakelar *on/off power* listrik haruslah terpenuhi.



Gambar 42. Pemasangan Panel Listrik

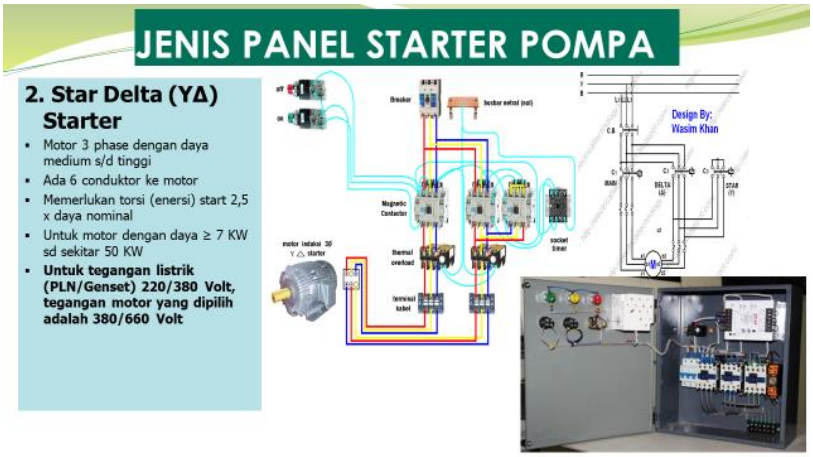
Panel pompa/motor atau MCC (motor control center) adalah alat yang digunakan untuk mengendalikan operasi (menghidupkan, monitor dan mematikan) pompa atau motor listrik. Beberapa jenis MCC yang sering digunakan dalam SPAM adalah :

1) Panel Direct On Line (DOL)



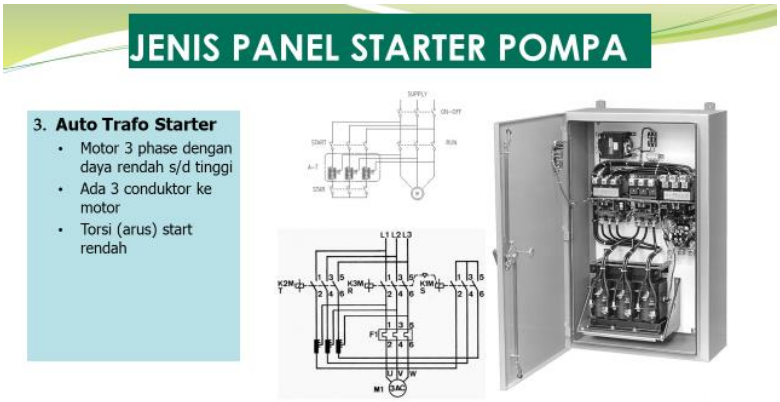
Gambar 43. Direct On Line (DOL)

2) Panel Star delta



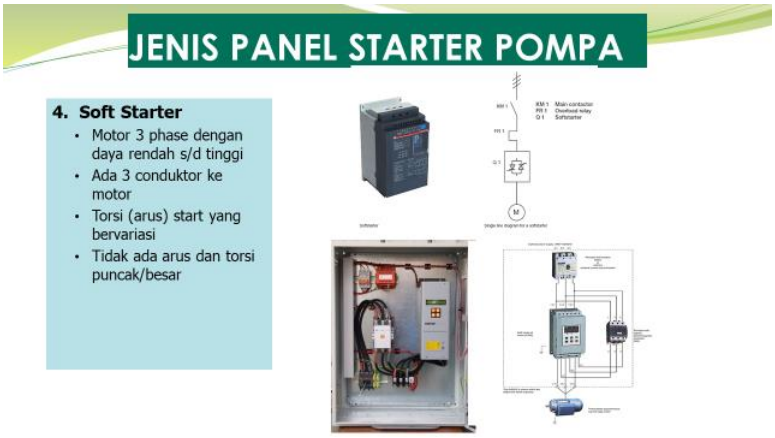
Gambar 44. Star Delta

3) Panel Autotrafo



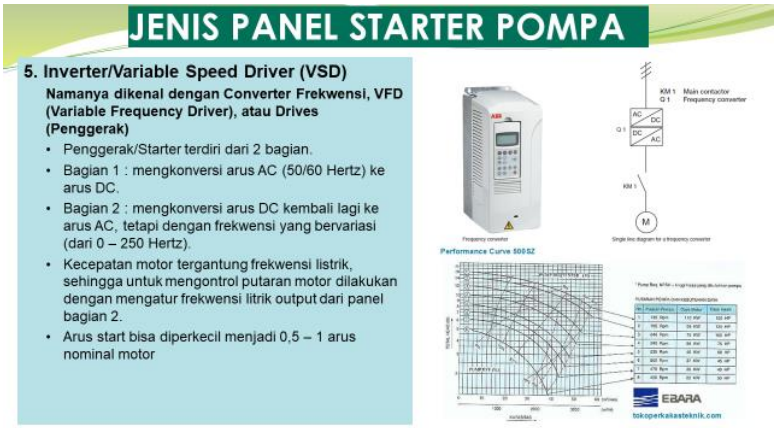
Gambar 45. Auto Trafo

4) Panel Soft Starter



Gambar 46. Soft Starter

5) Panel Inverter atau Variable Speed Driver (VSD)



Gambar 47. Inverter (Variable Speed Driver)

Untuk memahami putaran motor listrik yang bisa diubah dengan mengubah frekwensi listrik bisa dilihat dari rumus putaran motor listrik sebagai berikut :

N = (120 x f) / P

N = putaran motor (RPM)
F = frekwensi listrik (Hz)
P = jumlah kutub (pole) motor

Contoh :

- **Motor dengan 2 kutub/pole.**
  Di Indonesia, f = 50 Hz, maka putaran motor
  N = (120x50)/2 = 3,000 RPM
  Di USA, f = 60 Hz, putaran motor N = (120x60)/2 = 3,600 RPM
- **Motor dengan 4 kutub/pole.**
  Di Indonesia, f = 50 Hz, maka putaran motor
  N = (120x50)/4= 1,500 RPM
  Di USA, f = 60 Hz, putaran motor N = (120x60)/4 = 1,800 RPM

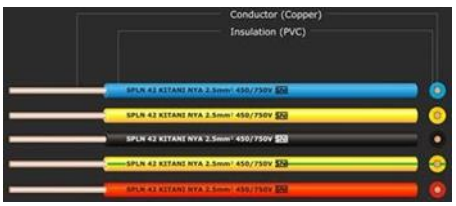
Pompa dengan putaran yang berubah-ubah digunakan untuk pompa distribusi langsung kepada masyarakat yang pola konsumsinya berubah-ubah, yaitu beban puncak pada pagi dan sore hari dan beban minimum di malam hari. Dari beberapa PDAM yang telah menggunakan pompa variable speed untuk pompa distribusi ternyata bisa berhemat pembayaran listrik sampai dengan 40 % dibandingkan dengan menggunakan pompa distribusi dengan putaran tetap.

17. Kabel Listrik

a. Jenis Kabel Listrik

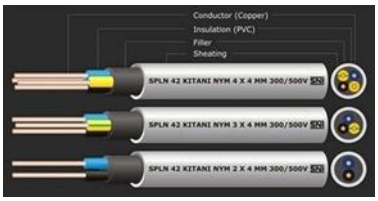
Jenis kabel listrik yang sudah dikenal dan digunakan dalam SPAM antara lain:

1) Kabel NYA
   Kabel jenis ini digunakan untuk instalasi rumah dan dalam instalasi rumah yang seringdi gunakan adalah NYA dengan ukuran 1,5 mm, 2 dan 2,5 mm.



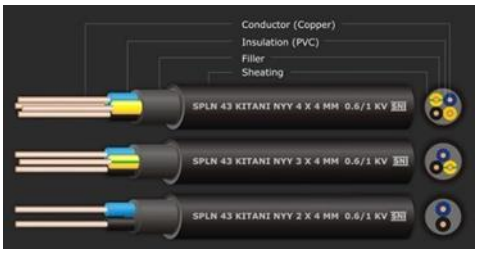
Gambar 48. Kabel NYA

2) Kabel NYM
   - Digunakan untuk kabel instalasi listrik
     rumah atau gedung dan sistem tenaga. Kabel NYM berinti lebih dari 1, memiliki lapisan isolasi PVC biasanya warna putih atau abu"abu2, ada yang berinti 2, 3 atau 4.
   - Kabel NYM memiliki lapisan isolasi dua lapis, sehingga tingkat keamanannya lebih baik dari kabel NYA, harganya lebih mahal dari NYA.
   - Kabel ini dapat dipergunakan dilingkungan yang kering dan basah, namun tidak boleh ditanam di dalam tanah. Kabel jenis ini hanya direkomendasikan khusus untuk instalasi tetap didalam bangunan yang dimana penempatannya bisa diluar/ didalam tembok ataupun di dalam pipa conduit.



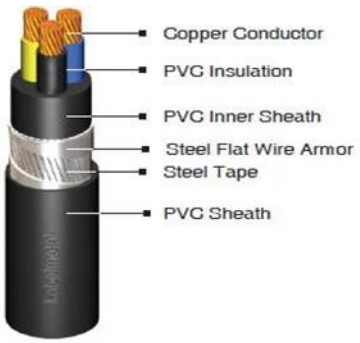
Gambar 49. Kabel NYM

3) Kabel NYY
   - Merupakan kabel standar dengan
     tembaga sebagai penghantar berselubung PVC dan berisolasi PVC. Kabel NYY memiliki lapisan isolator PVC berwarna abu atau hitam yang terdiri dari 2 sampai 4 kabel di dalamanya.
   - Kabel NYY dapat digunakan untuk instalasi bawah tanah karena mempunyai lapisan isolator yang lebih tebal, lebih kuat dari kabelNYM, dan tidak disukai tikus. Itu sebabnya harga kabel ini lebih mahal dari kabel NYM**.**



Gambar 50. Kabel NYY

4) Kabel NYFGBY
   - Kabel NYFGbY/NYRGbY/NYBY digunakan untuk instalasi bawah tanah, di dalam ruangan didalam saluran " saluran dan pada tempat " tempat terbuka dimana ganguan mekanis sangat dibutuhkan, atau untuk tekanan rentangan yang tinggi selama dipasang dan dioperasikan.
   - Berukuran (3-4)x(10-150 mm2) dengan tegangan kerja 600/1.000 Volt dan 3.500/6.000 volt.



Gambar 51. Kabel NYFGbY

5) Kabel Grounding
   Merupakan kabel untuk pentanahan (grounding)

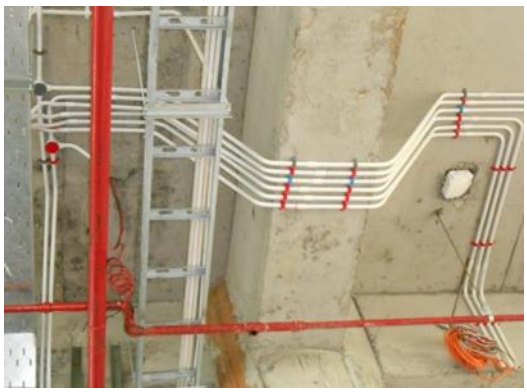


Gambar 52. Kabel Grounding

18. Pemasangan Kabel Listrik

Pemasangan kabel dapat dilakukan dengan peletakan sebagai berikut :

- Pemasangan kabel dengan konduit



Gambar 53. Pemasangan kabel dengan Konduit

- Pemasangan kabel dengan Cable Ladder



Gambar 54. Cable Ladder

- Pemasangan kabel dengan Cable Tray/Trunking



Gambar 55. Cable Tray

- Pemasangan kabel dengan Cable Duct



Gambar 56. Cable Duct

- Pemasangan kabel dengan Cable Trench



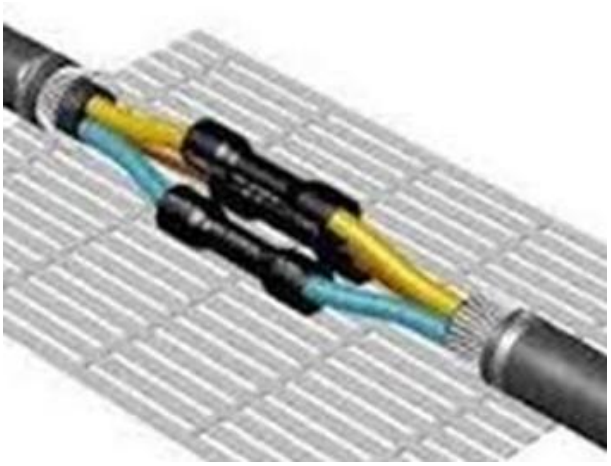
Gambar 57. Cable Trench

- Pemasangan kabel dalam Tanah



Gambar 58. Kabel Dalam Tanah

- Sambungan Kabel



Gambar 59. Sambungan Kabel

19. Perhitungan Ukuran Kabel

Daya Listrik

Untuk menghitung daya listrik (P) dapat digunakan rumus berikut ini :

P = V x I x √3 (KVA)

dengan

P = Power Motor (KVA)

V = Tegangan Motor (Volt)

I = Arus Motor (Ampere)

Besarnya arus listrik dihitung dari besarnya daya listrik motor.

Pemasangan kabel dapat dilakukan di :

- Dalam bangunan/gedung
- Di udara (digantung)
- Di dalam tanah

Dari perhitungan daya listrik dan lokasi pemasangan kabel, maka dapat ditentukan ukuran diameter kabel dan jenis kabel.

20. Kemampuan Hantar Arus

Dibawah ini dapat dilihat pada tabel untuk mengetahui kemampuan antar arus. Pemilihan ukuran kabel listrik dan jenis kabel listrik dilakukan sebagai berikut :

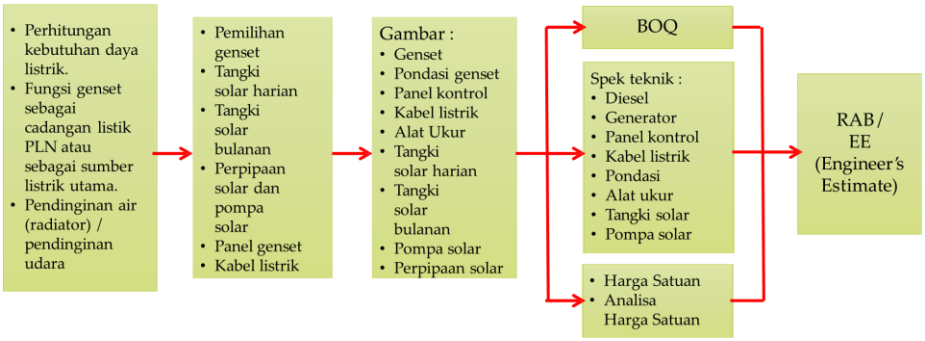
- Dihitung besarnya arus listrik berdasarkan daya motor listrik atau beban listrik.
- Ditentukan pemasangan kabel dilakukan di dalam gedung, di udara (digantung) atau ditanam dalam tanah.
- Pilih diameter kabel dalam tabel yang kapasitas pengaliran arusnya sama atau lebih besar dari arus listrik yang akan dialirkan.
- Pilih jenis kabel yang akan dipasang.

Tabel 9. Kemampuan Hantar Arus

Jenis kabel	Luas Penampang mm²	KHA terus menerus					
		Berinti tunggal		Berinti dua		Berinti tiga dan empat	
		di tanah [A]	di udara [A]	di tanah [A]	di udara [A]	di tanah [A]	di udara [A]
1	2	3	4	5	6	7	8
	1,5	40	26	31	20	26	18,5
	2,5	54	35	41	27	34	25
	4	70	46	54	37	44	34
	6	90	58	68	48	56	43
NYY	10	122	79	92	66	75	60
NYBY	16	160	105	121	89	98	80
NYFGbY							
NYCY	25	206	140	153	118	128	106
NYCWY	35	249	174	187	145	157	131
NYSY	50	296	212	222	176	185	159
NYCEY							
NYSEY	70	365	269	272	224	228	202
NYHSY	95	438	331	328	271	275	244
NYKY	120	499	386	375	314	313	282
NYKBY							
NYKFGBY	150	561	442	419	361	353	324
NYKRGbY	185	637	511	475	412	399	371
	240	743	612	550	484	464	436
	300	843	707	525	590	524	481
	400	986	859	605	710	600	560
	500	1125	1000	-	-	-	-

21. Perencanaan Genset

Tata cara perencanaan genset dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 60. Perencanaan Genset

- Perhitungan kebutuhan daya listrik dari semua perlalatan mekanikal dan elektrikal yang dipasang dalam SPAM.
- Penetapan fungsi genset sebagai tenaga listrik cadangan atau sebagai tenaga listrik utama.
- Dipilih type genset (type open, type silence, attau type mobile).
- Dipilih sistem pendinginan mesin diesel (pendinginan air/radiator, atau pendinginan udara).
- Dihitung volume tangki solar harian dan bulanan berdasarkan kapasitas genset dan jumlah jam operasi per hari.
- Dipilih pipa saluran solar dari tangki bulanan ke tangki harian berikut pompa solarnya.
- Dihitung ukurn pondasi genset
- Direncanakan panel genset dan kabel listrik yang akan digunakan.
- Dibuat gambar detail pemasangan genset yang terdiri dari genset, pondasi genset, panel genset, kabel listrik, tangki solar harian, tangki solar bulanan, pompa solar, perpipaan solar
- Dari gambar detail tersebut bisa dihitung volume pekerjaan atau BOQ (bill of quantity).
- Ditentukan spesifikasi teknik dari semua komponen genset yang terdiri dari : mesin diesel, generator, panel kontrol, kabel listrik, pondasi mesin, tangki solar, perpipaan solar dan pompa solar.

- Dari spesifikasi teknik komponen genset ini digunakan untuk menghitung harga satuan barang dan analisa harga satuan sesuai dengan harga barang yang ada di pasaran.
- Berdasarkan BOQ dan analisa harga satuan bisa dihitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) atau Perkiraan Harga atau Engineer's estimate (EE).

Berikut ini merupakan beberapa gambar contoh genset.



Gambar 61. Instalasi Genset



Gambar 62. Genset Type Open



Gambar 63. Genset Type Silent



Gambar 64. Genset Type Mobile



Gambar 65. Trafo PLN



Gambar 66. Panel Cubical PLN

22. Perhitungan Daya Listrik

Besarnya daya listrik dihitung dari kebutuhan daya listrik dari semua peralatan yang dipasang :

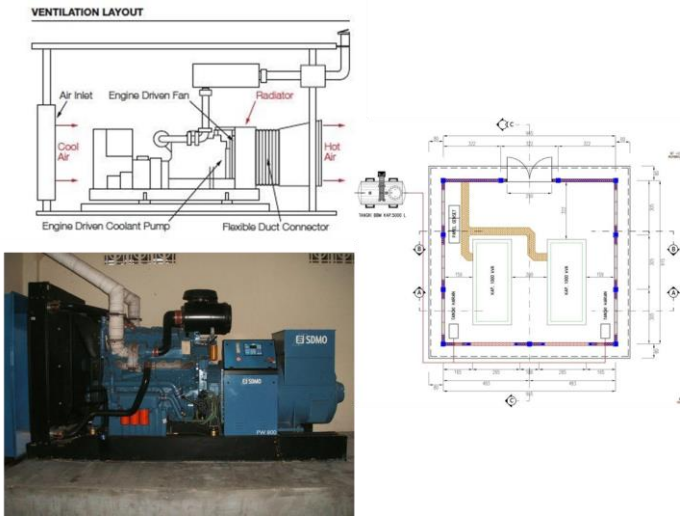
- Pompa intake
- Pompa penguras lumpur intake
- Pompa back wash
- Pompa air kotor sdb
- Pompa penguras ruang pompa back wash
- Pompa transmisi
- Pompa booster

- Pompa distribusi
- Pompa service di unit air baku, unit produksi, unit distribusi
- Pengaduk koagulan
- Pengaduk soda ash/kapur tohor
- Pengaduk desinfektan
- Pompa dosing koagulan
- Pompa dosing soda ash
- Pompa dosing kaporit
- Khlorinasi dengan gas
- Khlorinasi dengan electro chlorinasi
- Lampu dalam gedung
- Lampu penerangan halaman
- Ac dalam gedung
- Fan
- SCADA

23. Pemasangan Genset

Komponen instalasi pemasangan terdiri dari :

- Pondasi genset
- Pipa pembuang gas dan knalpot (silencer)
- Ducting canvas untuk pembuangan udara dari radiator diesel
- Ventilasi rumah genset
- Tangki solar harian
- Tangki solar bulanan
- Perpipaan solar dari tangki solar bulanan ke tangki solar harian
- Pompa solar ke tangki solar harian
- Saluran kabel listrik
- Control panel genset
- Change Over Switch (COS)
- Grounding panel dan genset
- Ruang genset cukup untuk operasi dan pemeliharaan



Gambar 67. Pemasangan Genset

24. Perencanaan Instalasi Listrik

Perencanaan instalasi listrik harus mengacu dan memenuhi ketentuan dalam PUIL (Peraturan Umum Instalasi Listrik). Rancangan instalasi listrik adalah berkas gambar rancangan dan uraian teknik yang digunakan sebagai pedoman untuk melaksanakan pemasangan suatu instalasi listrik.

Rancangan instalasi listrik harus dibuat dengan jelas, serta mudah dibaca dan dipahami oleh para teknisi listrik. Rancangan instalasi listrik terdiri dari :

a. Gambar situasi

Menunjukkan dengan jelas letak gedung atau bangunan tempat instalasi tersebut akan dipasang dan rancangan penyambungannya dengan sumber tenaga listrik.

b. Gambar instalasi

Gambar instalasi listrik meliputi :

- Rancangan tata letak yang menunjukkan dengan jelas letak perlengkapan listrik beserta sarana kendalinya (pelayanannya), sperti titik lampu, kotak kontak, sakelar, motor listrik, PHB (Panel Hubung Bagi) dan lain-lain

- Rancangan hubungan perlengkapan listrik dengan kabel pengendaliannya seperti hubungan lampu dengan sakelarnya, motor dengan pengasutnya, dan dengan kabel pengatur kecepatannya, yang merupakan bagian dari sirkuit (rangkaian) akhir atau cabang sirkuit akhir.
- Gambar hubungan antara bagian sirkuit akhir tersebut dan PHB yang bersangkutan, ataupun pemberian tanda dan keterangan yang jelas mengenai hubungan tersebut.
- Tanda ataupun keterangan yang jelas mengenai setiap perlengkapan listrik.

c. Diagram garis tunggal (single line diagram)

Diagaram garis tunggal meliputi :

- Diagram PHB lengkap dengan keterangan mengenai ukuran dan besaran pengenal komponennya.
- Keterangan mengenai jenis dan besar beban yang terpasang dan pembagiannya.
- Sistem pembumian (grounding).
- Ukuran dan jenis penghantar yang dipakai.

d. Gambar rinci (detail)

- Perkiraan ukuran fisik PHB.
- Cara pemasangan perlengkapan listrik.
- Cara pemasangan kabel.
- Cara kerja instalasi kendali.
- Gambar rinci dapat juga dilengkapi dengan keterangan dan uraian.

e. Perhitungan teknis

Perhiitungan teknis bila dianggap perlu meliputi antara lain :

- Susut (penurunan) tegangan.
- Perbaikan faktor daya.
- Beban terpasang dan kebutuhan maksimum.
- Arus hubung pendek dan daya hubung pendek.
- Tingkat penerangan

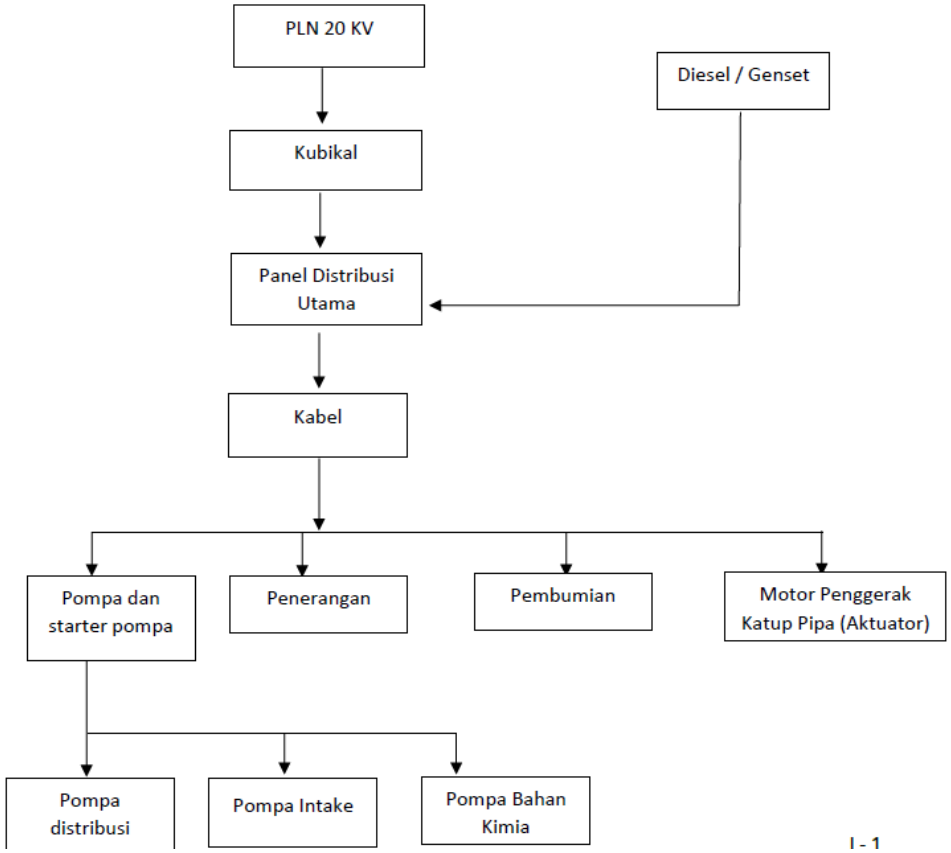
f. Tabel bahan instalasi

- Jumlah dan jenis kabel, penghantar dan perlengkapan.
- Jumlah dan jenis perlengkapan bantu.
- Jumlah dan jenis PHB.
- Jumlah dan jenis lumier lampu.

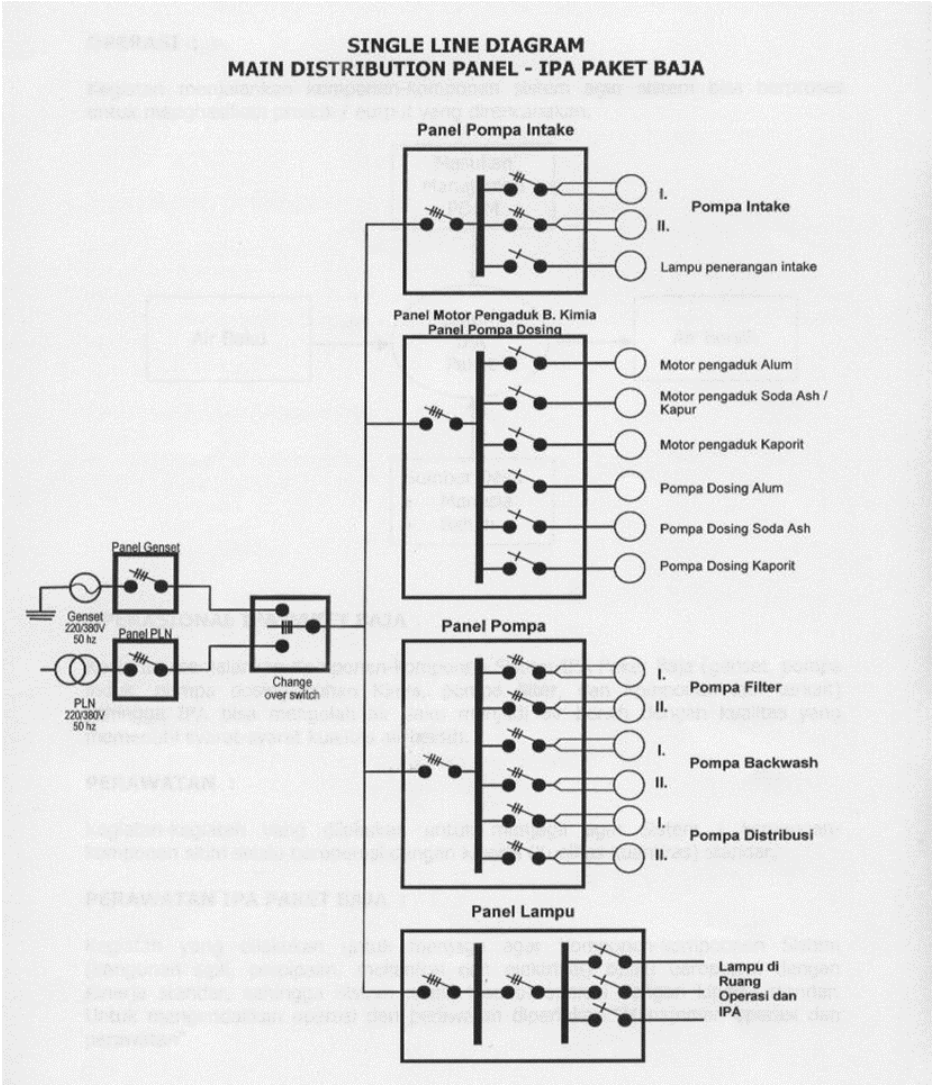
g. Uraian teknis

- Ketentuan tentang sistem proteksi.
- Ketentuan teknis perlengkapan listrik yang dipasang dan cara pemaangannya.
- Cara pengujian.
- Jadwal waktu pelaksanaan.

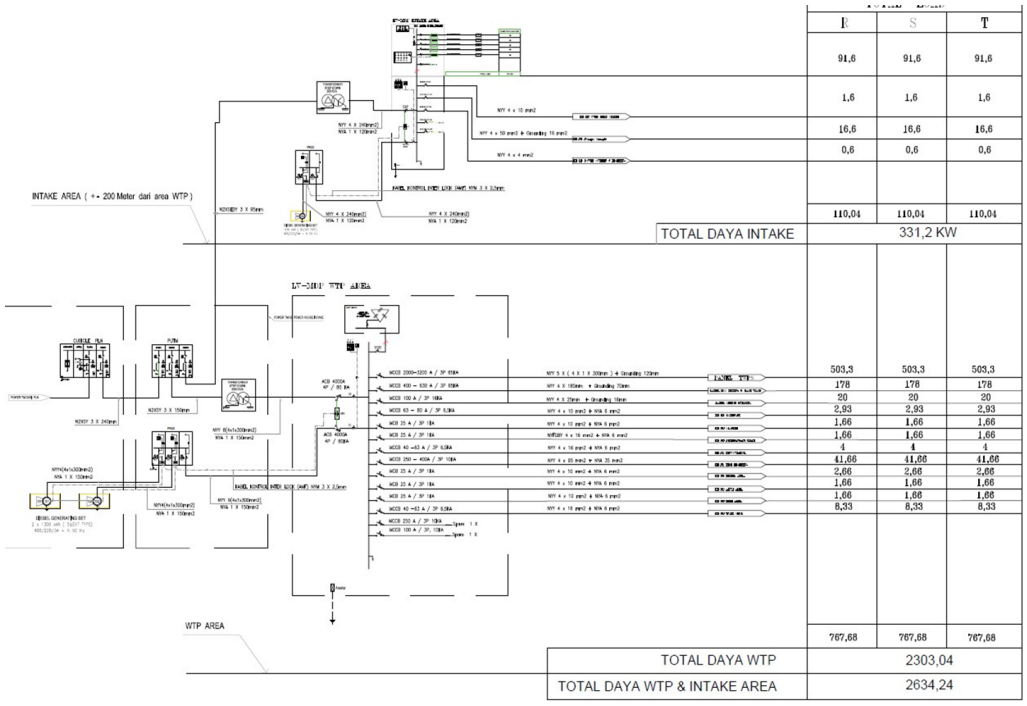
Penyaluran aliran listrik dari sumber listrik yang berasal dari PLN dan genset secara skhematis dapat digambarkan sebagai berikut :



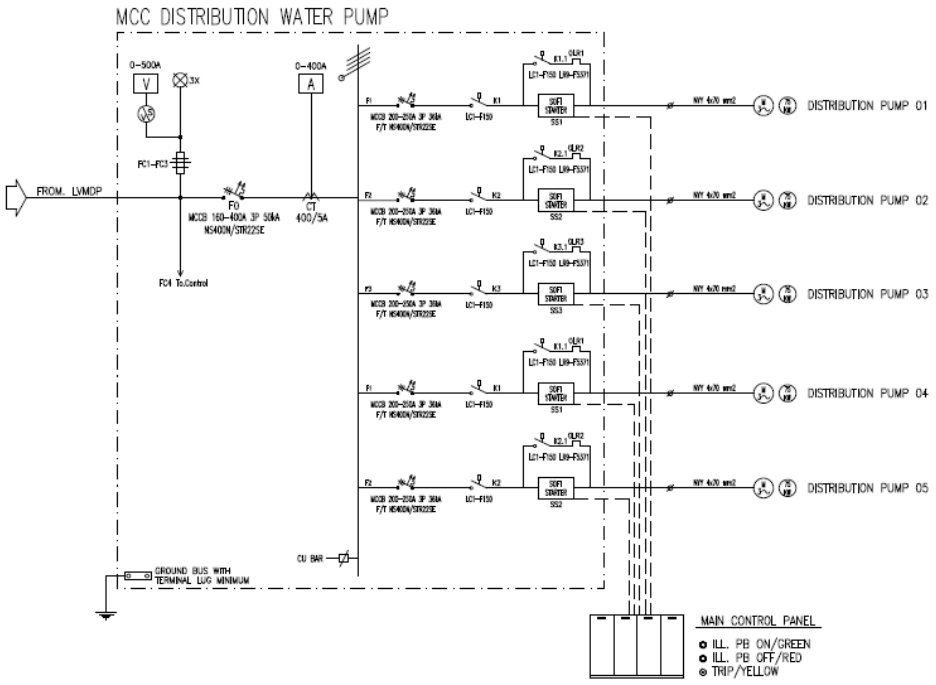
Gambar 68. Gambar Kelistrikan

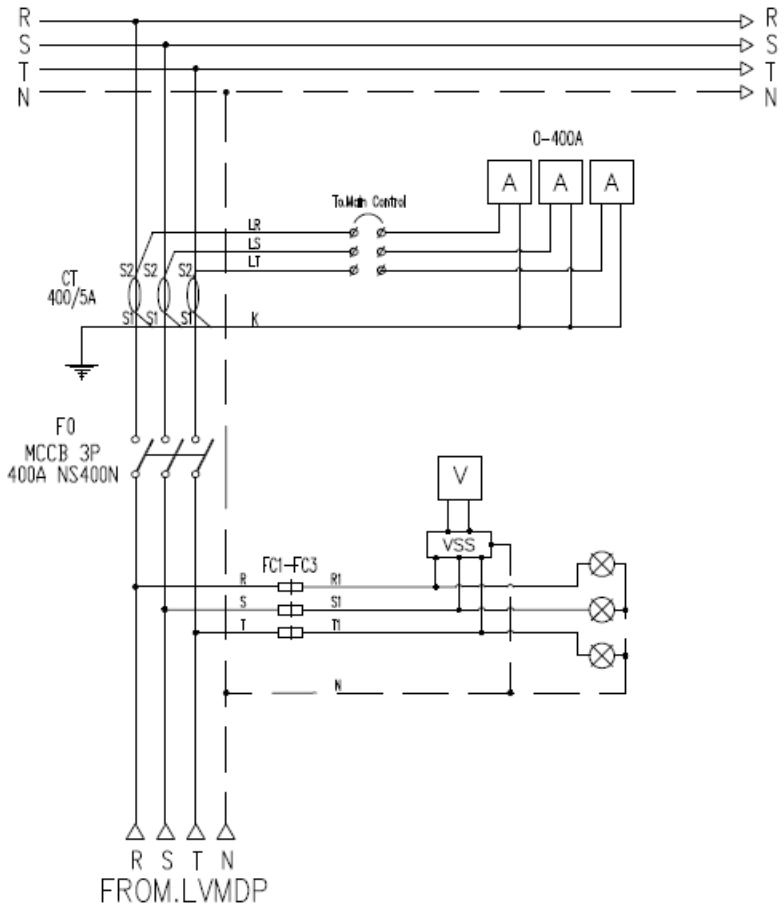


Gambar 69. Single Line Diagram Main Distribution Panel – IPA Paket Baja



Gambar 70. Single Line Diagram


MCC DISTRIBUTION WATER PUMP
0-500A
V
3X
0-400A
A
FROM. LVMDP
FC1-FC3
F0
MCCB 160-400A 3P 50kA
NS400N/STR22SE
CT
400/5A
FD4 To.Control
CU BAR
GROUND BUS WITH
TERMINAL LUG MINIMUM
F1
MCCB 200-250A 3P 36kA
F/T NS400N/STR22SE
K1
LC1-F150
SSF1
STARTER
SS1
OLR1
LC1-F150 LA9-F5371
F2
K2
SS2
OLR2
F3
K3
SS3
OLR3
NYY 4x70 mm2
DISTRIBUTION PUMP 01
DISTRIBUTION PUMP 02
DISTRIBUTION PUMP 03
DISTRIBUTION PUMP 04
DISTRIBUTION PUMP 05
MAIN CONTROL PANEL
ILL. PB ON/GREEN
ILL. PB OFF/RED
TRIP/YELLOW



D. Latihan

1. Jelaskan tata cara perencanaan genset.
2. Jelaskan tata cara perencanaan pompa.
3. Jelaskan tata cara perencanaan pompa dosing.
4. Jelaskan tata cara perencanaan pengaduk bahan kimia.
5. Jelaskan tata cara perencanaan blower.
6. Jelaskan tata cara perencanaan kompresor.
7. Jelaskan tata cara perencanaan hoist chain.
8. Jelaskan tata cara perencanaan instalasi listrik.

E. Rangkuman

Setelah menyusun konsep design dari semua peralatan mekanikal elektrikal, langkah berikutnya adalah merencanakan dimensi dari semua peralatan dan menghitung struktur kekuatan dari semua bangunan mekanikal elektrikal beserta semua perlengkapannya.

Dimensi dari bangunan mekanikal dan elektrikal yang dihitung adalah :

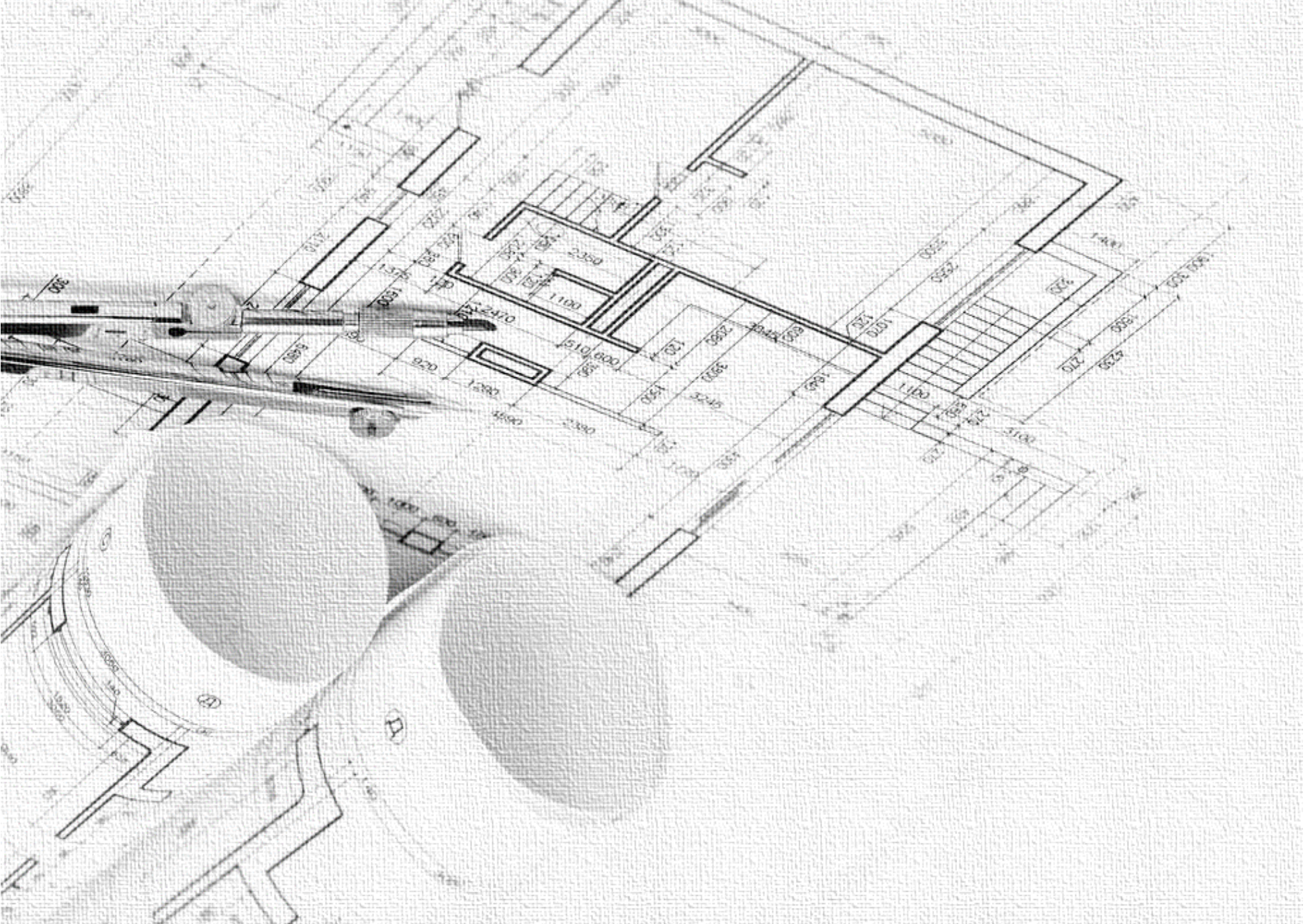
- Dimensi / ukuran (panjang, lebar, tinggi) dari semua mesin (pompa, pompa dosing, motor pengaduk, pompa dosing, genset, kompresor, blower, surge tank / hidrofor, panel listrik (MCC).
- Penumpu pipa dan accesories perpipaan.
- Penggantung hoist chain.
- Pondasi tangki solar.
- Penggantung kabel listrik (konduit, cable ladder, cable tray).

Kekuatan struktur bangunan mekanikal elektrikal yang dihitung adalah :

- Pondasi dari semua mesin (pompa, pompa dosing, motor pengaduk, pompa dosing, genset, kompresor, blower, surge tank / hidrofor, panel listrik (MCC).
- Penumpu pipa dan accesories perpipaan.
- Penggantung hoist chain.
- Pondasi tangki solar.
- Penggantung kabel listrik (konduit, cable ladder, cable tray).

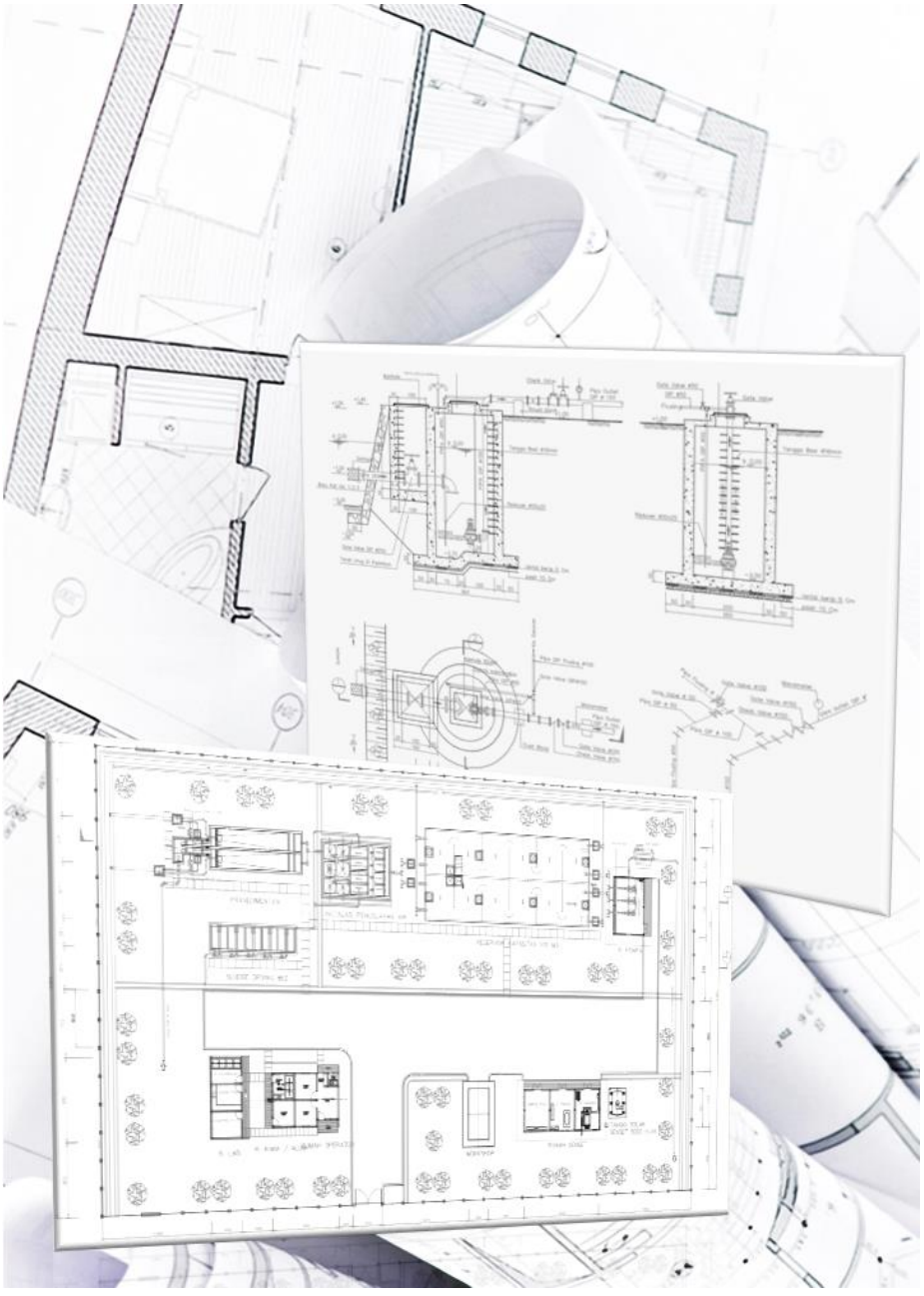
Perencanaan yang dilakukan adalah:

- Perencanaan genset.
- Perencanaan pompa.
- Perencanaan pompa dosing.
- Perencanaan pengaduk bahan kimia.
- Perencanaan blower.
- Perencanaan kompresor.
- Perencanaan hoist chain.
- Perencanaan instalasi listrik.



BAB 5

GAMBAR DED



Gambar DED

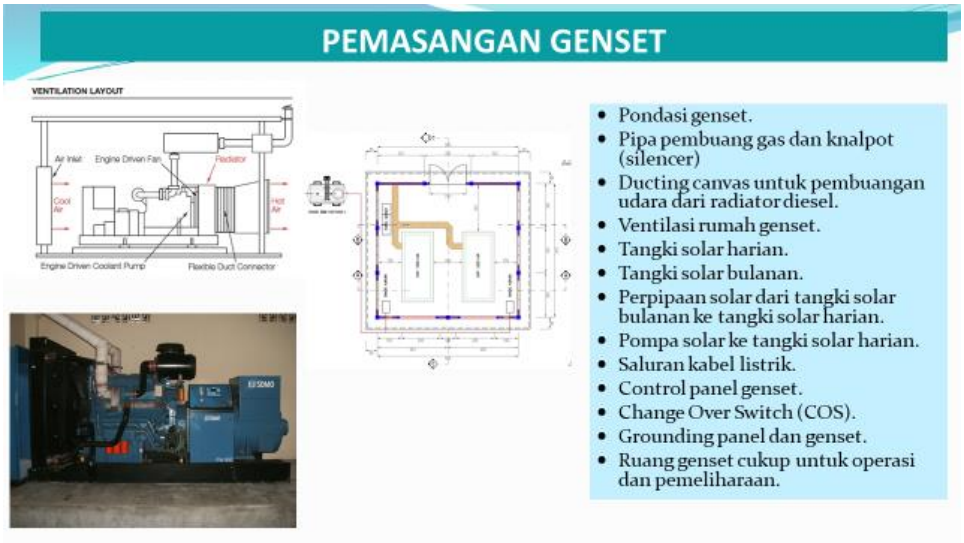
A. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta diharapkan mampu menjelaskan Gambar DED mekanikal elektrikal bidang SPAM.

B. Genset

Gambar DED genset terdiri dari :

- Gambar situasi tata letak, atau lay out pemasangan genset dan sambungan PLN.
- Gambar tampak atas, tampak samping, tampak belakang.
- Gambar potongan untuk menggambarkan detail yang diperlukan.
- Gambar assembly (pemasangan genset) lengkap dengan pekerjaan sipil (rumah genset, pondasi), tangki solar harian, elektrikal (panel, kabel listrik), tangki solar bulanan, perpipaan solar dan alat pembantu penngangkatan pipa (hoist chain).



Gambar 71. Pemasangan Genset

C. Pompa

Gambar DED Pompa pada SPAM (Pompa intake, Pompa penguras lumpur intake, Pompa back wash IPA, Pompa air kotor SDB, Pompa penguras ruang pompa back wash, Pompa transmisi, Pompa booster Pompa distribusi, Pompa service di unit air baku, unit produksi, unit distribusi) biasanya terdiri dari :

- Gambar situasi tata letak, atau lay out pemasangan pompa.
- Gambar tampak atas, tampak samping, tampak belakang.
- Gambar potongan untuk menggambarkan detail yang diperlukan.
- Gambar assembly (pemasangan pompa) lengkap dengan pekerjaan perpipaan, accesories, instrumentasi (alat ukur), sipil (rumah pompa, pondasi dan pendukung pipa), elektrikal (panel, kabel listrik), alat pembantu penngangkatan pipa (hoist chain).



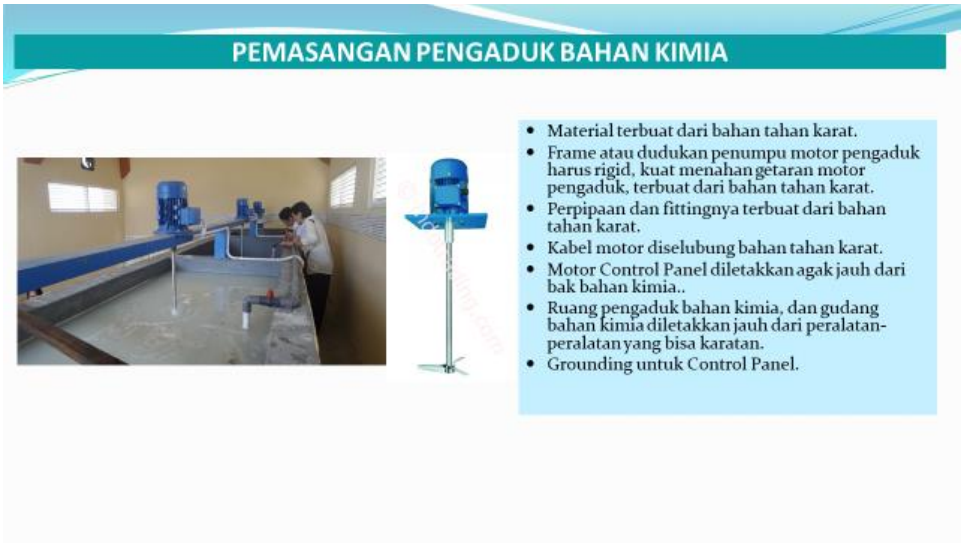
Gambar 72. Pemasangan Pompa Centrifugal

D. Pengaduk Bahan Kimia

Gambar DED Pengaduk Bahan Kimia (Pengaduk koagulan, Pengaduk soda ash/kapur tohor dan Pengaduk desinfektan) biasanya terdiri dari :

- Gambar situasi tata letak, atau lay out pemasangan pengaduk.
- Gambar tampak atas, tampak samping, tampak belakang.
- Gambar potongan untuk menggambarkan detail yang diperlukan.

- Gambar assembly (pemasangan pengaduk) lengkap dengan pekerjaan perpipaan, accesories, instrumentasi (alat ukur), sipil (pondasi dan pendukung pipa), elektrikal (panel, kabel listrik).

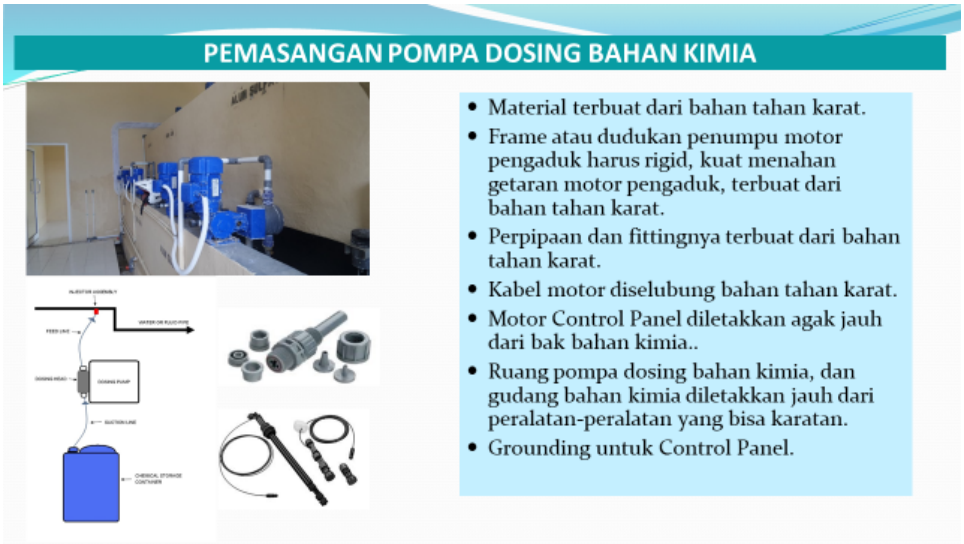


Gambar 73. Pemasangan Pengaduk Bahan Kimia

E. Pompa Dosing

Gambar DED Pompa Dosing terdiri dari :

- Gambar situasi tata letak, atau lay out pompa dosing.
- Gambar tampak atas, tampak samping, tampak belakang.
- Gambar potongan untuk menggambarkan detail yang diperlukan.
- Gambar assembly (pemasangan pompa dosing) lengkap dengan pekerjaan perpipaan, accesories, instrumentasi (alat ukur), sipil (pondasi dan pendukung pipa), elektrikal (panel, kabel listrik).



Gambar 74. Pemasangan Pompa Dosing Bahan Kimia

F. AC dan Fan

Gambar DED AC dan Fan meliputi gambar dari :

- AC dalam gedung
- Fan

G. Gambar Listrik

Gambar DED Listrik terdiri dari :

- Gambar situasi tata letak, atau lay out.
- Gambar tampak atas, tampak samping, tampak belakang.
- Gambar potongan untuk menggambarkan detail yang diperlukan.
- Gambar assembly (pemasangan) lenelektrikal (panel, kabel listrik.

1. **Gambar situasi**
   Menunjukkan dengan jelas letak gedung atau bangunan tempat instalasi tersebut akan dipasang dan rancangan penyambungannya dengan sumber tenaga listrik.

2. **Gambar instalasi**
   Gambar instalasi listrik meliputi :
   - Rancangan tata letak yang menunjukkan dengan jelas letak perlengkapan listrik beserta sarana kendalinya (pelayanannya), sperti

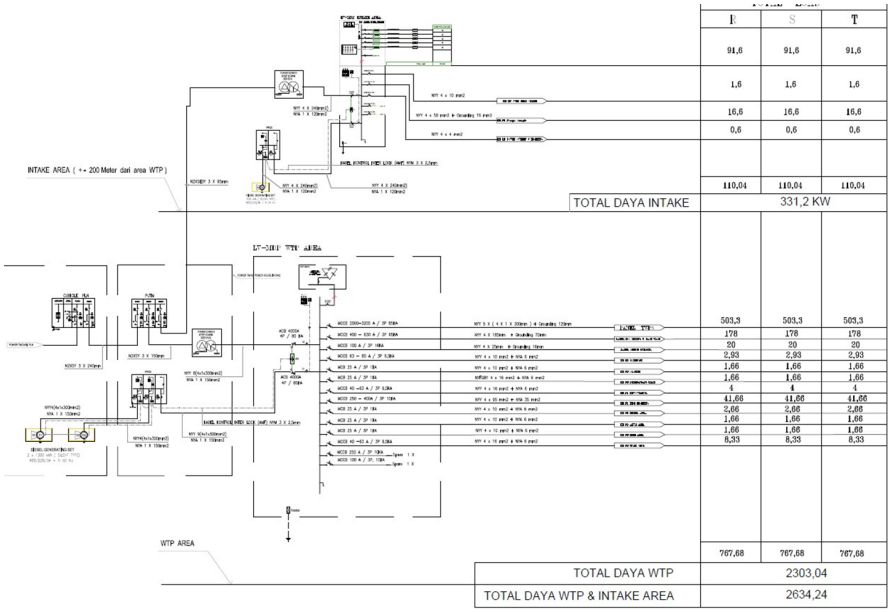
titik lampu, kotak kontak, sakelar, motor listrik, PHB (Panel Hubung Bagi) dan lain-lain

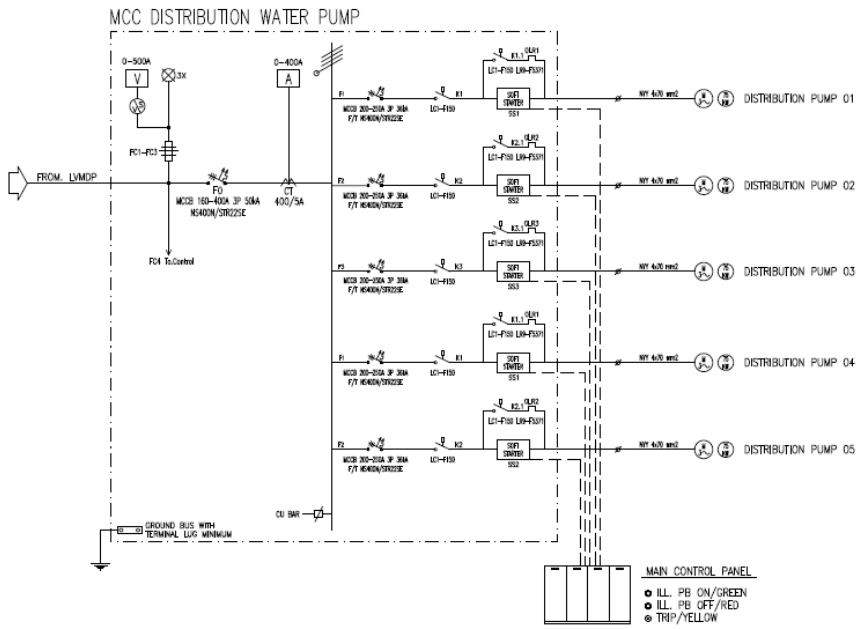
- Rancangan hubungan perlengkapan listrik dengan kabel pengendaliannya seperti hubungan lampu dengan sakelarnya, motor dengan pengasutnya, dan dengan kabel pengatur kecepatannya, yang merupakan bagian dari sirkuit (rangkaian) akhir atau cabang sirkuit akhir.
- Gambar hubungan antara bagian sirkuit akhir tersebut dan PHB yang bersangkutan, ataupun pemberian tanda dan keterangan yang jelas mengenai hubungan tersebut.
- Tanda ataupun keterangan yang jelas mengenai setiap perlengkapan listrik.

3. Diagram garis tunggal (single line diagram)

Diagaram garis tunggal meliputi :

- Diagram PHB lengkap dengan keterangan mengenai ukuran dan besaran pengenal komponennya.
- Keterangan mengenai jenis dan besar beban yang terpasang dan pembagiannya.
- Sistem pembumian (grounding).
- Ukuran dan jenis penghantar yang dipakai.





4. Gambar rinci (detail)

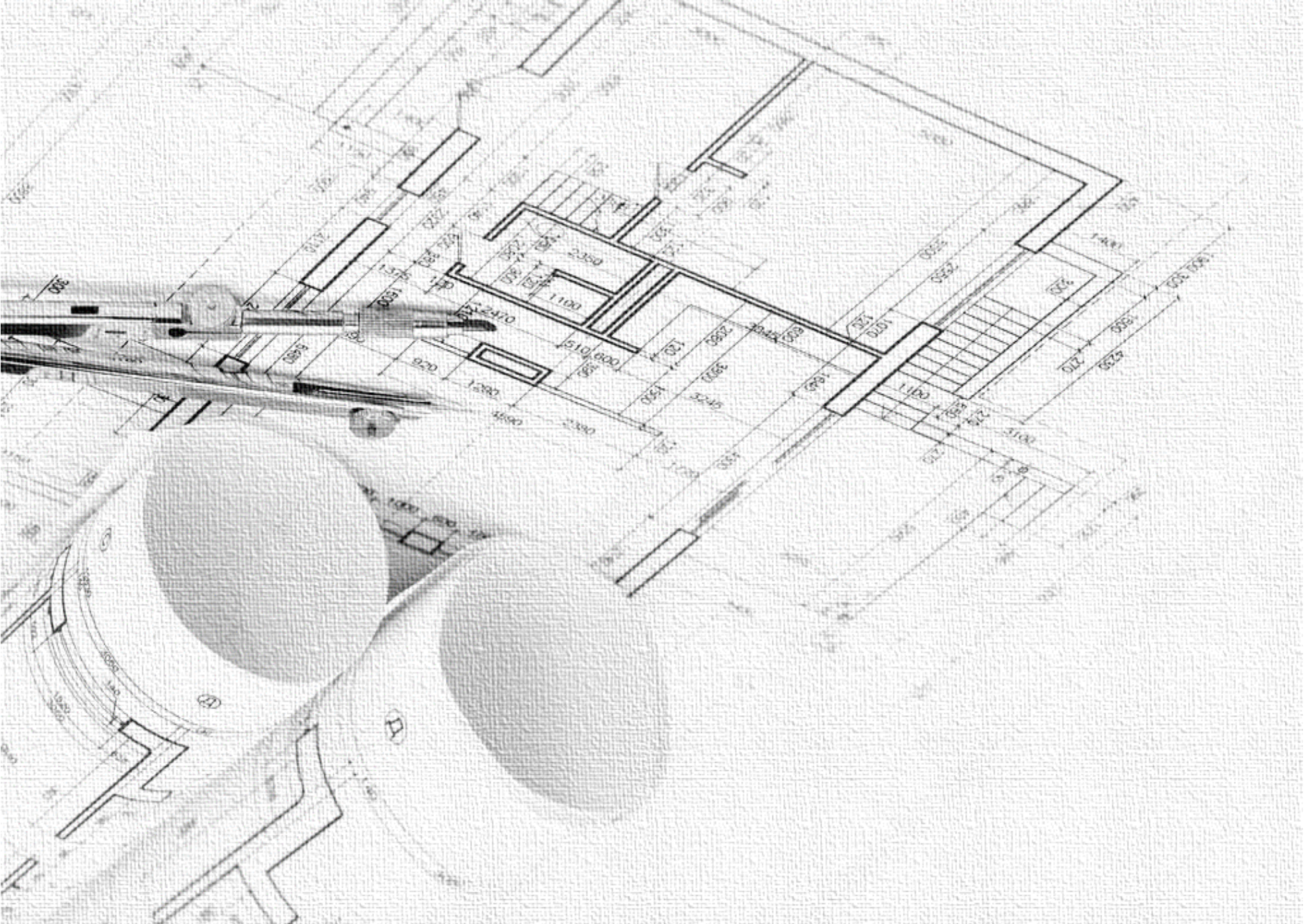
- Perkiraan ukuran fisik PHB.
- Cara pemasangan perlengkapan listrik.
- Cara pemasangan kabel.
- Cara kerja instalasi kendali.

F. Latihan

1. Jelaskan muatan gambar DED mesin genset.
2. Jelaskan muatan gambar DED pompa.
3. Jelaskan muatan gambar DED pompa dosing
4. Jelaskan muatan gambar DED pengaduk bahan kimia
5. Jelaskan muatan gambar DED instalasi listrik

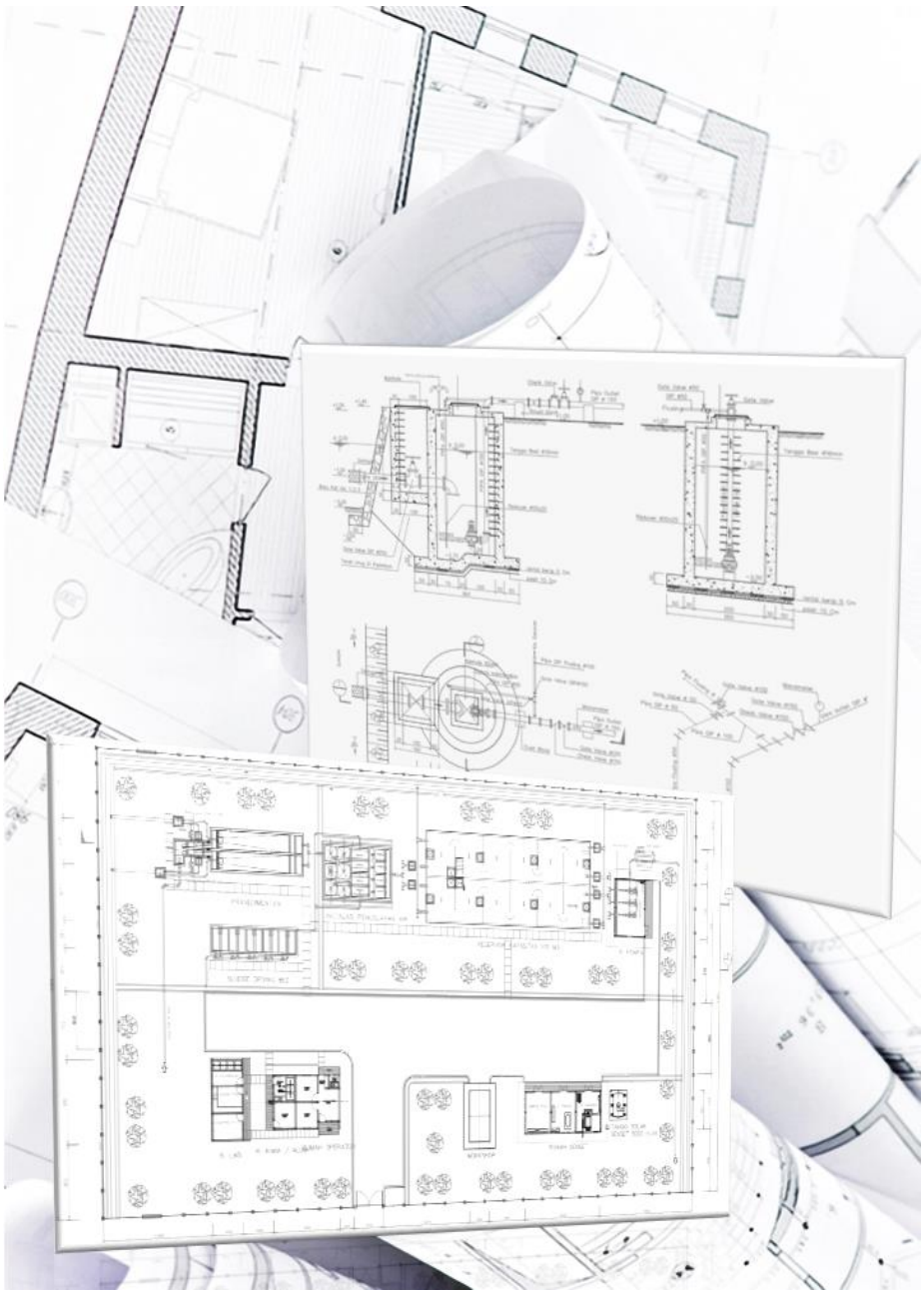
G. Rangkuman

Muatan gambar DED terdiri dari mesin genset, pompa, pompa dosing, pengaduk bahan kimia, dan instalasi listrik.



BAB 6

PERHITUNGAN VOLUME (BOQ)



Perhitungan Volume (BOQ)

A. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta diharapkan mampu menjelaskan perhitungan volume (BOQ) SPAM.

B. GENSET

Perhitungan Volume (BOQ) pemasangan genset meliputi :

- Bangunan rumah genset
- Jumlah genset yang dipasang lengkap dengan silencer (knalpot) dan pipa saluran gas buang
- Ducting (saluran) pembuangan pendingin radiator ke luar bangunan genset
- Pondasi genset
- Tangki solar harian
- Tangki solar bulanan
- Pipa solar, pompa solar dari tangki solar bulanan ke tangki solar harian
- Panel genset
- Kabel genset
- Panel COS (Change over switch)
- Accu

C. Pompa

Perhitungan Volume (BOQ) pompa meliputi :

- Bangunan rumah pompa
- Jumlah pompa yang dipasang
- Perpipaan (steel, GIP, stainless steel)
- Accesories (reducer, check valve, gate valve, pneumatic valve, motorised valve, Tee, Tee Y, Bend, Flange, Giboult joint, dresser joint)
- Manometer, flow meter, water meter
- Pondasi pompa, penumpu pipa dan accesories, thrust block
- Panel listrik
- Kabel listrik

D. Pengaduk Bahan Kimia

Perhitungan Volume (BOQ) pengaduk bahan kimia meliputi :

- Bangunan rumah pengaduk bahan kimia
- Jumlah pengaduk yang dipasang
- Pondasi pengaduk
- Panel listrik
- Kabel listrik

E. Pompa Dosing

Perhitungan Volume (BOQ) pompa dosing meliputi :

- Bangunan rumah pompa dosing
- Jumlah pompa yang dipasang
- Perpipaan bahan kimia
- Pondasi pompa, penumpu pipa dan accesories, thrust block
- Panel listrik
- Kabel listrik

F. AC dan Fan

Perhitungan Volume (BOQ) AC dan fan meliputi :

- Jumlah AC dan Fan yang akan dipasang
- Pondasi atau dudukan AC dan Fan
- Panel listrik
- Kabel listrik

G. Panel Listrik

Perhitungan Volume (BOQ) panel listrik meliputi :

- Panel PLN
- Panel genset
- Panel induk atau LVMDP (Low voltage main distribution panel)
- MCC atau panel kontrol semua peralatan (pompa, pompa dosing, pengaduk bahan kimia, blower, kompresor, AC, fan, lampu penerangan)
- Kabel listrik
- Lampu dalam gedung
- Lampu penerangan halaman
- Stop kontak

H. SCADA

Perhitungan Volume (BOQ) SCADA meliputi :

- Hardware PLC (Programmable Logic Control)
- Field Instrument : SCM (Streaming Current Machine), Turbidity, pH analyzer, conductivity analyzer, Free Chlorine, Pressure transmiitter, Flow meter, Ultrasonic level transmitter.
- Software SCADA dan PLC.

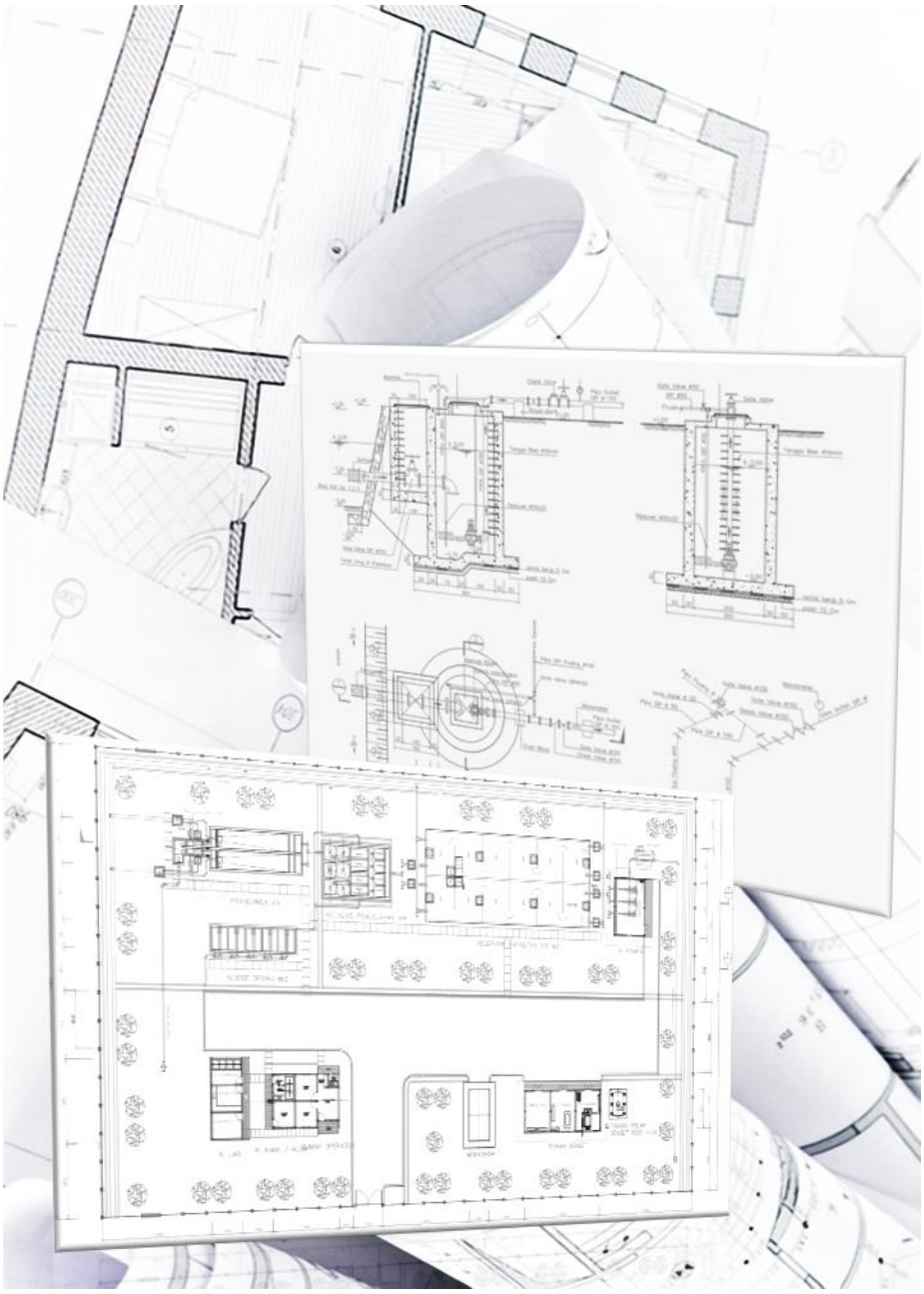
I. Latihan

1. Jelaskan rincian perhitungan BOQ mesin genset.
2. Jelaskan rincian perhitungan BOQ pompa.
3. Jelaskan rincian perhitungan BOQ pompa dosing
4. Jelaskan rincian perhitungan BOQ pengaduk bahan kimia
5. Jelaskan rincian perhitungan BOQ instalasi listrik
6. Jelaskan rincian perhitungan BOQ SCADA

J. Rangkuman

Rincian perhitungan volume (BOQ) meliputi mesin genset, pompa, pompa dosing, pengaduk bahan kimia, instalasi listrik dan SCADA.

BAB 7
SPESIFIKASI TEKNIS



Spesifikasi Teknis

A. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta diharapkan mampu menjelaskan spesifikasi teknis dalam DED Mechanical Electrikal SPAM.

B. Peralatan Mekanikal

Spesifikasi Teknis Peralatan Mekanikal terdiri dari :

- Genset.
- Pompa
- Motor Pengaduk
- Pompa dosing
- Kompresor
- Blower
- Surge tank / hidrofor
- Hois chain / crane
- Perpipaan dan accesories pompa, blower, kompresor, pompa dosing
- Alat ukur/Instrumentasi (kapasitas, tekanan, kualitas air baku)
- Tangki solar bulanan dan perpipaannya

C. Peralatan Elektrikal

Spesifikasi Teknis Peralatan Elektrikal terdiri dari :

- Generator
- Motor listrik
- Panel kontrol motor
- Komponen panel listrik
- Kabel listrik
- Grounding
- Lampu penerangan
- Penangkal petir

D. Material Mekanikal Elektrikal dan Material Pendukung

Spesifikasi teknis material mekanikal elektrikal dan pendukung terdiri dari :

- Jaringan PLN, Diesel Engine Generator, Pompa dan Motor Listrik, Kabel, Pemutus tenaga (circuit breaker), sekring (Fuse), Proteksi arus lebih, Motor Starter, sistem pentanahan listrik, sistem penangkal petir, Meter, Pompa, valve, coupling, harus sesuai untuk pemakaian di daerah tropis, beriklim lembab dan bersuhu udara sekitar 32^{o}C.
- Barang/material/mesin harus mempunyai Sertifikat Jaminan Barang dari pabrik pembuat yang menyatakan bahwa barang tersebut sesuai dengan kebutuhan yang dirinci dalam spesifikasi teknis.
- Laporan hasil uji mekanik dan elektrik yang telah dilakukan di pabrik.
- Semua mesin/peralatan harus mempunyai cadangan.
- Tenaga listrik yang disediakan (dari sambungan PLN dan/atau mesin genset) harus mencukupi semua kebutuhan listrik yang ada.
- Tegangan listrik yang disediakan adalah 220/380 Volt, 50 Hz, 3 fasa, untuk Tegangan Rendah, dan 11,5/20 KV, 3 fasa untuk Tegangan Menengah.
- Tenaga utama listrik adalah sambungan PLN, genset sebagai cadangan.
- Bila di daerah tersebut tidak tersedia sambungan PLN maka mesin genset yang dipasang harus ada cadangannya.

E. Spesifikasi Teknis Pekerjaan Mekanikal Elektrikal

1. Unit Air Baku

a. Acuan Normatif

1. Referensi dan standar pekerjaan Sipil intake mengacu kepada *Pekerjaan sipil Umum, pada sub bab 4.3.1*. dan Pekerjaan Mekanikal dan Elektrikal ini mengacu kepada acuan normatif yang telah ada, antara lain :
   a) SNI 04-0225-2000 : Peraturan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)
   b) SNI 6773-2008 : Spesifikasi Unit Paket Instalasi Pengolahan Air
   c) SNI 6774-2008 : Tata Cara Perencanaan Paket IPA

2. Bilamana jenis barang atau peralatan tersebut belum diatur dalam Standar Nasional Indonesia, maka barang atau peralatan tersebut harus memiliki standar- standar sebagai berikut :

ISO	-	International for Standardization Organization
JIS	-	Japanesse Industrial Standard
BS	-	British Standard
DIN	-	Deutsche Industrie Norm
AWWA	-	American Water Works Association
ASTM	-	American Society for Testing and Materials
ANSI	-	American National Standard Institute

b. Ketentuan Umum Dan Tata Cara

Pekerjaan mekanikal dalam pekerjaan spam antara lain, pompa-pompa, genset, blower, peunematic dll, Penyedia jasa harus mengikuti cara-cara sebagai berikut.

(1) Membuat gambar-gambar teknis.

(2) Penyedia harus mendapat pengesahan direksi teknis/lapangan sebelum memulai instalasi pekerjaan mechanical.

(3) Penyedia Barang/Jasa harus memperhatikan kondisi lapangan, baik lokasi penempatan peralatan maupun keamanan peralatan apabila pekerjaan mechanical di install.

(4) Direksi teknis/lapangan harus memfasilitasi pemasangan, dengan mempercepat pembangunan ruang IPA.

(5) Melaksanakan *spesifikasi teknik ketentuan Umum*

(6) Penyedia barang/jasa harus melaksanakan Instalasi setelah mendapat persetujuan direksi teknis/lapangan.

2. Pekerjaan Mechanical

a. Pengadaan dan Pemasangan Genset (apabila pengadaan genset ada di Intake)

1. Penyedia barang/jasa harus menyediakan Mesin Diesel yang memenuhi standard pabrikan, mampu dibebani 110 % dari beban nominal selama dua jam tanpa ada kenaikan temperatur yang tinggi.

2. Mesin Diesel yang disediakan harus mempunyai spesifikasi dan alat alat proteksi terhadap parameter kelainan seperti yang disebutkan dibawah ini :

   - Generating Set Intake.

Tabel 10. Generating Set Intake

Power	tergantung kepada beban (kw) keseluruhan system
Type	12 Cylinder dengan radiator pendingin air, direct fan drive vertical straight or vertical V – type multi – cylinder, injeksi langsung dilengkapi electrical governor
Rotating speed	1500 - 3000 rpm (Umum dipakai max 1500 Rpm)
Starting	Batere aki 24V DC jenis cairan asam tahan lama. Dilengkapi charger pengisi batere yang dipasang menyatu di bagian mesinnya.
Noise(Kebisingan)	Tidak lebih dari 95 dB dari jarak 1 m dari knalpot .
Shock Isolation (Peredam kejut)	: Peredam getaran mesin menggunakan Per redam.
Diesel Engine harus dilengkapi dengan peralatan dan proteksi terhadap kelainan operasi sebagai berikut :	i. Saklar Tukar(Change Over switch) atau System or Synchon Otomatis untuk genset yang diparalel (lebih dari satu). ii. Frequency meter iii. Ampere meter AC (Ammeter) dengan saklar pilih. iv. Volt meter AC dengan saklar pilih. v. Volt meter DC vi. Meter Jam Operasi/Running hour meter vii. Pengatur Tegangan Otomatis viii. Rele Arus Lebih/Over Current Relay (51)

	ix. Rele tegangan/Voltage Relay (84) x. Rele tegangan kurang/Under voltage relay (27) xi. Rele tegangan lebih/Over Voltage relay (59) xii. Indikator Oli mesin Kurang/Lubricant low / (63 Q) xiii. Indikator oli mengurang/Oil decline (33 FL) xiv. Indikator kecepatan lebih/Over speed (12) xv. Cooling water up (26 W) xvi. Trafo instrumen/instrument tranformers xvii. Tombol menghidupkan dan mematikan/Control SW (Run/Stop) xviii. Saklar Tukar/Changeover SW (Auto/Manual) xix. Indikator penguat medan magnit/Excitation Fault xx. Indikator hubung singkat atau mesin mati/short cicuit shutdown xxi. redundant starter
Generator	
Kapasitas Daya	Tergantung kepada seluruh beban intake termasuk beban cadangan untuk masa yang akan datang
Type	Jenis Penguat tanpa sikat 4 kutup dengan pemakaian didalam ruangan.
Batas Frekuensi	50 Hz (Herts)
Kelas isolasi	Kelas H atau Kelas F
Rated Voltage	AC 380 V, 3 phase 4 wire
Faktor Daya	0.8 tertinggal
Batas Putaran	1500 Rpm (Rotaion per Minute)
Pengatur Tegangan	Maksimal ± 3% pada berbeban dan sampai100% pada beban nol (tanpa beban)
Class of rating	Prime type operation
Suhu lingkungan	45º C
Frequency Regulation	Max. ± 3% under load from no load to 100% rated load
Pendinginan	Sendiri
Distorsi Harmonik	Kurang dari 5% dari tanpa beban sampai beban linier dan Kurang dari 3% untuk harmonic ganjil.
Batas kecepatan lebih	Sampai 120% dari kecepatan normal selama (1) menit pada beban nol.
Panel Kontrol	

Jenis Panel	Panel berdiri diatas dudukan mesin (generator dan mesin diesel) jenis tertutup bahan besi logam
Generator harus dilengkapi peralatan dan proteksi sebagai berikut	
	i. Synchronize Automatic bila generator lebih dari satu or Change Over Switch untuk generator yang hanya satu unit sebagai perpindahan daya dari Genset ke PLN dan sebaliknya. ii. Frkuensi meter iii. Ampere meter AC dengan saklar pilih. iv. Volt meter AC dengan saklar pilih. v. Volt meter DC vi. Meter Jam Operasi vii. Pengatur Tegangan Otomatis. viii. Rele Arus Lebih/Over Current Relay (51) ix. Indikator Gangguan Penguat Magnit
Tangki Bahan Bakar Bulanan	Tergantung dari kapasitas Mesin Gen Set
Tangki Bahan Bakar Harian	Disesuaikan dengan besar kapasitas mesin GenSet, minimal cukup untuk pengoperasian Generator dalam satu hari dilengkapi dengan alat ukur kapasitas, safety dan gate valve, check valve dan pompa untuk bahan bakar yang sesuai dengan aturan keamanan dari pabrikan.
Fondasi Sipil	Harus mampu menahan beban mesin Disel Genset itu sendiri, getarannya sedemikian rupa sehingga mampu untuk menahan beban Generator ketika beroperasi

b. Pengadaan dan Pemasangan Pompa

Penyedia Barang/Jasa harus menyediakan Pompa sesuai yang tertuang dalam kontrak dan sesuai dengan petunjuk pemakai/pengawas berupa pompa centrifugal atau Pompa Submersible, dengan type non clogging dan harus mengacu kepada ketentuan umum dibawah ini :

- Pompa Intake

Tabel 11. Pompa Intake

1. Pompa Centrifugal	
Type	Non Clogging
Flow (liter/detik)	Bervariasi dari 5, 10,20,30,40,50,100,150,200
Head/Horsepower	Dihitung dengan tepat, khusus untuk Head/tekanan melebihi 40 meter, pompa centrifugal bisa menggunakan sistem multi stage. Horse power pompa harus dihitung terlebih dahulu yang merupakan fungsi dari tekanan dan Debitnya.
NPSH	NPSH, Net Positive Suction Head Required harus disebutkan dalam name plate pompa, sedemikian rupa sehingga suction mampu menghisap air , jarak dari sumbu pompa terhadap muka air terendah harus lebih kecil dari NPSH yang tersedia (*net positif suction head*).
Diameter	Diameter susction harus dibuat sebesar mungkin agar tidak terjadi kavitasi
Casing	Terbuat dari *cast iron* atau *bronze*
Impeler	Terbuat dari *cast iron* atau *bronze*
Shaft	Terbuat dari *cast iron* atau *bronze*
Valve dan peralatan yang harus dipasang di sisi suction dan discharge	1. Suction Valve: pada sisi pipa air masuk ke pompa. 2. Discharge Valve: pada sisi pipa air menuju ke luar pompa. 3. Check or Non-Return Valve: pada discharge line untuk menghindari aliran balik dari discharge ke suction. 4. Vent (priming) Valve: ini diperlukan untuk mengeluarkan gas/udara dari pompa sebelum start. 5. Pressure Gauge di sisi suction dan discharge 6. Gauge Isolation Valves: Valve untuk penggantian pressure gauge pada suction dan discharge.

	7. Recycle Valve: Ini adalah sebuah katup aliran yang digunakan untuk mendaur ulang kembali cairan dengan cara dipompa ke sisi penghisapan atau ke mesin isap, untuk mempertahankan aliran melalui pompa bila kran pembuangan, (dan/atau FCV), ditutup. 8. Drain Valve: dipasang di bagian bawah pompa, dipakai untuk menguras pompa sebelum melakukan perawatan.
2.Pompa Submersible	i. Pompa submersible yang diminta harus mampu bekerja didalam air, weatherproof dengan kapasitas yang dihitung terlebih dahulu dan motor tidak boleh terjadi beban lebih(overload). Penyedia barang dan jasa harus menunjukkan grafik unjuk kerja (Performance Curve) yang dapat menampilkan grafik antara tekanan dan Debit (H-Q Curve) sesuai dengan kriteria dimaksud diatas dari Pabrikan pompa. Material yang digunakan untuk Casing pompa minimal besi cor/Cast Iron (FC200) atau Epoxy Coated Aluminum Steel. ii. Impeller minimal Stainless Steel (SCS13), Suction Bowl minimal Cast Iron (FC200), Motor Frame minimal Cast Iron (FC200), Motor Bracket minimal Cast Iron (FC200), Shaft minimal Stainless Steel Rigid Bar (SUS 410) ,seluruh baut dan mur yang digunakan harus terbuat dari jenis Stainless Steel . Spesifikasi Kabel untuk Pompa Submersible harus mengacu kepada rekomnedasi Pabrikan , tahan terhadap air (weatherproof) dan kuat hantaran arus juga harus mengacu kepada rekomendasi pabrikan. iii. Kabel masuk (Cable Entry) harus mempunyai seal khusus yang bisa mencegah terhadap

	segala torsi yang bisa terjadi di kabel sedemikian rupa sehingga air tidak akan masuk ke motor dan pompa. iv. Kabel harus mempunyai Pegangan Kabel dari stainless steel yang diletakkan di cable gland untuk menghindari dari ketegangan pada kabel. Kabel pada sisi setelah batas panjang akhir kabel dari pompa submersible harus mengikuti ketentuan seperti yang disebutkan pada bagian Material Elektrikal.

3. Pekerjaan Electrical

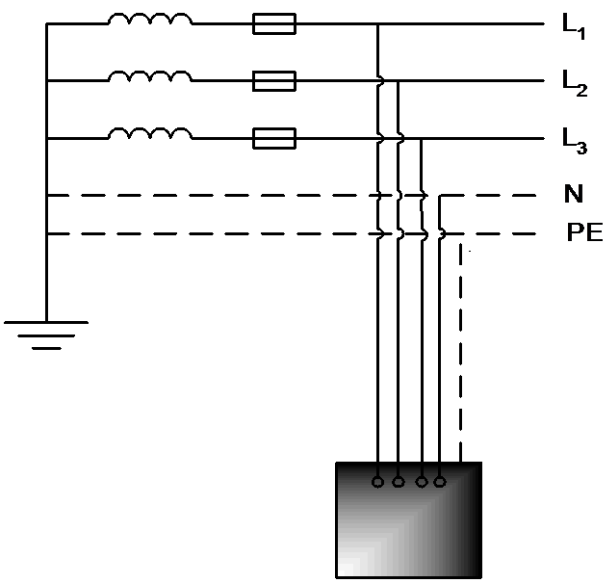
a. Sumber Tenaga Listrik

Penyedia jasa harus menyediakan kebutuhan tenaga listrik untuk sumber energi listrik selama konstruksi dan operasional SPAM yang diperlukan untuk penerangan, daya, kendali, pemanasan, sinyal, telekomunikasi sesuai dengan acuan normative diatas antara lain:

1. Merancang instalasi listrik dengan membuat gambar wiring, menyediakan barang dan memasang instalasi tenaga listrik sekaligus menguji operasi nya sehingga berfungsi sesuai kebutuhan dengan menjamin keselamatan manusia, keselamatan fasilitas, dan lingkungan.
2. Sumber tenaga listrik yang harus disediakan :

   3 Ñ 50 Hz, TN-S Yaitu Arus bolak balik , fase 3, 50 Hz, sistem mempunyai satu titik yang dibumikan langsung dan netral serta penghantar pengaman terpisah sepanjang jaringan.

   - **Sistem TN-S**



3. Semua peralatan listrik, diantaranya penghantar, papan pembagi (panel listrik) dan isinya, transformator dan peralatan lainnya, tidak boleh dibebani melebihi batas kemampuannya sehingga harus dihitung kapasitas daya yang dibutuhkan dengan toleransi yang sesuai dengan PUIL 2000.
4. Instalasi penerangan mengacu pada standar SNI 03-6575-2001 tentang Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung. Tingkat pencahayaan minimum dan renderasi warna yang berlaku untuk setiap fungsi ruangan, diperinci pada Tabel 4.1.2. didalam standar tersebut.
5. Dalam menentukan tipe peralatan yang dipakai untuk instalasi listrik arus kuat harus diperhatikan bahaya kebakaran yang mungkin dapat terjadi dan kerusakan yang mungkin terjadi akibat kebakaran.

b. Penyedia jasa/barang harus mengajukan permohonan kepada PLN setempat untuk memasok Tenaga Listrik dari PLN. Permintaan batas tenaga semu KVA dari PLN harus lebih besar dari seluruh beban di intake air permukaan. Penyedia barang/jasa harus meminta

informasi dari PLN, tentang arus hubung singkat di titik terdekat dengan Intake yang akan digunakan untuk menentukan kapasitas interupsi pemutus tenaga (*circuit breaker interrupting capacity*) disisi intake yang menjadi acuan untuk kapasitas interupsi pemutus tenaga pada sisi *downstream*.

c. Perhitungan Arus hubung singkat ini harus dilakukan oleh Penyedia Barang/Jasa dan disetujui oleh Direksi Teknis/Lapangan. Jaringan tegangan rendah PLN adalah 220/380 volt AC, 50 Hz, 3 fasa sedangkan jaringan menegah PLN adalah 11,5 kilo volt/20 kilo volt, 3 fasa. Oleh karena itu penyedia barang/jasa harus menentukan lebih dahulu berapa beban keseluruhan termasuk beban untuk waktu yang akan datang (minimum 20 % dari keseluruhan beban sekarang) dari intake, agar pembatas tenaga (*Circuit Breaker*) dari PLN bisa ditentukan dengan tepat baik arus dan tegangannya.

d. Bila di daerah intake tidak terdapat sumber listrik PLN, maka Penyedia Barang/Jasa harus menyiapkan 2 x 100 % capacity Diesel Engine Generator, dengan kata lain, 1 x 100 % Capacity Diesel Engine Generator yang akan bekerja terus menerus sedangkan yang 1 x 100 % Capacity Diesel Engine Generator lainnya berlaku sebagai standby. Kapasitas tegangan dari kedua Diesel Engine Generator ini harus mengacu kepada ketentuan.

e. Panel Pembagi Listrik

   (1) Sistem Jaringan Listrik lazim menggunakan sistem TNS, yaitu titik netral ditanahkan langsung dan perangkat beban ditanahkan melalui kabel grounding seperti yang diterangkan di SNI 04-0225 2000 halaman 46. Oleh karena itu semua Panel Pembagi Listrik harus mengacu kepada ketentuan tersebut diatas.

   (2) Panel Listrik Pembagi harus dilengkapi dengan circuit breaker utama dan circuit breaker cabang yang mempunyai jumlah circuit breaker cadangan minimal 20% dari seluruh circuit breaker cabang.

   (3) Semua Panel Pembagi harus dilengkapi dengan Kabel/Plat Ground untuk keamanan, Circuit Breaker Utama harus mempunyai kapasitas arus dan tegangan yang sesuai dengan

pemakaiannya baik untuk tegangan rendah dan tegangan menengah.

(4) Kapasitas arus harus mengacu kepada beban yang harus dihitung terlebih dahulu, Circuit breaker harus mempunyai kapasitas pemutusan hubung singkat (Interrupting Capacity) dalam kilo amper (kA), Interrupting Capacity harus ditentukan besarnya yang mengacu kepada perhitungan arus hubung singkat yang harus dilakukan oleh Penyedia Brang/Jasa sebelumnya.

(5) Penyedia barang/jasa harus menyertakan semua kurva arus terhadap waktu dari circuit breaker, Fuse mulai dari sisi atas (upstream) dan sisi bawah (downstream) sedemikian rupa sehingga relay coordination semua circuit breaker dan fuse koordinasi yang benar dapat ditetapkan, dengan kata lain downstream circuit breaker atau fuse akan selalu trip terlebih dahulu bila terjadi hubung singkat di sisi bawah atau down stream dan begitu seterusnya.

(6) Khusus circuit breaker untuk feeder cable yang menuju stop kontak harus dilengkapi dengan Earth Leakage Circuit Breaker dengan sensitivitas maksimal 30 miliampere. Ini perlu untuk keamanan terhadap manusia bila terjadi hubung singkat.

(7) Panel Listrik Pembagi sebisa mungkin diletakan didalam bangunan/Rumah Genset dan ruangan Panel Pembagi, bila Panel Pembagi diletakkan di luar bangunan, maka Panel Listrik Pembagi harus mempunyai keamanan.

(8) Rumah Panel Pembagi Listrik harus terbuat dari besi logam dengan ketebalan minimum 2 mm dengan pintu dicat dengan menggunakan powder coating. Khusus Rumah Panel Pembagi yang diletakan diluar (outdoor) harus dibuat tahan terhadap cuaca atau disebut weatherproof, dilengkapi seal di pintu Panel Pembagi Listrik. Panel Pembagi Listrik harus dilengkapi plat tembaga sistem pentanahan/Grounding, cable gland pada incoming.

Panel Listrik Utama Tegangan Rendah adalah Panel Listrik yang menerima pasokan listrik dari sumber PLN atau Diesel Engine

Generator. Panel Listrik dan diteruskan ke beban lainnya melalui Circuit Breaker Utama dan Circuit Breaker Cabang Panel Pembagi Listrik Utama harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

Tabel 12. Ketentuan Panel Pembagi Listrik

Panel Pembagi Listrik Utama Tegangan Rendah indoor	
Sistem Listrik	380 – 415 Voltt, 3 phasa, 4 kawat dan Pentanahan (grounding), 50 Hz
Circuit Breaker Utama	Arus nominal ditentukan oleh beban keseluruhan dari Intake ditambah beban cadangan yang akan datang. Kapasitas Pemutusan Hubung Singkat (*Interrupting Capacity*) harus mengacu kepada perhitungan Arus hubung singkat dari seluruh Sistem di Intake.
Circuit Breaker Cabang	Arus nominal ditentukan oleh besarnya beban beban yang disulang oleh Circuit Breaker cabang. Kapasitas Pemutusan Hubung Singkat harus sama dengan kapasitas pemutus hubung singkat dari Circuit Breaker Utama.
Bus bar	Berkapasitas minimum 2 kali Arus Nominal Circuit Breaker Utama dan terbuat dari tembaga
Material Bantu	i. Lampu indicator Fasa, R,S,T ii. Voltemeter, 3 fasa, V R-S, V S-T, V R-T, dan V R-N, V S-N, V T-N iii. Ampere meter iv. Wattmeter v. Box panel, dari besi galvanis atau di powder Coating

	vi. Cable Gland harus dipasang d semua saluran masuk kabel (cable entry)
Sub Panel Pembagi Listrik	Adalah sub panel dari salah satu circuit Breaker cabang di Panel Pembagi Listrik Utama yang spesifikasinya sama di Panel dengan Panel Pembagi Listrik Utama

f. Motor Listrik dan Motor Starter

Motor Listrik harus mengikuti ketentuan dibawah :

1. Jenis kumparan/belitan : 3 phasa, Induksi
2. Tegangan rendah fasa-fasa : 380-415 Volt
3. Frekuensi : 50 Hz
4. Jumlah kutub : 4
5. Perlakuan khusus, bila beban motor tidak memungkinkan bertegangan rendah, karena memerlukan tenaga listrik yang besar, maka tegangan fasa-fasa bisa dinaikan ke 6 kilovolt atau ke tegangan yang telah ditentukan oleh pabrikan
6. Motor Starter Direct on Line dari Motor Listrik dibawah 7,5 HP harus mempunyai minimal Fuse dan Circuit Breaker khusus untuk motor listrik yang bisa menahan arus start motor yang tinggi, Fuse dan Circuit Breaker harus mempunyai kapasitas pemutusan arus hubung singkat yang mengacu kepada arus hubung singkat yang harus dihitung terlebih dahulu, mempunyai pengaman arus lebih (overload protection) yang bisa diatur dari 1,05-1,25 kali arus nominal motor
7. Sedangkan untuk motor listrik diatas 7,5 HP harus menggunakan Star Delta atau Soft Starter. Walau demikian spesifikasi dari Circuit Breaker dan Fuse serta Pengaman Arus Lebih harus ditetapkan sesuai dengan tenaga motor listrik yang akan disediakan seperti yang disebutkan pada Motor Starter Direct On Line, Tenaga motor listrik harus lebih besar 110 % dari kapasitas pompa.
8. Penyedia barang/jasa harus menyiapkan motor listrik dengan merek yang diakui dan lulus uji dari SNI atau standard internasional yang berlaku.

g. Kabel dan material bantu nya

1. Kabel tegangan rendah dan tegangan menengah untuk hantaran udara dan didalam tanah dari tembaga harus mengacu kepada Peraturan SNI 04-0225-2000, baik dalam jumlah konduktor, kuat hantaran arus, koreksi terhadap temperatur ruang.
2. Kabel yang dipakai untuk hantaran udara dan hantaran didalam tanah harus berpenghantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC seperti yang tercantum dalam SNI 04-0225-2000 halaman 304 dan 306.
3. Kabel yang dipakai harus mempunyai kapasitas minimal 30 % lebih tinggi dari rating circuit breaker yang melindungi kabel itu dan mempunyai ketahanan terhadap arus hubung singkat apabila terjadi di kabel itu.
4. Kabel harus mempunyai tahanan isolasi dalam tegangan pengenal seperti yang tercantum dibawah ini :

- **Tegangan Pengenal**

Tegangan rendah 380-415 Volt	0,6/1kV (1,2 kV)
Tegangan menengah 3.3 kV/6 kV	3,6 /6.6 kV (7.2 kV)

Ukuran kabel untuk semua beban harus mempunyai tegangan jatuh (*Voltage Dr*op) seperti yang ditunjukkan didalam tabel dibawah ini

- **Tegangan Jatuh (*Voltage Drop*)**

Beban Lampu,	Maksimum 5%
Beban Motor Listrik	Maksimum 3 %

- Apabila tegangan jatuh seperti pada tabel tersebut diatas tidak tercapai, maka ukuran kabel harus diperbesar satu tingkat diatasnya, dan kalau usaha ini gagal, maka sistem tegangan listrik harus dinaikan ke tegangan menengah.
- Khusus untuk kabel pompa submersible, konstruksi dan kuat hantaran arus nya harus mengacu kepada rekomendasi pabrikan. Walau demikian kabel penyambung dari kabel

pompa submersible ke panel listrik pembagi harus mengacu kepada ketentuan SNI 04-0225 2000.

- Material bantu kabel adalah :
  a. *Rak Kabel/Cable tray* : harus terbuat dari *galvanized steel,* ukurannya disesuaikan dengan jumlah kabel yang akan diletakan.
  b. *Sepatu kabel/Cable lug* : terbuat dari tembaga dan disesuaikan dengan ukuran kabel yang akan disambungkan ke *circuit breaker*.
- Penyedia Barang/Jasa harus menyiapkan sertifikat kelayakan uji dan kelayakan pakai dari semua kabel yang akan dipasok dari Perusahaan Listrik Negara dan atau Standard Nasional Indonesia.

h. Sistem Pentanahan (Grounding System)

Oleh karena jaringan listrik yang lazim digunakan dalam system adalah TNS, maka elektroda pentanahan harus mempunyai tahanan pentanahan sekecil mungkin, tidak lebih dari 2,5 ohm, Semua kabel pentanahan dari peralatan harus disambung ke elektrode pentanahan.

1) Ground adalah sambungan antara rangkaian listrik atau peralatan listrik ke bumi atau penyalur arus bocor pada badan peralatan ke bumi.
2) Fungsi suatu grounding mengamankan manusia dari bahaya tegangan langkah dan tegangan sentuh melalui impedansi rendah suatu grounding dan bonding antara bagian logam peralatan, chasis, pemipaan dan bagian konduktif lainnya sehingga arus listrik karena gangguan maupun arus petir tidak menyebabkan kenaikan tegangan yang membahayakan. Fungsi yang kedua mengamankan Bangunan dan Peralatan karena impedansi rendah antara saluran listrik dan peralatan akan segera mendisipasi arus gangguan dan arus petir ke tanah sehingga tidak menghasilkan tegangan berbahaya atau meratakan gradien tegangan yang timbul pada permukaan tanah akibat arus gangguan yang mengalir dalam tanah.
3) Sistem Grounding harus bisa mengalirkan arus gangguan,

membuang arus statis ke tanah, mengamankan terhadap tegangan sentuh atau tegangan langkah, menstabilkan tegangan sistem, dan memproteksi peralatan dari tegangan lebih atau arus lebih.

4) Besarnya tahanan grounding adalah

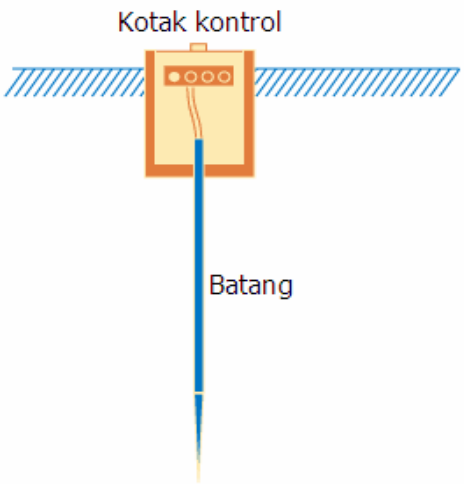
$$R_E \leq \frac{50}{K.I_N}$$

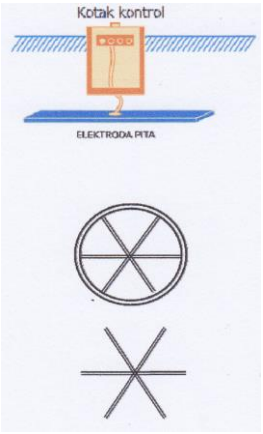
Bila peralatan diamankan dengan menggunakan zekering 6 Ampere, maka tahanan pentanahan yang diperlukan

$$R_E \leq \frac{50}{K.I_N} \leq \frac{50}{2{,}5 \text{ x } 6} = 3{,}33 \text{ Ohm}$$

5) Resistansi total sistem tidak boleh lebih dari atau grounding perumahan hunian sebesar 2 Ω. Untuk daerah yang resistansi jenis tanahnya sangat tinggi, resistansi total seluruh sistem boleh sampai dengan 5 Ω. Sistim Pentanahan netral sisi trafo maksimal 5 Ω, Telekomunikasi < 1 Ω

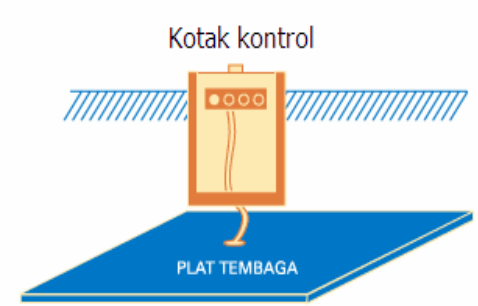
6) Jenis elektroda grounding antara lain elektroda batang yaitu elektroda dari batang pejal tembaga, pipa atau besi baja profil yang dipancangkan ke dalam tanah.Elektroda jenis ini digunakan jika kondisi tanah adalah jenis lempung atau tanah merah lunak sehingga mudah untuk menancapkan batang elektroda sampai dalam.





Gambar 75. Elektroda Grounding

7) Jika kondisi tanah bukan tanah lunak bisa menggunakan elektroda jenis pita dengan menggali lubang yang lebar namun dangkal. Elektroda pita ialah elektroda yang terbuat dari hantaran berbentuk pita atau berpenampang bulat atau hantaran pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal
8) Elektroda grounding yang lain adalah jenis plat. Elektroda dari bahan pelat logam (utuh atau berlubang) atau dari kawat kasa. Pada umumnya elektroda ini ditanam dalam.



9) Untuk mencapai resistans jenis pembumian sebesar 5 W pada tanah liat atau tanah ladang dengan resistans jenis 100 W meter diperlukan empat buah elektrode batang yang panjangnya masing-masing 5 meter, Jarak antara elektrode-elektrode tersebut minimum harus dua kali panjangnya.
10) Konduktor ground umumnya fleksibel/soft drawn, konduktor tembaga stranded. Plat pita tembaga. Ketika kondisi site

korosiv terhadap tembaga (misalnya tanah asam atu belerang), harus menggunakan tembaga berlapis timah untuk mencegah karat.

i. Lampu Penerangan
   1. Lampu didalam (indoor) bisa jenis downlight atau TL, 220 Volt, satu fasa;50 Hz yang hemat energi atau LED (Light Emiting Diode) dengan watt yang dihitung sesuai dengan kebutuhan lumen jenis ruangnya.
   2. Lampu diluar ruangan (outdoor) bisa jenis halogen, mercury, atau lampu LED dengan watt yang dihitung sesuai dengan kebutuhan lumen kawasan dan rumah lampu harus tahan terhadap cuaca (weatherproof);
   3. Lampu penerangan dalam di tempat kerja harus mempunyai intensitas penerangan minimum 300 lux sedangkan penerangan luar minimum 100 lux dengan memperhatikan jumlah watt/m2 yang diperbolehkan untuk melaksanakan penghematan energi.

j. Testing Commisioning
   1. Semua peralatan Mekanikal dan Elektrikal harus melewati uji fungsi dan harus mempunyai sertifikat layak pakai dan keselamatan dari Pabrikan, sebelum dipasang di intake.
   2. Setelah dipasang di lapangan semua peralatan harus dilakukan pengujian berbeban atau tanpa beban seperti :
      - Diesel Generator : uji kerja dengan beban dan tanpa beban dengan mengikuti format yang dikeluarkan oleh Pabrikan.
      - Pompa : Kurva Pompa antara tekanan dan debit (Head dan Flow) dan Daya dari Pabrikan harus dibuktikan didalam uji lapangan apakah ketentuan tersebut dipenuhi.
      - Motor Listrik dan Motor Starter : sertifikat layak uji dari Pabrikan harus dilampirkan saat uji fungsi termasuk uji tahanan isolasi fasa ke tanah dan uji kontinuitas belitan motor pada saat pengujian di lapangan.
      - Kabel : Semua kabel harus mempunyai sertifikat lulus uji dari PLN dan SNI dan harus diserahkan kepada pemilik

proyek, Uji tahanan isolasi (megger) dan uji kontinuitas harus dilakukan di lapangan untuk meyakinkan kabel layak untuk dibebani.

- Tahanan Pentanahan Listrik dan Tahanan Pentanahan Penyalur Petir yang terpisah satu sama lain harus diukur dilapangan yang masing masing tidak boleh lebih dari 2,5 ohm.

k. Dokumentasi

Penyedia Barang/ Jasa harus menyerahkan semua dokumen teknis, baik spesifikasi, manual operasi, manual pemeliharaan semua material Mekanikal dan Elektrikal dalam berita acara serah terima kepada Direksi Teknis/Lapangan.

F. Spesifikasi Peralatan Mekanikal Intalasi Pengolahan Air (IPA)

1. Acuan Normatif

a. Referensi dan standar pekerjaan Mekanikal dan Elektrikal ini mengacu kepada acuan normatif yang telah ada, antara lain :
   a. SNI 04-0225-2000: Peraturan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)
   b. SNI 6773-2008 : Spesifikasi Unit Paket Instalasi Pengolahan Air
   c. SNI 6774-2008 : Tata Cara Perencanaan Paket IPA

b. Bilamana jenis barang atau peralatan tersebut belum diatur dalam Standar Nasional Indonesia, maka barang atau peralatan tersebut harus memiliki standar- standar sebagai berikut :

ISO	-	International for Standardization Organization
JIS	-	Japanesse Industrial Standard
BS	-	British Standard
DIN	-	Deutsche Industrie Norm
AWWA	-	American Water Works Association
ASTM	-	American Society for Testing and Materials
ANSI	-	American National Standard Institute

2. Ketentuan Umum Dan Tata Cara

Pekerjaan mekanikal dalam pekerjaan spam antara lain, pompa-pompa, genset, blower, peunematic dll, Penyedia jasa harus mengikuti cara cara sebagai berikut.

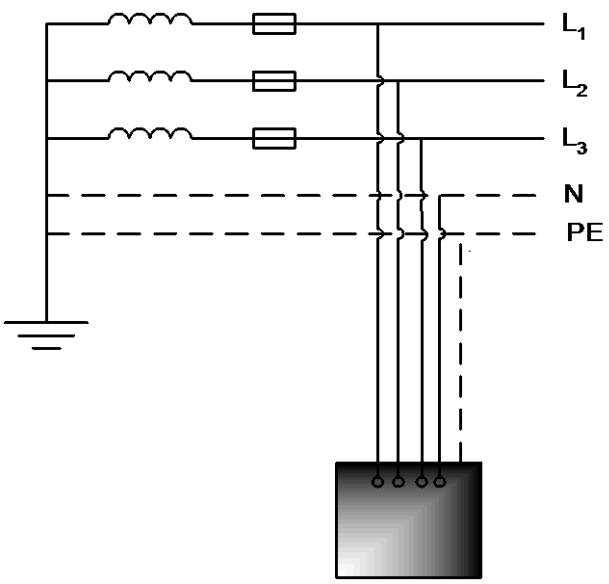
1. Membuat gambar gambar teknis.
2. Penyedia harus mendapat pengesahan direksi teknis/lapangan sebelum memulai instalasi pekerjaan mechanical.
3. Penyedia Barang/Jasa harus memperhatikan kondisi lapangan, baik lokasi penempatan
4. peralatan maupun keamanan peralatan apabila pekerjaan mechanical di install.
5. Direksi teknis/lapangan harus memfasilitasi pemasangan, dengan mempercepat pembangunan ruang pneumatick di sekitar IPA.
6. Melaksanakan *spesifikasi teknik ketentuan Umum*
7. Penyedia barang/jasa harus melaksanakan Instalasi setelah mendapat persetujuan direksi teknis/lapangan.

3. Sumber Tenaga Listrik

Penyedia jasa harus menyediakan kebutuhan tenaga listrik untuk sumber energi listrik selama konstruksi dan operasional SPAM yang diperlukan untuk penerangan, daya, kendali, pemanasan, sinyal, telekomunikasi sesuai dengan acuan normative diatas antara lain:

1. Merancang instalasi listrik dengan membuat gambar wiring, menyediakan barang dan memasang instalasi tenaga listrik sekaligus menguji operasi nya sehingga berfungsi sesuai kebutuhannya dengan menjamin keselamatan manusia, keselamatan fasilitas, dan lingkungan.
2. Sumber tenaga listrik yang harus disediakan :
   3 Ñ 50 Hz, TN-S Yaitu Arus bolak balik , fase 3, 50 Hz, sistem mempunyai satu titik yang dibumikan langsung dan netral serta penghantar pengaman terpisah sepanjang jaringan.

   - **Sistem TN-S**



3. Semua peralatan listrik, diantaranya penghantar, papan pembagi (panel listrik) dan isinya, transformator dan peralatan lainnya, tidak boleh dibebani melebihi batas kemampuannya sehingga harus dihitung kapasitas daya yang dibutuhkan dengan toleransi yang sesuai dengan PUIL 2000.
4. Instalasi penerangan mengacu pada standar SNI 03-6575-2001 tentang Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung. Tingkat pencahayaan minimum dan renderasi warna yang berlaku untuk setiap fungsi ruangan, diperinci pada Tabel 4.1.2. didalam standar tersebut.
5. Dalam menentukan tipe peralatan yang dipakai untuk instalasi listrik arus kuat harus diperhatikan bahaya kebakaran yang mungkin dapat terjadi dan kerusakan yang mungkin terjadi akibat kebakaran.
6. Spesifikasi Grounding antara lain Kawat BCC , ukuran penampang nya disesuaikan dengan kebutuhan diantaranya : 6mm2, 10mm2, 16mm2, 25mm2, 35mm2 dan 50mm2, 70mm2 dll.

Tabel 13. Spesifikasi Grounding

No	Uraian	Besaran
1.	Bahan Elektroda :	Batang Tembaga
		Plat Tembaga
		Pita Tembaga
		Pipa Tembaga
		Pipa Galvanis
2	Penghantar Grounding	Kawat Tembaga Pilin
3	Ukuran Penghantar Grounding	16 mm², 25 mm², 50 mm², 70 mm²
4	Bar Grounding Penyambung	Pita batang tembaga 20 x 3 x 200 mm
5	Powder peningkat mutu tahanan tanah	Campuran :Bentonit+ garam dapur+ air
		Grounding Enhanchement Material
		Sand Earth
		Pasir Kwarsa



Gambar 76. Contoh Material Grounding

4. Pompa Pembubuh (Dosing)

Penyedia, harus menyediakan pompa pembubuh, (dosing) yaitu sesuai dengan acuan normative diatas.

Pembubuh larutan kimia harus menggunakan pompa dengan ketentuan sebagai berikut:

(1) Stroke dapat diatur;

(2) Jenis piston atau membrane, bila dengan membran harus sesuai dengan bahan kimia yang dipompakan;

(3) Pompa dapat bekerja baik dan terus menerus pada beban penuh;

(4) Ketentuan lain sebagai berikut :

- PumpHousing PVC - Le
- Impeller Stainless Steel
- Shaft Stainless Steel
- Bearing Type Ball
- Maksimum rpm 1500 rpm
- Motor pompa
- Speed Synhcronous1500 RPM
- Power Output 0.25 - 0.5 kW
- Min.Efficiency 40%
- Min. Power Factor (cos phi) 0,8
- Voltage/Phase/Hz220-380/3 phase/ 50 Hz
- Starting Methode D O L dengan sensor 4-20 mA
- Starting Methode VSD dikontrol SCM
- Enclossure IP 54
- InsulationClass F
- Cable Length Variable

5. Pompa Pencucian Filter (Backwash)

Penyedia jasa harus melaksanakan pengadaan dan pemasangan Pompa Pencucian Filter (Backwash) dengan mengacu ketentuan acuan normatif diatas,dan mempunyai karakteristik seperti dibawah ini :

1. Pompa Pencucian Filter (Backwash) harus dipilih dari jenis centrifugal horizontal/vertical
2. Dapat dipakai single stage atau multi stage dengan casing dari besi tuang (cast iron) dan kipas dari kuningan atau baja tahan karat/stainless steel;
3. Ball bearing memakai bahan pelumasnya dari gemuk;
4. Dapat dioperasikan dengan daya yang tersedia 220/380 Volt, 3 phase, 60 Hz;
5. Pole : 2 atau 4 pole;
6. COS phi : 0,80
7. Putaran maksimal 1500 rpm atau 2900 untuk head tinggi.;
8. Mesin listrik diatas 5 HP dengan starting sistern Start Delta dan mampu bekerja selama 15 jam per hari dengan temperatur ambien 50ºC.
9. Mesin listrik minimal 5 HP dengan starting sistern Start Delta.
10. Perlengkapan :
    - Satu set pressure gauge, sampai 4 sd 10,0 kg/cm2 dilengkapi dengan three way valve;
    - Float level control valve dan pressure switch;
    - Reducer, gate valve, non return valve, air valve, riser pipe untuk pipa discharge;
    - Fitting pipa terrmasuk steel bend untuk pipa discharge dan support kabel;
    - Kabel dan alat sambungnya dari motor ke panel pompa;
    - Wafer Chek Valve agar tidak terjadi air balik.
    - Brosur/ buku mengenai: Petunjuk operasi dan pemeliharaan serta Kurva Kinerja

6. Pompa Blower

Penyedia jasa harus melaksanakan pengadaan dan pemasangan Blower untuk Pencucian Filter (Backwash) dengan mengacu ketentuan acuan normatif diatas, dan mempunyai karakteristik seperti dibawah ini.

1. Pompa Blower Backwash harus dipilih dari jenis Root Blower yang ditentukan kapasitasnya dengan cara menghitung kapasitas filter yang akan di Blower.

2. Dapat dipakai jenis piston ataupun Reciprocating dengan casing dari besi tuang (cast iron) atau baja tahan karat/stainless steel;
3. Pelumasan memakai bahan pelumas yang ditentukan SAE nya atau yang setara.
4. Dapat dioperasikan dengan daya yang tersedia 220/380 Volt, 3 phase, 50 Hz;
5. Pole : 2 atau 4 pole;
6. Efisiensi minimal : 80 %
7. Putaran maksimal 1500 rpm atau 2900 untuk head tinggi.
8. Mesin listrik diatas 5 HP dengan starting sistem Start Delta dan mampu bekerja selama 15 jam per hari dengan temperatur ambien 50ºC.
9. Mesin listrik dlengkapi thermistor untuk sensor over heated sehingga motor listrik akan mati jika temperatur berlebih dari normal.
10. Perlengkapan :
    - Satu set pressure gauge, sampai 10,0 kg/cm2 dilengkapi dengan three way valve;
    - Pressure switch;
    - Reducer, gate valve, non return valve, air valve, riser pipe untuk pipa discharge;
    - Fitting pipa terrmasuk steel bend untuk pipa discharge dan support kabel;
    - Kabel dan alat sambungnya dari motor ke panel pompa;
    - Brosur/ buku mengenai: Petunjuk operasi dan pemeliharaan serta Kurva test pabrikan.

7. Generator Set

(1) Penyedia jasa harus melaksanakan pengadaan dan pemasangan Pompa Pencucian Filter (Backwash) dengan mengacu ketentuan acuan normatif diatas,dan mempunyai karakteristik seperti dibawah ini :
- Mesin penggerak dan generator
- Mesin diesel, pendingin air (radiator) atau udara;
- Sistem ini dihidupkan dengan motor starter yang mendapat power supply dari batere 12 - 24 Volt;
- Putaran nominal 1500 rpm, baik dengan atau tanpa beban;

- Pengkopelan antara mesin diesel dengan generator harus compatible dengan PTO (power take over)
- Suara yang keluar dari peredaman, suara tidak boleh melebihi 70 dB pada jarak 1 meter di luar dinding;
- Pemasangan harus memakai vibration mounting dan harus dilengkapi dengan Automatic Voltage Regulator (AVR);
- Kapasitas generator sampai 40 KVA, tidak menggunakan turbo charger;

(2) Mesin diesel harus mampu dibebani melampaui batas kapasitas sebesar 10% selama 2 jam dalam setiap periode 24 jam , tanpa ada gangguan mekanik dan kenaikan temperatur yang tinggi.

(3) Perlengkapan standar untuk generator set:
   a. Satu buah batere 12 volt/24volt
   b. Satu buah tangki bahan bakar, kapasitas minimal 100 Liter
   c. Satu buah buku petunjuk operasi dan pemeliharaan generator set

(4) Panel kontrol mesin harus mempunyai:
   a. Satu panel untuk mati hidup switch;
   b. Satu panel untuk pengukur tekanan oli;
   c. Satu panel untuk pengukur temperatur air;
   d. Satu panel darurat untuk mematikan mesin, bilamana temperatur air pendingin naik, tekanan oli turun, voltage naik berlebihan, putaran naik;
   e. Satu panel tekanan bahan bakar;
   f. Satu panel ammeter arus pengisi accu:
   g. Satu panel penunjuk jam operasi mesin;
   h. Satu panel penunjuk putaran (tacho meter);
   i. Satu set panel indikator kerja ;

(5) Panel generator harus mempunyai:
   a. Satu panel Volt meter;
   b. Satu tombol pemilih tegangan (selector switch);
   c. Satu tombol pengatur tegangan;
   d. Satu panel Watt meter;
   e. Satu panel frekuensi meter;
   f. Satu tombol, reset lampu panel

(6) Pengkabelan dan Metode Instalasi

a. Pengkabelan dan metode instalasi yaitu kabel berisolasi PVC, ketentuan acuan normative PUIL atau SPLN :
b. Jenis kabel terdiri dari NYA, kabel berisolasi karet dan NYA, kabel berisolasi PVC;
c. Shaft terbuat dari baja
d. Perlengkapan Listrik :
   - Main Swicth Gear (ECI)
     - Terletak dipower house dan tenaga listrik yang diperoleh dari tenaga diesel genset diatur dan dimonitor didistribusikan melalui main switch charger, dialirkan ke panel EC2, box lampu penerangan luar, box lampu penerangan dalam dan sekaligus untuk panel penggerak pompa air bersih.
     - Main swicth gear ini dilengkapi dengan automatic triping device untuk under voltage, under frequency, theonal dan single phasing. Resisting dilakukan dengan manual. Panel free standing box yang berisi bus bar.
   - Panel Pompa Air Baku (WC2)
     Masing-masing terletak di intake dan berisi antara lain :
     - Ampere meter
     - Volt meter
     - Tombol untuk menjalankan pompa
     - Relay non bimetal
     - On/Off swicth
     - Lampu indikator untuk run, ready dan trip
     - Fuse dan MCB
     - 20 watt heater

(7) Grounding masing-masing panel
(8) Penerangan di Dalam Ruangan
Penerangan secukupnya untuk di dalam bangunan pelengkap, lighting fixture disediakan lampu-lampu T.L dilengkapi dengan stop kontak, receptacle dan normal standard accessories.
(9) Penerangan di Luar ruangan
Untuk penerangan halaman dan bangunan instalasi pengolahan air bersih serta intake harus disediakan lampu luar dengan tiang lampu,

masing-masing tiang dibuat dari steel pipe. Lampu yang dipasang dari jenis yang tahan terhadap pengaruh panas dan hujan

(10) Kabel-kabel

Semua kabel harus memenuhi acuan normatif dan pemasangannya harus dilindungi dengan konduit. Untuk kabel yang ditanam langsung harus dari jenis NYF GBY sedangkan kabel yang terpasang dalam air harus jenis submerine. Rekanan harus menghitung sendiri ukuran kabel yang dipergunakan dan sebelum dipasang harus ada persetujuan terlebih dahulu dari petugas proyek.

(11) Pembumian (Grounding)

Pembumian sesuai dengan PUIL dan SPLN terdiri dari:

- Panel, transformator, generator dan elektromotor perlu pembumian;
- Tahanan tanah 0 - 5 Ohm;
- Persyaratan harus sesuai dengan SNI 04-0225- 2000, PUIL 2000

(12) Lemari Hubung Bagi

Lemari hubung bagi memenuhi ketentuan acuan normatif diatas :

a. Panel harus merupakan jenis indoor, dapat berdiri tegak tanpa penopang, dengan penghantar bagi daya jenis penampang persegi empat (bush bar);
b. Jumlah phase: 3 (tiga) phase, 4 (empat) kabel;
c. Frekuensi : 50 Hz;
d. Kapasitas isolasi untuk Voltage penghantar utama: 600 V AC; dan untuk Voltage penghantar kontrol :250 V AC;
e. Voltage kerja untuk penghantar utama: 380 V AC; dan untuk penghantar kontrol: 220 V AC dan 100 V DC;
f. Pabrikasi, dibuat oleh pabrik yang mempunyai sertifikat PLN;
g. Tebal pelat baja, 2,0 mm untuk dinding dan 3,0 mm untuk pintu;
h. Pada sisi penghantar masuk minimal harus dipasang satu pengaman arus yang tidak kurang dari arus nominal penghantar masuk tersebut dan minimal 10 A;
i. Sakelar masuk pada MDP (Main Distribution Panel) harus diberi tanda pengenal khusus, sehingga mudah dikenal dan dibedakan dari sakelar lain;

j. Pada sisi penghantar keluar harus dipasang sakelar keluar, bilamana mensuplai 3 buah atau lebih MDP : atau 3 atau iebih motor-motor yang dayanya lebih dari1,5 KW : atau dihubungkan ke tiga atau lebih kontak-kontak yang masing- masing mempunyai arus nominal lebih dari I6 A; atau mempunyai arus nominal 100 A atau lebih;
k. Pada sisi penghantar masuk, dipasang pengaman lebur sebelum sakelar;
l. Pengaman lebur untuk penerangan harus di pasang secara terbuka;
m. Dalam pemasangan rel dan penghantar didalam MDP harus diperhitungkan agar tidak terjadi panas yang berlebihan;
n. Pemasangan bagian telanjang yakni bagian yang bersifat penghantar, tetapi tidak termasuk sirkuit arus atau bagian bertegangan lain dengan polaritas atau phase berbeda atau sama, harus mempunyai jarak minimal 5 cm;
o. MDP harus diberi penghantar pembumian tersendiri;
p. Alat ukur dan indikator yang dipasang pada MDP harus terlihat jelas dan harus ada petunjuk tentang besaran apa yang dapat diukur dan gejala apa yang ditunjukan;

(13) Penghantar Rel

a. Penghantar rel harus terbuat dari tembaga yang memenuhi pesyaratan sebagai penghantar listrik;
b. Besar arus yang mengalir diperhitungkan sesuai kemampuan rel dan tidak akan menyebabkan suhu lebih dari 65°C. Ukuran rel pada 35°C menurut Table 6.6-1, Tabel pembebanan penghantar yang diperbolehkan untuk tembaga, PUIL 2000, SNI 04-0225-2000;
c. Komponen kendali seperti tombol, sakelar, lampu sinyal, sakelar magnit dan kawat penghubung harus mempunyai kemampuan yang sesuai dengan penggunaannya dan harus mempunyai tanda atau warna yang memudahkan operator untuk melayaninya

(14) Perangkat Kendali

a. setiap motor harus dilengkapi dengan kendali tersendiri;
b. Tiap kendali motor arus bolak-balik harus mampu memutuskan arus motor macet;
c. Sarana pemutus arus harus dapat memutuskan hubungan antara motor serta kendali dan semua penghantar suplai yang dibumikan, sehingga tidak ada kutub yang dapat dioperasikan tersendiri;
d. Pemutus arus harus mempunyai kemampuan sekurang-kurangnya 115% dari jumlah arus beban penuh;
   Peralatan laboratorium minimal harus tersedia peralatan untuk pemeriksaan kekeruhan, pH, sisa Chlor, direkomendasikan untuk dilengkapi dengan pemeriksaan : warna, jar test, tabung Imhoff, kepekatan Iarutan, timbangan dan peralatan gelas.

G. Pekerjaan Pneumatik

1. Acuan Normatif Pekerjaan Pneumatic

1. Referensi dan standar pekerjaan Mekanikal dan Elektrikal ini mengacu kepada acuan normatif yang telah ada, antara lain :
   a) SNI 04-0225-2000 : Peraturan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL)
   b) SNI 6773-2008 : Spesifikasi Unit Paket Instalasi Pengolahan Air
2. Bilamana jenis barang atau peralatan tersebut belum diatur dalam Standar Nasional Indonesia, maka barang atau peralatan tersebut harus memiliki standar- standar sebagai berikut :

ISO	-	International for Standardization Organization
JIS	-	Japanesse Industrial Standard
BS	-	British Standard
DIN	-	Deutsche Industrie Norm
AWWA	-	American Water Works Association
ASTM	-	American Society for Testing and Materials
ANSI	-	American National Standard Institute

2. Ketentuan Umum Dan Tata Cara

Pekerjaan pneumatik dalam pekerjaan otomasi diperuntukan untuk membuka dan menutup valve dengan tekanan angin, hal ini bisa juga dengan Listrik.

(1) Penyedia Barang dan Jasa sebaiknya mengevaluasi ulang hitungan pemakaian kompresor

dan tangki dan diajukan kepada pengguna untuk dilaksanakan pengadaannya.

(2) Penyedia Barang/Jasa harus memperhatikan kondisi lapangan, baik lokasi penempatan

peralatan maupun keamanan peralatan apabila pekerjaan pneumatic di install.

(3) Direksi teknis/lapangan harus memfasilitasi pemasangan, dengan mempercepat pembangunan ruang pneumatick di sekitar IPA.

(4) Melaksanakan *spesifikasi teknik ketentuan Umum*

(5) Penyedia barang/jasa harus melaksanakan Instalasi Pneumatic setelah mendapat persetujuan direksi teknis/lapangan sebagai berikut :

Tabel 14. Unit Pneumatic

No	Uraian	Besaran
1.	Kompresor	
	Maximum Pressure	7 - 9 bar
	Air Input	311- 160 l/mnt
	Tank Capacity	100 – 200 Liter
	Daya Mesin	2 – 7 Hp / 1,5-3,75 KW
	Kecepatan Kompresor	650 – 830 rpm
2	Tanki	
	Kapasitas	2000 – 3000 liter
	Material perlakuan anti karat	Plat Baja / SS 304
3	Air Dryer	
	Maximum Pressure	4 - 10 bar
	Drying Capacity	20 – 85 Cfm
	Minimum output Dew	- 30 ^{0} C
	Daya	2 – 3 Hp
	Voltage	220V/1Phase/50 HZ

No	Uraian	Besaran
4	Pemipaan	
	Galvaniz (GIP)	½ Inc
	Polyurithane	6 mm
5	Filter Udara Bertekanan/Filt Regulator	
	Presure	10 – 20 Bar
	Max Flow	400 - 520 l/mnt
	Drain Capacity manual	160 – 350 ml
	Opereting range temp	5 - 80 ^{0} C
	ND Pipa	¾ - 1 Inch

(6) Penyedia Barang dan Jasa harus memasang minimal 1 (satu) Unit Air Filter untuk setiap Group maximal 5 Actuator.

H. Pekerjaan Electro Chlorine System (ECS)

1. Acuan Normatif

1.Referensi dan standar pekerjaan Mekanikal dan Elektrikal ini mengacu kepada acuan normatif yang telah ada, antara lain :

a) SNI 04-0225-2000 : Peraturan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL)

b) SNI 6773-2008 : Spesifikasi Unit Paket Instalasi Pengolahan Air

c) SNI 6773-2008 : Tata Cara Unit IPA.

2. Bilamana jenis barang atau peralatan tersebut belum diatur dalam Standar Nasional Indonesia, maka barang atau peralatan tersebut harus memiliki standar- standar sebagai berikut :

ISO - International for Standardization Organization

JIS - Japanesse Industrial Standard

BS - British Standard

DIN - Deutsche Industrie Norm

AWWA - American Water Works Association

ASTM - American Society for Testing and Materials

ANSI - American National Standard Institute

2. Ketentuan Umum Dan Tata Cara

Pekerjaan ECL dalam pekerjaan Unit IPA sebagai alternative yang aman, handal dan effisien untuk pembubuhan Chlorine.

(1) Penyedia Barang/Jasa harus memperhatikan kondisi lapangan, baik lokasi penempatan

peralatan maupun keamanan peralatan apabila pekerjaan ECL di install.

(2) Direksi teknis/lapangan harus memfasilitasi pemasangan, dengan mempercepat pembangunan ruang ECL di sekitar IPA.

(3) Penyedia harus melaksanakan *spesifikasi teknik ketentuan Umum (Pelayanan dan Purna Jual).*

(4) Penyedia harus melaksanakan pembangunan Gudang garam murni jika belum tersedia.

(5) Penyedia barang/jasa harus melaksanakan Instalasi setelah mendapat persetujuan direksi teknis/lapangan sebagai berikut :

a. Kapasitas ECS 4 Kg/jam
b. Tangki air asin/Brine Tank (Biasa Terbuat PVC/ Bahan Anti Karat sesuai dengan kapasitas tempat menuang Garam Murni (1 Unit) 1000 sd 2000 liter.
c. Tangki Penampung Air garam (1) yang sudah jenuh, Anti karat (1 Unit), 1000 – 2000 liter
d. Tabung Softener 2 Set (4 Tabung) lengkap dengan switch automatis dan Pencucian secara Automatis.
e. Pressure Filter (2 Unit).
f. Electrochlorination system/ECS (2 Unit).
g. Tangki Penampung Hipochlorite NaOCL (2 sd 3 Unit) Terhubung satu dengan Lainnya maksimal 30 M3.
h. Pemipaan PVC/Pipa Anti karat.
i. Sistem Pendingi Pemipaan dari ECS ke Tangki NaOCL.
j. Botle Kaca Alat Ukur di Tangki NaOCL (Tangki hasil Produk).
k. Pompa Tranfer dr Reservoar ke Tangki Air Asin (Brine Loading Tank)
l. Pompa Dosing Pembubuh Chlorine 2 Unit (duty,standby).

m. Panel Listrik 3 Phase.
n. Stabilizer (2 Unit) 75 KVA
o. Pengkabelan.
p. Grounding 0 – 5 Ohm.
q. Exhaust Fan
r. Blower Penipis H2
s. Hoist Crane 3 – 5 Ton
t. Ruangan Gudang Garam Murni
u. Ruang Penempatan Sistem ECS
v. Ruang Terbuka untuk Penempatan Tanki Hasil harus Terlindungi/ber atap.
w. Instalasi M&E serta Pekerjaan Sipil
x. Test Commisioning
y. Shop Drawing, As Build Drawing

Pekerjaan Mekanikal

Penyedia harus mengikuti acuan normative diatas, dan mendapat persetujuan direksi teknis/lapangan apabila tidak ada standar SNI Pekerjaan Mecanical terutama pemasangan pompa, pemasangan ECS, Pemasangan Ekhaust Fan, Pemipaan, pemasangan Pendingin, filter dan softener, dan isolasi.

PEKERJAAN ELEKTRIKAL

Penjedia Jasa harus mengacu kepada acuan Normatif diatas, dan mendapat persetujuan direksi teknis/lapangan, Pekerjaan elektical antara lain penentuan Kabel dan instalasi NYY, NYFGBY, trucking cable ke alat alat pendukung ecs seperti pompa softener, Panel-panel, PLC, Instrumen.

PROSES PEMBUATAN HIPOCHLORINE

- Pengambilan air dari reservoar biasa dengan pemompaan sebagai bahan pengencer garam murni dan dialirkan ke Brine Loanding tank apabila sudah jenuh.
- Setelah Jenuh dialirkan ke tangki Brine Saturation Tank
- Dari Brine Saturation dialirkan ke Tangki Softener.
- Dari softener Filter Presure ke Alat ECS.

- Hasil dr ECS memasuki pipa ke Tangki hasil yang sebelumnya didinginkan.
- Di Tangki biasanya di beri udara dengan menggunakan Blower penipis H_2.
- Dengan Dosing Pump dialirkan baik untuk Free Chlor maupun Post Chlor.

HAL-HAL KHUSUS YANG PERLU MENDAPAT PERHATIAN

1) Penyedia harus memperhatikan operasi Sistem Generator Elektroklorinasi / Kontrol Terminal sebagai berikut :
   - Kontrol mikroprosesor terkontrol, pintar dan sistem optimalisasi.
   - Harus mempunyai fungsi interogasi dari semua parameter dan kontrol pengoperasian.
   - Teknologi BUS dengan 2 kabel sambungan Antarmuka Profibus-DP
   - Navigasi menu melalui tampilan layar sentuh (multiwarna)
   - Harus mempunyai tampilan menu bar untuk monitoring operasional.
   - Tampilan teks yang jelas dari semua kondisi operasi dan kontrol

2) Sistem Air Pelunak
   - 2 set pelunak diperlukan untuk tiap Sistem Elektroliser; 1 On dengan 1 standby (total 4 kolom pelunak).
   - Pelunak harus mempunyai sistem pencuci/regenerasi otomatis dan manual mampu berpindah fungsi secara otomatis selama proses regenerasi
   - Setiap set pelunak harus mempunyai satu tangki air garam untuk fungsi regenerasi

3) Sistem Filtrasi.
   - Harus Mudah dioperasikan.
   - Bisa memisahkan Chlorine dan Air dan menghilangkan kotoran
   - Alat Ukur terpasang In dan Out Filter

4) Pompa.
   - Setiap pemasangan pompa harus Terpasang 2 Unit satu operasi utama dan satu sebagai cadangan (1 On, 1 Stanbye).

5) Tangki Produk**.**
   - Tangki tahan karat terbuat dari FRP (Polyester dengan Serat Kaca) atau HDPE dengan kapasitas masing-masing minimal 9.80 m^3. Tangki harus terbuat dari Vinyl Esther (tahan bahan kimia) dengan tiga lapisan kaca – polyester.

- Semua tangki harus memiliki sambungan dengan katup union uPVC dengan sambungan yang fleksibel.
- Semua tangki harus mempunyai ventilasi udara, indikator level dan lubang akses manusia dengan penutup. Semua tangki harus mempunyai minimal 3 unit flange outlet

6) Aspek Kontrol.
- Sistem elektroklorinator harus mempunyai kapasitas akses, monitoring, interogasi dan kontrol jarak jauh.
- Akses jarak jauh bisa menggunakan saluran panggil atau modem nirkabel
- melalui laptop.
- Sistem kontrol jarak jauh harus mempunyai kapasitas kontrol waktu sebenarnya dari sistem
- Elektroklorinasi.
- Sistem harus mampu mengembalikan pesan sebelumnya/tinjauan data aktifitas untuk 6 bulan terakhir.
- Sistem harus mempunyai akses keamanan canggih misalnya kata kunci untuk mode operasi berbeda-level kontrol

I. Spesifikasi Peralatan Elektrikal Instalasi Pengolahan Air (IPA)

1. Acuan Normatif

1. Referensi dan standar pekerjaan Mekanikal dan Elektrikal ini mengacu kepada acuan normatif yang telah ada, antara lain :
   a. SNI 04-0225-2000 : Peraturan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL)
   b. SNI 6773-2008: Spesifikasi Unit Paket Instalasi Pengolahan Air
2. Bilamana jenis barang atau peralatan tersebut belum diatur dalam Standar Nasional Indonesia, maka barang atau peralatan tersebut harus memiliki standar- standar sebagai berikut :

ISO	-	International for Standardization Organization
JIS	-	Japanesse Industrial Standard
BS	-	British Standard
DIN	-	Deutsche Industrie Norm
AWWA	-	American Water Works Association

ASTM - American Society for Testing and Materials

ANSI - American National Standard Institute

2. Ketentuan Umum Dan Tata Cara

Pekerjaan Electrikal adalah seluruh pekerjaan dari penghasil dan penggunaan listrik serta acsesorienya dalam pelaksanaanya penyedia harus memperhatikan langkah langkah sebagai berikut.

(1) Penyedia harus melaksanakan *spesifikasi teknik ketentuan Umum (Pelayanan dan Purna Jual), SDM dan K3.*

(2) Penyedia harus mengikuti acuan normative dalam pembahasan diatas.

(3) Penyedia harus melengkapi pegawai dengan peralatan safety

(4) Penyedia harus mempunyai teknisi yang berpengalaman dalam instalasi listrik;

(5) Penyedia Jasa harus mengikti Spek Tek Electrical dibawa ini.

(6) Penyedia Barang/Jasa harus memperhatikan kondisi lapangan, baik lokasi penempatan

peralatan maupun keamanan peralatan.

(7) Direksi teknis/lapangan harus memfasilitasi Terkait dengan Isntalasi Elektrikal.

3. Pekerjaan Kubical Dan LVMDP

Penyedia barang/Jasa harus menyediakan panel-panel daya mulai dari LVMDP (Low Voltage Main Distribution Panel) sampai dengan panel penerangan lengkap dengan komponennya dengan persetujuan direksi/lapangan. Panel-panel yang dimaksud untuk beroperasi pada 220/380 V, 3 phase, 4 kawat, 50 Hz dan Solidly Grounded dan harus dibuat mengikuti standard IEC dan acuan normative diatas.

Panel-panel yang disebut dibawah ini adalah tipe tertutup (Metal enclosed), free standing untuk pasangan dalam (indoor use) lengkap dengan semua komponen-komponen yang ada:

- SDP
- Panel Power (PP)
- Panel-panel penerangan
- Individual panel

a. Panel-panel yang disebut dibawah ini adalah type tertutup (metal enclosed) untuk pasangan luar (Outdoor Use) lengkap dengan semua komponen-komponen yang ada.
b. Panel-panel lainnya yang tidak tertulis di dalam spesifikasi teknis ini, tetapi tercantum dalam gambar rencana.

Karakteristik Panel

- Tegangan kerja
- Tegangan uji
- Tegangan uji impulse
- Frekuensi : 50Hz : 220/380 volt
- 1tombol start stop
- 1selector switch 3 posisi (local, stop, remote)
- 3 indicator lamp :
  - Merah : Stop
  - Hijau : Start
  - Orange: Fault

c. Peralatan yang merupakan bagian dari sistem pengamanan/ interlock harus dibuat sedemikian rupa, sehingga tidak mungkin terjadi kecelakaan akibat kesalahan- kesalahan operasi yang dibuat oleh petugas.
d. Finishing dari panel harus dilaksanakan sebagai berikut:
   - Semua mur dan baut harus tahan karat, dilapisi Cadmium
   - Semua bagian dari baja harus bersih dan sand blasted setelah pengelasan, kemudian secepatnya harus dilindungi terhadap karat dengan cara galvanisasi atau Chromium Plating, atau dengan , Zinc Chromate Primer. Pengecatan finish dilakukan dengan empat lapis cat oven warna abu-abu atau warna lain yang disetujui Direksi.
e. Circuit Breaker untuk penerangan boleh menggunakan Mini Circuit Breaker (MCB) dengan kapasitas mininal 2 - 10 A. Circuit Breaker lainnya harus dari type Moulded Case Circuits Breaker (MCCB), sesuai dengan yang diberikan pada gambar rencana dengan breaking capacity seperti ditunjukkan dalam gambar rencana. Circuit Breaker harus dari type automatic trip dengan kombinasi thermal dan instantaneous magnetic unit. Main CB dari setiap panel harus dilengkapi dengan shunt trip terminals dan kabel control harus tahan api.

f. Pemberian Tanda Pengenal

Tanda pengenal harus dipasang, yang menunjukkan hal-hal berikut:

- Fungsi peralatan dalam panel
- Posisi terbuka atau tertutup
- Arah putaran dari handel pengontrol dari switch
- Dan lain-lain.

Tanda pengenal ini harus jelas dan tidak dapat hilang.

g. Dokumen-dokumen lain yang harus diserahkan oleh pabrik adalah sebagai berikut : Gambar-gambar kubikel, susunan peralatan switchgear, layout peralatan (equipment), detail-detail pemasa- ngan dan detail-detail pekerjaan sipil yang berhubu- ngan dengan pemasangan.

h. Garansi

Suatu sertifikat pengujian harus diserahkan oleh pabrik. Bila peralatan mengalamai kegagalan pengujian-pengujian yang disyaratkan diatas, maka pabrik bertanggung jawab terhadap peralatan yang diserahkan, sampai peralatan tersebut memenuhi syarat-syarat setelah mengalami pengujian ulang, dan sertifikat pengujian telah diterima dan disetujui oleh direksi.

i. Pengujian

Pengujian ini perlu dilakukan bila pabrik tidak menunjukkan sertifikat pengujian yang diakui oleh SNI :

- Test kekuatan tegangan impuls
- Test kenaikan temperature
- Test kekuatan hubung singkat
- Test untuk alat-alat pengaman
- Pemeriksaan apakah peralatan sudah sesuai dengan yang dimaksud
- Pemeriksaan alat-alat interlock dan fungsi kerja handel-handel
- Pemeriksaan kekuatan mekanis dari handel dan alat interlock
- Pemeriksaan kontinuitas rangkaian.

j. Pendidikan dan Latihan

Untuk 5 (lima) orang yang ditunjuk oleh pemberi tugas tentang operasi dan perawatan lengkap dengan 5 Copy Operating/Mainterance dan Repair manual, segala sesuatunya atas biaya Kontraktor.

4. Kabel Daya Tegangan Rendah

Penyedia barang/jasa harus mendapat pengesahan dari direksi teknis/lapangan atau pengawas serta memperhatikan pemasangan kabel dibawah ini.

Kabel daya tegangan rendah yang dipakai adalah bermacam-macam ukuran dan type yang sesuai dengan gambar rencana (NYY, NYFGbY, NYM, NYA, 06/1KV) kabel daya tegangan rendah ini harus sesuai dengan standard SNI atau S.P.L.N.

1. Instalasi dan Pemasangan Kabel
   a. Bahan

      Semua kabel yang dipergunakan untuk instalasi listrik harus memenuhi peraturan PUIL 2000 SNI 04-0255-2000. Semua kabel/ kawat harus baru dan harus jelas ditandai dengan ukurannya, jenis kabelnya, nomor dan jenis pintalannya. Semua kawat dengan panampang 6 mm2 keatas haruslah terbuat secara disiplin (stranded). Instalasi ini tidak boleh memakai kabel dengan penampang lebih kecil 2,5 mm2 kecuali untuk pemakaian remote control. Kecuali dipersyaratkan lain, konduktor yang dipakai ialah dari type :

      - Untuk instalasi penerangan adalah NYM dengan conduit PCV High Impact.
      - Untuk kabel distribusi menggunakan kabel NYY, FRC dan NYFGbY.

   b. “Splice”/ Pencabangan

      Tidak diperkenankan adanya Splice ataupun sambungan-sambungan baik dalam feeder, dalam tanah (tertanam) maupun cabang-cabang, kecuali pada outlet atau kotak-kotak penghubung yang bisa dicapai (accessible).

      Sambungan pada kabel circuit cabang harus dibuat secara mekanis dan harus teguh secara electric, dengan cara-cara Solderless Connector Jenis kabel tekanan, jenis compression atau soldered. Dalam membuat Splice konector harus dihubungkan pada konductor-konduktor dengan baik, sehingga semua

konductor tersambung, tidak ada kabel-kabel telanjang yang kelihatan dan tidak bisa lepas oleh getaran.

Semua sambungan kabel baik di dalam junction box, panel ataupun tiang lampu harus mempergunakan connector yang terbuat dari tembaga yang diisolasi dengan porselen atau Bakelite ataupun PVC, yang diameternya disesuaikan dengan diameter kabel.

c. Bahan Isolasi

Semua bahan isolasi untuk splice, connection dan lain-lain seperti karet, PVC, asbes, tape sintetis, resin, splice case, compostion dan lain-lain harus dari type yang disetujui, untuk penggunaan, lokasi voltage dan lain-lain tertentu itu harus dipasang memakai cara yang disetujui menurut Peraturan dan Code/Standard berlaku atau Manufacturer.

d. Penggunaan kabel

Besarnya penampang kabel yang akan digunakan harus dihitung kapasitas ampere nya berdasarkan beban tertinggi operasional ditambah toleransi arus kerja minimal 10 persen. Perhitungan kapasitas ampere juga diperhitungkan dengan drop tegangan yang akan timbul sesuai jarak penyambungan sehingga jika drop tegangannya besar harus diambil penampang kabel setingkat lebih tinggi diatasnya.

e. Ketentuan Penyambungan

- Semua penyambungan kabel harus dilakukan dalam kotak-kotak penyambung yang khusus untuk itu (misalnya junction box dan lain-lain).
- Kontraktor harus memberikan brosur-brosur mengenai cara-cara penyambungan yang dinyatakan oleh pabrik kepada Pengawas.
- Kabel-kabel harus disambung sesuai dengan warna-warna phasa atau nomor kabel masing-masing, dan harus diadakan pengetesan tahanan isolasi sebelum dan sesudah penyambungan dilakukan. Hasil pengetesan harus tertulis dan disaksikan oleh Pengawas.

- Penyambungan kabel tembaga harus mempergunakan penyambungan – penyambungan tembaga yang dilapisi dengan timah putih dan kuat. Penyambungan-penyambungan harus dari ukuran yang sesuai.
- Penyambungan kabel yang berisolasi PVC harus diisolasi dengan pita PVC/protolen yang khusus untuk listrik.
- Penyekat-penyekat khusus harus dipergunakan bila perlu untuk menjaga nilai isolasi tertentu.
- Bila kabel dipasang tegak lurus dipermukaan yang terbuka, maka harus dilindungi dengan pipa galvadnezed ingan tebal minimal 2,5 mm.

f. Saluran Penghantar dalam Bangunan

- Untuk instalasi penerangan di daerah tanpa menggunakan ceiling gantung, saluran penghantar (conduit) dipasang menempel pada plat beton.
- Untuk instalasi penerangan di daerah yang menggunakan ceiling gantung saluran penghantar (conduit) dipasang diatas kabel trunking dan diletakkan di atas ceiling dengan tidak membebani ceiling.
- Untuk instalasi saluran penghantar diluar bangunan, dipergunakan saluaran beton, kecuali untuk penerangan taman, dipergunakan pipa galvanized dengan diameter sesuai standarisasi. Saluran beton dilengkapi dengan hand-hole untuk belokan-belokan.
- Setiap saluran kabel dalam bangunan dipergunakan pipa conduit minimum 5/8" diameternya. Setiap pencabangan ataupun pengambilan keluar harus menggunakanjunction box yang sesuai dan sambungan yang lebih dari satu harus menggunakan terminal strip di dalam junction box. Junction box yang terlihat dipakai junction box dengan tutup blank plate galvanized.
- Ujung pipa kabel yang masuk dalam panel dan junction box harus dilengkapi dengan "Socket/lock nut", sehingga pipa tidak mudah tercabut dari panel. Bila tidak ditentukan lain, maka setiap kabel yang berada pada ketinggian muka lantai

sampai dengan 2 m, harus dimasukkan dalam pipa PVC dan pipa harus diklem ke bangunan pada setiap jarak 50 cm

g. Pemasangan Kabel dalam Tanah
   - Kabel tegangan rendah harus ditanam minimal sedalam 80 cm.
   - Kabel yang ditanam langsung dalam tanah harus dilindungi dengan bata merah, dan diberi pasir, ditanam minimal sedalam 80 em.
   - Untuk yang lewat jalan raya ditanam sedalam 100 cm dan di beripelindung pipa Galvanized.
   - Kabel-kabel yang menyeberang jalur selokan, dilindungi dengan pipa galvanized atau pipa beton yang dilapisi dengan pipa PVC type AW, kabel harus berjarak tidak kurang dari 30 cm dari pipa gas, air dan lain-lain.
   - Galian untuk menempatkan kabel yang dipasang dalam tanah harus bersih dari bahan-bahan yang dapat merusak isolasi kabel, seperti : batu, abu, kotoran bahan kimia dan lain sebagainya. Alas galian (lubang) dilapisi dengan pasir kali setebal 10 cm. kemudian kabel diletakkan, diatasnya diberi bata dan akhimya ditutup dengan tanah urug.
   - Penanaman kabel harus diberikan marking yang jelas pada jalur-jalur penanaman kabelnya. Agar memudahkan didalam pengoperasian, pengurutan kabel dan menghindari kecelakaan akibat tergali/ tercangkul.

h. Pengujian & Testing
   1. Factory Test
   2. Pengetesan Individual

      Pengetesan ini dilakukan pada setiap potong kabel dan terdiri dari pengetesan sebagai berikut:
      - Pengetesan ukuran tahanan hantaran
      - Pengetesan dielektrik
      - Pengukuran loss factor
   3. Pengetesan Khusus

Pengetesan ini dilakukan terhadap sample dari kabel yang akan dipakai. Pengetesan tersebut terdiri dari test sebagai berikut :

- Test tegangan impuls
- Mekanikal test
- Pengukuran loss factor pada bermacam-macam temperature
- Pengetesan dielektrik
- Pengetesan perambatan (Creep Test)

4. Site Test

   Pengetesan setelah penanaman kabel. Setelah kabel ditanam, penyambungan- penyambungan dan pemasangan kotak akhir, maka dilakukan pengetesan dielektrik/ insulation test. Marking kabel untuk pemasangan kabel di dalam tanah harus jelas dan tidak dapat dihapus.

i. Garansi

   Sertifikat pengetesan dari pabrik pembuat kabel harus disertakan pada penyerahan kabel. Bila kabel yang bersangkutan mengalami kegagalan dalam pengetesan, maka pabrik pembuat kabel dan Kontraktor bertanggung jawab atas kabel tersebut, sampai kabel tersebut dapat berhasil dalam pengetesan ulang dan diterima baik oleh Pengawas.

J. Pengaman Petir

1. Acuan Normatif

Pekerjaan Pemasangan pengaman petir mengacu kepada

- SNI 03-715-2004 “Sistem Proteksi petir pada Bangunan Gedung.
- 1438_SNI IEC 62305-1-2009 Proteksi Petir – Prinsip Umum
- NFPA 780
- Permanaker 02/MEN/1989

Pengawasan Instalasi Penyalur PetirPenyedia barang/jasa harus mendapat pengesahan dari direksi teknis/lapangan atau pengawas serta memperhatikan pemasangan Sistem Pengaman Petir dibawah ini.

2. Pemasangan Sistem Pengaman Petir

Untuk mengamankan sambaran petir di kawasan SPAM, Penyedia jasa harus memasang sistem pengaman petir sesuai dengan peraturan PUIL 2000.

a. Konsep pengaman petir terhadap kawasan, terhadap manusia dan peralatan terdiri dari dua jenis yaitu sistem pengaman petir eksternal dan sistem pengaman petir internal. Pengaman Petir eksternal yaitu air termination (tombak tembaga), Penghantar turun(down conductor), dan elektroda grounding. Pengaman Petir internal yaitu Arester, shielding (pembungkusan), dan Bonding (penyambungan).

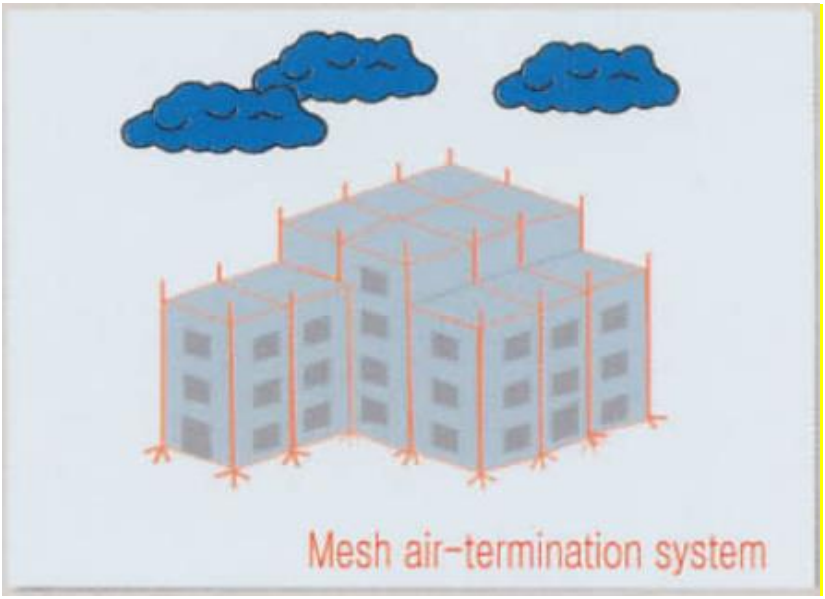
b. Air termination merupakan bagian runcing (tombak tembaga) yang dipasang pada bangunan bagian atas terluar yang dipakai untuk menangkap sambaran petir. Air terminal ini dapat berupa batang tembaga, Jaringan penghantar diatas atap bangunan,jaringan kawat, komponen struktur bangunan.Air termination tingginya 25 cm atau 50 cm yang harus dipasang sedekat mungkin dengan bagian runcing bangunan.

Tabel 15. Air Termination

No	Uraian	Besaran
1	Air termination (tombak penangkap petir)	
	Batang tembaga	Panjang 25 cm atau 50 cm
	Pipa galvanis	Diameter ND 25 mm
2	Penghantar turun (down conductor)	
	BC (Bar Coper)	50 mm^2
	Coaxial cable	50 mm^2
		Insulation coax/XLPE
3	Bahan Elektroda :	Batang Tembaga ND 350 mm Panjang 5 m
		Plat Tembaga 1000 mmx 1000 mm x 3 mm
		Pita Tembaga
		Pipa Tembaga
		Pipa Galvanis

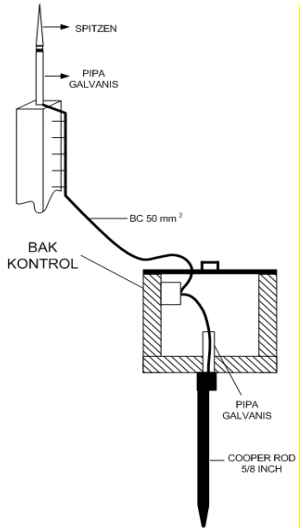
No	Uraian	Besaran
4	Klem dudukan	Plat galvanis
5	Bak Kontrol	Concrate, 40 x 40 x 30 cm
		Penutup concrate dan pegangan
6	Pipa casing down conductor	ND 25 mm, galvanis
7	Lightning counter dan dudukan	Counter digit
		Klem baut
8	Penghantar Grounding	Kawat Tembaga Pilin
9	Ukuran Penghantar Grounding	16 mm^2, 25 mm^2, 50 mm^2, 70 mm^2
10	Bar Grounding terminal	Pita batang tembaga 20 x 3 x 200 mm
11	Powder peningkat mutu tahanan tanah	Campuran :Bentonit+ garam dapur+ air
		Grounding Enhanchement Material
		Sand Earth
		Pasir Kwarsa

c. Metode proteksi jala jala dapat digunakan untuk perlindungan permukaan yang datar karena bisa melindungi seluruh permukaan bangunan. Daerah yang diproteksi adalah keseluruhan daerah yang ada di dalam jala-jala. Pemasangan jala-jala pada seluruh sudut permukaan bangunan. Proteksi ini juga direkomendasikan pada sisi-sisi bangunan tinggi untuk proteksi sambaran dari samping



Gambar 77. Metode Proteksi Jala

d. Pelaksanaan pemasangan pengaman petir eksternal diawali dengan menentukan letak titik penanaman elektroda grounding. Membuat lubang, Menancapkan batang elektroda dengan memukul lurus ke tanah menggunakan palu 5000 gram sampai kedalaman yang sudah ditentukan. Memasukan bentonit yang sudah dicampur dengan pasir kuarsa kedalam sumuran sehingga mencapai permukaan tanah. Menyambungkan elektrode batang tembaga dengan kawat BCC dengan konektor kuku macan (klem tembaga). Membuat bak kontrol untuk melakukan Pemeliharaan dan pengukuran resistansi pentanahan. Memasang grounding bar untuk tempat penyambungan kawat penghantar dari elektrode dengan kawat penghantar pentanahan (PE) atau down conductor.



Gambar 78. Pemasangan Pengaman Petir

e. Mengukur uji tahanan grounding.
Mengukur tahanan grounding menggunakan earth tester.



Gambar 79. Uji Tahanan Grounding Menggunakan Earth Tester

Pelaksanaan Pengukuran resistan pentanahan dengan Saklar selektor diarahkan ke RESISTANCE, batas ukur meter dipilih yang diinginkan, Tombol TEST ditekan dan selanjutnya baca hasil ukur dan mencatat hasil ukurnya.

K. Unit Distribusi

Penyedia Barang/Jasa harus menyediakan Pompa sesuai yang tertuang dalam kontrak dan sesuai dengan petunjuk pemakai/pengawas berupa pompa centrifugal atau Pompa Submersible, dan harus mengacu kepada ketentuan umum dibawah ini :

1. Pompa Distribusi

Tabel 16. Pompa Distribusi

1. Pompa Centrifugal	
Type	Non Clogging
Flow (liter/detik)	Bervariasi dari 5, 10,20,30,40,50,100,150,200
Head/Horsepower	Dihitung dengan tepat, khusus untuk Head/tekanan melebihi 40 meter, pompa centrifugal bisa menggunakan sistem multi stage. Horse power pompa harus dihitung terlebih dahulu yang merupakan fungsi dari tekanan dan Debitnya.
NPSH	NPSH, Net Positive Suction Head Required harus disebutkan dalam name plate pompa, sedemikian rupa sehingga suction mampu menghisap air , jarak dari sumbu pompa terhadap muka air terendah harus lebih kecil dari NPSH yang tersedia (*net positif suction head*).
Diameter	Diameter susction harus dibuat sebesar mungkin agar tidak terjadi kavitasi
Casing	Terbuat dari *cast iron* atau *bronze*
Impeler	Terbuat dari *cast iron* atau *bronze*
Shaft	Terbuat dari *cast iron* atau *bronze*
Valve dan peralatan yang harus dipasang di sisi suction dan discharge	1. 1Suction Valve: pada sisi pipa air masuk ke pompa. 2. Discharge Valve: pada sisi pipa air menuju ke luar pompa. 3. Check or Non-Return Valve: pada discharge line untuk menghindari aliran balik dari discharge ke suction. 4. Vent (priming) Valve: ini diperlukan untuk mengeluarkan gas/udara dari pompa sebelum start. 5. Pressure Gauge di sisi suction dan discharge 6. Gauge Isolation Valves: Valve untuk penggantian

	pressure gauge pada suction dan discharge. 7. Recycle Valve: Ini adalah sebuah katup aliran yang digunakan untuk mendaur ulang kembali cairan dengan cara dipompa ke sisi penghisapan atau ke mesin isap, untuk mempertahankan aliran melalui pompa bila kran pembuangan, (dan/atau FCV), ditutup. 8. Drain Valve: dipasang di bagian bawah pompa, dipakai untuk menguras pompa sebelum melakukan perawatan.
2.Pompa Submersible	1. Pompa submersible yang diminta harus mampu bekerja didalam air, weatherproof dengan kapasitas yang dihitung terlebih dahulu dan motor tidak boleh terjadi beban lebih(overload). Penyedia barang dan jasa harus menunjukkan grafik unjuk kerja (Performance Curve) yang dapat menampilkan grafik antara tekanan dan Debit (H-Q Curve) sesuai dengan kriteria dimaksud diatas dari Pabrikan pompa. Material yang digunakan untuk Casing pompa minimal besi cor/Cast Iron (FC200) atau Epoxy Coated Aluminum Steel. 2. Impeller minimal Stainless Steel (SCS13), Suction Bowl minimal Cast Iron (FC200), Motor Frame minimal Cast Iron (FC200), Motor Bracket minimal Cast Iron (FC200), Shaft minimal Stainless Steel Rigid Bar (SUS 410) ,seluruh baut dan mur yang digunakan harus terbuat dari jenis Stainless Steel . Spesifikasi Kabel untuk Pompa Submersible harus mengacu kepada rekomnedasi Pabrikan , tahan terhadap air (weatherproof) dan kuat hantaran arus juga harus mengacu kepada rekomendasi pabrikan. j. Kabel masuk (Cable Entry) harus mempunyai seal khusus yang bisa mencegah terhadap segala torsi yang bisa terjadi di kabel sedemikian rupa sehingga air tidak akan masuk ke motor dan pompa. k. Kabel harus mempunyai Pegangan Kabel dari stainless steel yang diletakkan di cable gland untuk menghindari dari ketegangan pada

	kabel. Kabel pada sisi setelah batas panjang akhir kabel dari pompa submersible harus mengikuti ketentuan seperti yang disebutkan pada bagian Material Elektrikal.

2. Panel Pompa distribusi
   Panel pompa distribusi menggunakan panel MCC jenis cubicle dengan konstruksi besi plat tebal 3 mm dengan dicat powder coating dengan ketebalan min 80 micron dengan standar warna (RAL) yang seragam untuk semua panel listrik.
3. Pompa Booster
   Pompa booster menggunakan pompa jenis centrifugal end suction atau centrifugal split casing dengan pemasangan satu level dengan dasar reservoir sehingga diperoleh positif suction.

Tabel 17. Pompa Booster

Pompa Centrifugal	
Type	End suction atau split casing
Flow (liter/detik)	Bervariasi dari 5, 10,20,30,40,50,100,150,200
Head/Horsepower	Dihitung dengan tepat, khusus untuk Head/tekanan melebihi 40 meter, pompa centrifugal bisa menggunakan sistem multi stage. Horse power pompa harus dihitung terlebih dahulu yang merupakan fungsi dari tekanan dan Debitnya.
NPSH	NPSH, Net Positive Suction Head Required harus disebutkan dalam name plate pompa, sedemikian rupa sehingga suction mampu menghisap air , jarak dari sumbu pompa terhadap muka air terendah harus lebih kecil dari NPSH yang tersedia (*net positif suction head*).
Diameter	Diameter suction harus dibuat sebesar mungkin agar tidak terjadi kavitasi
Casing	Besi cor
Impeler	Terbuat dari besi cor atau *bronze*
Shaft	Stainless stell
Valve dan peralatan yang harus dipasang di sisi suction dan discharge	1.Suction Valve: pada sisi pipa air masuk ke pompa. 2.Discharge Valve: pada sisi pipa air menuju ke luar pompa. 3.Check or Non-Return Valve: pada discharge line untuk menghindari aliran balik dari discharge ke suction.

	4.Vent (priming) Valve: ini diperlukan untuk mengeluarkan gas/udara dari pompa sebelum start. 5.Pressure Gauge di sisi suction dan discharge 6.Gauge Isolation Valves: Valve untuk penggantian pressure gauge pada suction dan discharge. 7.Recycle Valve: Ini adalah sebuah katup aliran yang digunakan untuk mendaur ulang kembali cairan dengan cara dipompa ke sisi penghisapan atau ke mesin isap, untuk mempertahankan aliran melalui pompa bila kran pembuangan, (dan/atau FCV), ditutup. 8.Drain Valve: dipasang di bagian bawah pompa, dipakai untuk menguras pompa sebelum melakukan perawatan.

4. Pneumatic Actuator

Tabel 18. Pneumatic Actuator

Jenis operasi	**Operasi Pneumatic**
Jenis konstruksi	**Piston**
Head/pressure	0 – 10 BAR Power Compressor harus dihitung terlebih dahulu yang merupakan fungsi dari tekanan dan jaraknya.
Rotation	0 - 90º atau 0 - 180º
Gerak/Action	Single acting atau double acting
Skrup Pengatur 0-90º	Stainless steel Posisi pengaturan buka tutup± 5°.
Material Piston	Die cast alumunium
Bodi	Dilapis Hard-coat anodized tebal 45-50 (micron)
Standar ruang piston	Gesekan halus dan berumur panjang.
Tutup bodi	Die cast alumunium dan powder coating
Skrup / baut	Stainless steel
Cam pengatur posisi 0	
Seal	Untuk temperature tinggi memakai Viton. Untuk temperature rendah memakai silicon.

Untuk single acting actuator harus dipasang Per(Spring) dengan dicoating standar, tahan terhadap karat jangka lama dan dipasang dengan skrup panjang agar memudahkan dan aman untuk perawatan

5. Electric Actuator

Tabel 19. Electric Actuator

Solenoid Valve	Buka/tutup dibatasi limit switches
Selungkup	IP 68
Power Supplay	110/230VAC, 1Phase ±10 %, 50 Hz
Limit Switches	Buka/tutup, 2+2 bh
Pengaman	Pasangan dalam Thermal Protcection dan akan memutus pada 120º C
Sudut Buka	90 º ± 5 º
Penanda	Lampu tanda terus menerus pada posisi buka penuh atau tutup penuh
Putar secara manual	Menggunakan kunci Allen (6mm)
Roda gigi	Pelumasan permanen dan mengunci sendiri
Pemanas ruang bodi	Elemen 2W (110/230VAC & 24VDC), anti lembab

L. Daya Listrik (Sumber Tenaga Listrik PLN)

1. Acuan Normatif

Yang menjadi pegangan untuk pengusahaan pembangkitan tenaga listrik adalah Peraturan Direksi PT PLN NOMOR 0011.p/dir/2017 tahun 2017 tentang pedoman pelayanan penyambungan konsumen bisnis dan industri daya 100 s.d 200 kVA dan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 24. Tahun 2017 dan Pembangkitan PT Perusahaan Listrik Negara Tahun 2017

2. Sambungan Baru Listrik PLN

Sistem Tegangan distribusi yang digunakan PT PLN Persero di Indonesia adalah berkisar 3 KV, 6 KV, 7 KV, 9 KV, 11,5 KV, 20 KV dan 24 KV. Namun yang umum digunakan pada sistem tegangan distribusi PLN adalah 6 KV, 12 KV 20 KV dan 24 KV, dan sisanya adalah tegangan yang bersumber dari transformator yang khusus digunakan beberapa industri tertentu.

Gardu induk distribusi primer PLN, memasok daya listrik kekonsumennya dengan dua jalur distribusi yang dibedakan pemakaiannya. Yaitu konsumen besar (Kawasan Industri) dan konsumen-konsumen yang menggunakan tenaga istrik dengan level tegangan rendah (380/220 Volt) seperti rumah tangga, industri kecil, perkantoran, pertokoan dan sebagainya. Untuk

konsumen besar yang menggunakan energi listrik yang besar, PLN memasok kebutuhan listriknya melalui Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20KV atau 24KV dengan jalur distribusi kawat penghantar udara atau Penghantar bawah tanah ke Gardu Induk (GI) konsumen untuk pemakaian sendiri.

Sedangkan untuk kebutuhan rumah tangga, perkantoran dan industri kecil, PLN memasoknya melalui Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20KV ke gardu distribusi Sekunder yang dibangun pada lokasi-lokasi tertentu. Dan disalurkan kembali ke trafo tiang step down didekat pusat-pusat pelanggan, untuk selanjutnya penyaluran distribusi daya listrik tersebut diteruskan melalui Jaringan Tegangan Rendah (JTR) 380/220 Volt ke meter-meter pelanggan.

3. Daya Listrik PLN

Tabel 20. Daya Listrik PLN

No.	Daya Terpasang (Volt Ampere)	PembatasMCB/MCCB (Ampere)
1	250	1 X 1,2
2	450	1 X 2
3	900	1 X 4
4	1,300	1 X 6
5	2,200	1 X 10
6	3,500	1 X 16
7	4,400	1 X 20
8	5,500	1 X 25
9	7,700	1 X 35
10	11,000	1 X 50
11	13,900	1 X 63
12	17,000	1 X 80
13	22,000	1 X 100
14	3,900	3 X 6
15	6,600	3 X 10
16	10,600	3 X 16
17	13,200	3 X 20
18	16,500	3 X 25

No.	Daya Terpasang (Volt Ampere)	PembatasMCB/MCCB (Ampere)
19	23,000	3 X 35
20	33,000	3 X 50
21	41,500	3 X 63
22	53,000	3 X 80
23	66,000	3 X 100
24	82,500	3 X 125
25	105,000	3 X 160
26	131,000	3 X 200
27	147,000	3 X 225
28	164,000	3 X 250
29	197,000	3 X 300
30	233,000	3 X 335
31	279,000	3 X 425
32	329,000	3 X 500
33	414,000	3 X 630
34	526,000	3 X 800
35	630,000	3 X 1000

Khusus pada pemakaian listrik industri (umumnya 3 phasa), PLN menerapkan penambahan penghitungan pemakaian daya listriknya dengan kVarh meter (kilo Volt ampere reactive perHours) selain kWh meter (kilo Watt per Hours).

Sebagai ilustrasi apabila pelanggan menggunakan kVarh sebesar 6701 kVarh, sedangkan pelanggan dalam pemakaian kVarh~nya perhari adalah 8 jam kerja, maka digunakan rumus

kVarh : 8 : 30 = kVar

6701 : 8 : 30 = 27.92 kVar

Angka 27.92 kVar bisa dibulatkan menjadi 30 untuk menetapkan jumlah pembagian step dipanel kapasitor bank agar sesuai dengan kebutuhan maksimal penggunaannya.

Apabila panel kapasitor menggunakan Power Factor Controller 6 step maka kita hanya tinggal membagi angka 30 dengan 6, dan hasil kVar dari kapasitor yang akan digunakan adalah sebesar 5 kVar dari setiap stepnya. Begitupun bila menggunakan Power Factor Controller 12 step, maka angka 30 dibagi dengan 12, dan didapatkan hasil 2,5 kVar dari setiap stepnya.

M. Sumber Tenaga Listrik Alternatif

1. Pembangkit Listrik Mikro Hidro

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), yaitu alat yang menghasilkan listrik dengan menggunakan sumber tenaga air.Mikro menunjukkan ukuran kapasitas pembangkit, yaitu antara 5 kW sampai 100 kW. Jika disuatu daerah memiliki potensi air terjun, PLTMH dapat dibangun disini karena memiliki beberapa keunggulan yaitu: menghasilkan energi yang terbarui, tidak konsumtif terhadap air, Bersih lingkungannya, mudah operasinya, biaya operasi rendah dan konstruksinya tahan lama, pada saat ini biaya pembangunan berkisar $1500 s/d $6500 per kW.

Penyedia jasa harus melaksanakan pengadaan dan pemasangan PLTMH mengacu ketentuan acuan normatif diatas, dan melakukan seperti dibawah ini.

1. Mengajak ahli untuk melakukan survey lapangan tentang potensi aliran air untuk PLTMH termasuk mengukur debit dan ketinggian air (sering disebut head).
2. Mengajak Masyarakat berunding untuk membuat kesepakatan dan rencana bersama.
3. Menilai dampak lingkungan yang akan diakibatkan oleh pembangunan PLTMH.
4. Menghitung kebutuhan listrik yang bisa dimanfaatkan. Hal ini penting dilakukan karena kapasitas PLTMH tak terlalu besar, sehingga perlu perhitungan yang cermat untuk menghindari kerugian biayanya.
5. Menghitung biaya yang diperlukan (pembelian seperangkat turbin, pembangunan sipil, jaringan,dansebagainya).
6. Energi yang digunakan untuk menggerakkan turbin didapatkan dari dua cara:Dengan Head yaitu memanfaatkan beda ketinggian permukaan air (energi potensial sungai) dan Tanpa Head yaitu memanfaatkan aliran sungai (energi kinetik sungai).

Spesifikasi PLTMH

Daya Keluaran

Large Hidro	Diatas 100 MW (Mega Watt)
Medium Hidro	15-100 MW
Small Hidro	1-15 MW
Mini Hidro	100 kW - 1 MW
Mikro Hidro	5 kW - 100 MW
Piko Hidro	100 W - 5 kW
Aliran Air (Q)	Ketersediaan aliran air yang konstan dalam ukuran debit tertentu. .... l/det. atau m^3/menit

INSTALASI FISIK

Pintu Pengambilan Air	Intake diversion (pintu dan screen)
Bak Pengendapan	Konstruksi beton
Saluran Penghantar (Headrace)	Konstruksi beton
BakPenenang (Forebay)	Konstruksi beton
Pipa pesat (Penstock) ND	Steel Pipe dengan anti karat , ... mm
RumahPembangkit (PowerHouse)	Konstruksi beton
SaluranBuang (Tailrace)	Konstruksi beton atau Steel Pipe
Jaringan Transmisi (Grid Line)	Tiang transmisi atau kabel tanah
Turbin	High Head Turbin atau Turbin Cross Flow
Generator	Sinkroon atau Induksi
ELC (Electronic Load Control)	Electronic diskrit atau Electronic Digital
Speed governor elektronik	Electronic diskrit atau Electronic Digital
Panel Kontrol	Metal enclosed Plat besi 3mm dengan powder coating
Rangkaian Kontrol	Swtching daya MCCB dan alat Proteksi

2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Solar Cell)



Gambar 80. Solar Cell

Komponen penting dalam sebuah pembangkit listrik tenaga surya yaitu:

a. Panel Surya

Solar panel atau panel surya mempunyai peranan yang sangat penting dalam prinsip kerja pembangkit listrik tenaga surya, hal ini dikarenakan panel surya mempunyai fungsi untuk mengubah sinar matahari menjadi tenaga listrik. Bentuk dari panel surya ini adalah sel silikon yang mampu membuat photon dari panas matahari menjadi arus listrik. Sebagai ilustrasi Satu sel silikon mampu menghasilkan tegangan 0,5 volt. Sehingga dibutuhkan 36 sel untuk membuat tegangan menjadi 12 volt.



Gambar 81. Panel Surya

Karakteristik Kelistrikan

Kapasitas	10 watt
Ukuran	P(400)mm x L(290)mm x T(25)mm
Maksimum Power (Vmp)	17Volt
Maksimum Current (Imp)	0,58 Ampere
Open Circuit Volatge (Voc)	21,6 Volt
Short Circuit Current (Isc)	0,68 Ampere
Power Tolerance	+/- 5%
Equalization Voltage	14,2 Volt (PWM) - 5VDC USB port output at 3A

Karakteristik Mekanis

Teknologi Solar Cell	Polychristallin
Cell tiap module	36 cell
Berat	1600 kg
Material Bingkai	Anodized Alumunium

Warna modul	....
Kotak Hubung	IP65 (Index Proteksi)
Kondisi Operasi	
MaksimumSistem tegangan	1000 VDC
Temperature Kerja	-45 ºC s/d +85 ºC
Sekering Maksimum	....Ampere
Maksimum Beban musim salju	.....watt

b. Solar Charge Controller (SCC)

Alat ini mendapatkan input dari Solar Panel atau Panel Surya yang akan mencharge AKI dan akan otomatis memutus jika AKI sudah penuh atau kelebihan beban.Solar charge controller berfugsi mengatur atau mengendalikan arus listrik yang dibangkitkan panel surya untuk disimpan dibatere sebelum disalurkan ke pemakai tenaga listrik atau beban.Rangkaian Electronic digital PWM (Pulse Width Madulation)12 volt 100 – 120 watt 10 Ampere atau 24 volt 200 – 240 watt 10 Ampere digunakan sebagai SCC . Display LCD monitor sebagai tampilan baca dengan Build in Industrial Microcontroller. One key setting, digital displayDisplay dalam digital dengan fungsi memory auto operasi setingnya menggunakan satu tombol. Memiliki beberapa tingkatan pengisisan.

Karakteristik Kelistrikan

Beban Maksimum	...Ampere (12 volt atau 24 Volt)
Beban maksimum input	....Volt
Float charge	13,8 Volt
Rated Voltage	12 Volt
Charge disconect	11,2 Volt
Charge reconnect	13 Volt
Equalization Voltage	14,2 Volt (PWM) - 5VDC USB port output at 3A
Pengaman(protection)	Pengaman hubung singkat, pengaman beban lebih. Pengaman hubungan terputus, Pengaman arus balik.
Ukuran	P(.....)mm x L(....)mm x T(.....)mm
Berat	(.....)kg

c. Pelaksanaan pemasangan SCC harap dilakukan seperti berikut:
   - Hubungkan kabel Aki
   - Hubungkan Kabel Panel Surya
   - Hubungkan Kabel Output Lampu
   - Jangan terbalik pasang kabel (+) dan (-). Pasang sesuai petunjuk Tanda nya. Pemasangan terbalik bisa merusak.

d. Inverter
   Inverter ini merupakan komponen elektrik yang berfungsi untuk mengonversikan tegangan DC menjadi tegangan AC. Listrik yang dibangkitkan dalam bentuk DC dan sebagian besar beban adalah AC maka diperlukan inverter untuk merubah listrik tersebut.

Karakteristik Kelistrikan

Beban Maksimum	600 watt
Solar Panel	600 watt
Masukan DC	22 – 60 Volt DC
MPPT Voltage	25 - 48 Volt
Keluaran Tegangan AC maksimum	230VAC(190-260VAC) Ampere
Frekuensi	50 – 60 Hertz (kendali otomatis)
Faktor Daya	>98 %
Total Harmonic Distorsion (THD)	5%
Phase Shift	2%
Effiensi Puncak	88
Effisiensi rata-rata	87
Temperature Kerja	-25 ºC s.d +65 ºC
Kelembapan	0% - 90%
Tingkat kedap air	Untuk dalam ruangan
Tampilan (Display)	LED

Pendinginan	kipas
Daya Stand by	1 watt
Standar Gangguan Jaringan	EN 50178+EN 62109-1+VDE0126-1-12
Standar Deteksi Ganguan Jaringan	DIN VDE 1026 UL1741
SISTEM PENYAMBUNGAN	
Penyambungan	**Disambung langsung ke solar panel (tanpa disambung batere)**
Penginderaan sudut 0 gelomang AC	Swa indera dengan keakuratan yang tinggi
	Modulasi gelombang Synchronous frekuensi tinggi
	Keluaran gelombang sinus murni
	Fungsi penginderaan sinar matahari otomatis
	Power Automatically Locked (APL)
	Maximum Power Point Tracking (MPPT)
	Menyesuaikan penyambungan ke beban dengan faktor daya yang berbeda secara otomatis Arus tetap dan Daya tetap stabil
	Ada gangguan keluaran daya akan mati secara otomatis
	Dipasang Pengaman pembatas arus
	Dapat disambung ke beberapa mesin
	Dapat dirubah ke beberapa tingkatan frekuensi

e. Baterai

Baterai mempunyai fungsi untuk menyimpan listrik DC (Direct Current) yang dihasilkan oleh panel surya.

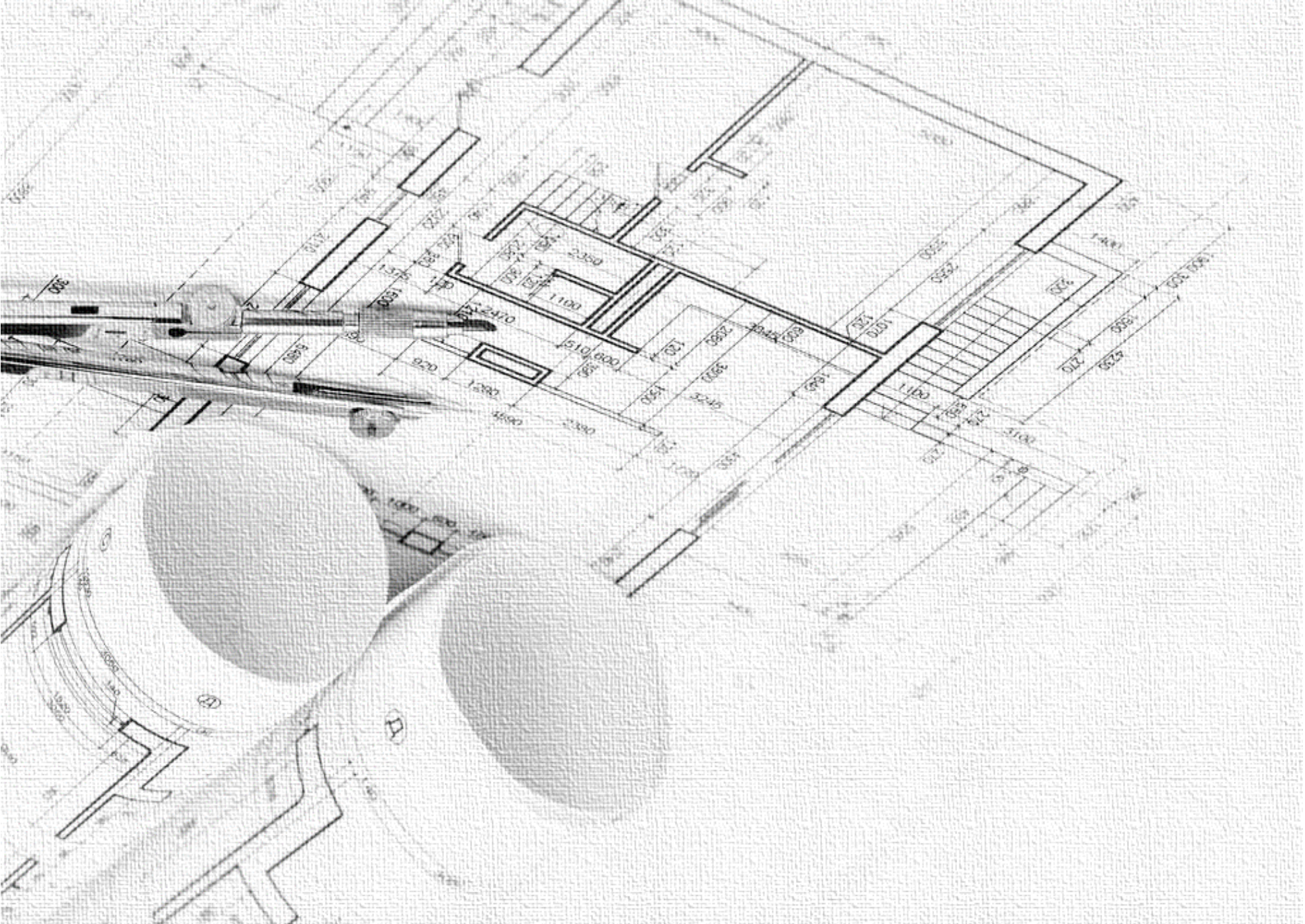
Jenis	
	Aki kering/MF (Maintenance Free), Deep Cycle
Sell Positip	Timbal 1,7 %
Sell Negatip	Calsium atau Silfer
Tegangan	12 Volt atau 24 Volt
Kapasitas	Minimum 100 Ah (Ampere jam) per unit
Cranking Ampere	...A/ 30 det (Ampere pe detik)
Berat	...kg
Ukuran	Panjang:.....mm Lebar:.....mm Tinggi: .....mm

N. Latihan

1. Jelaskan spesifikasi teknis mesin genset
2. Jelaskan spesifikasi teknis pompa
3. Jelaskan spesifikasi teknis panel listrik
4. Jelaskan spesifikasi kabel listrik
5. Jelaskan spesifikasi teknis SCADA

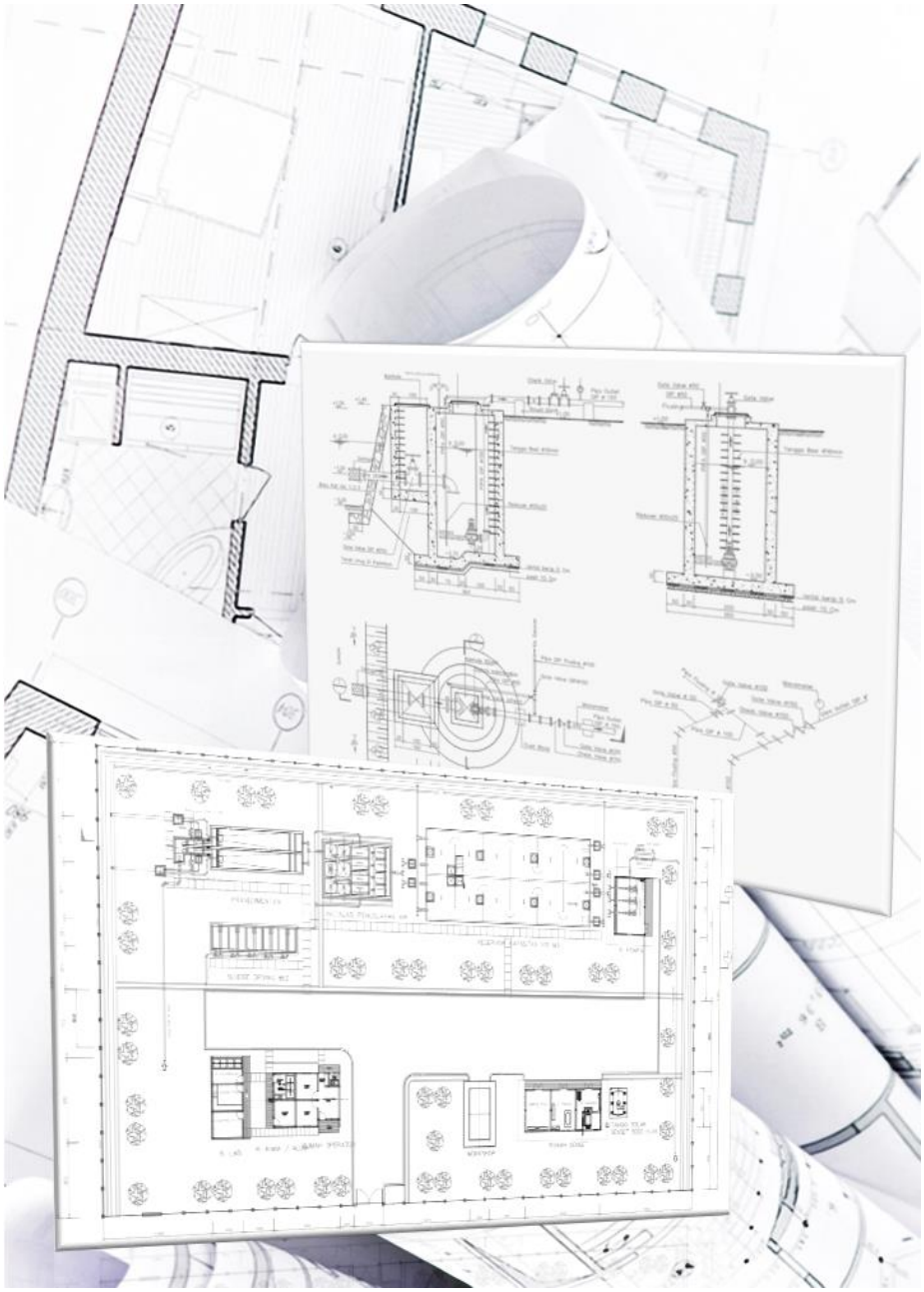
O. Rangkuman

Penjelasan spesifikasi teknis peralatan mekanikal, elektrikal dan contoh spesifikasi teknis peralatan mekanikal dan elektrikal.



BAB 8

HARGA SATUAN, ANALISA HARGA SATUAN, RENCANA ANGGARAN BIAYA / ENGINEERS ESTIMATE (EE)

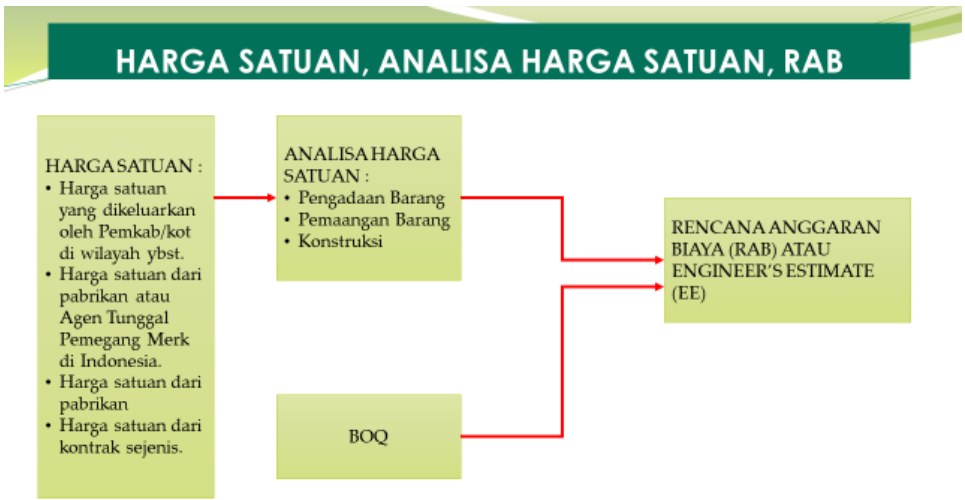


Harga Satuan, Analisa Harga Satuan, Rencana Anggaran Biaya / Engineers Estimate (EE)

A. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta diharapkan mampu menjelaskan harga satuan, analisa analisa harga satuan, dan rencana anggaran biaya atau *engineers estimate* dalam SPAM.

B. Perhitungan Harga



Gambar 82. Skema Perhitungan Harga

Skema diatas menggambarkan cara perhitungan harga setelah dilakukan dianalisa BOQ (volume pekerjaan) dan spesifikasi teknis barang.

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) atau Engineer's Estimate (EE) dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- Harga satuan barang (pengadaan dan pemasangan) menggunakan Pedoman Harga Satuan yang dikeluarkan oleh Pemerintah Kabupaten / Kota tempat lokasi proyek, Harga satuan barang mengambil harga dari harga satuan yang dikeluarkan oleh pabrikan barang, agen barang, Agen Tunggal Pemegang Merk (ATPM) di Indonesia, dan Harga satuan dari

kontrak sejenis sesuai dengan spesifikasi teknis barang yang telah ditetapkan.

- Analisa harga satuan mengikuti tata cara yang diatur oleh Menteri PUPR. Dalam analisa harga satuan sudah termasuk semua biaya yang harus dikeluarkan untuk melaksanakan jenis pekerjaan tersebut, seperti biaya transportasi, gajih karyawan dan tenaga kerja, mobilisasi-demobilisasi, sewa peralatan, biaya kantor, sewa kantor dan keuntungan perusahaan.
- Volume pekerjaan (BOQ) dihitung berdasarkan gambar DED yang telah dibuat.
- Dengan mengalikan volume pekerjaan (BOQ) dengan harga satuan yang didapatkan dari harga pasar akan didapatkan harga dari setiap komponen pekerjaan.
- Dengan menjumlahkan semua jenis pekerjaan yang dihitung akan didapatkan perhitungan harga dari pekerjaan tersebut.
- Dari perhitungan harga yang diperoleh tersebut akan ditambahkan dengan beban pajak sesuai dengan peraturan yang berlaku, dan didapatkanlah Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari pekerjaan tersebut.

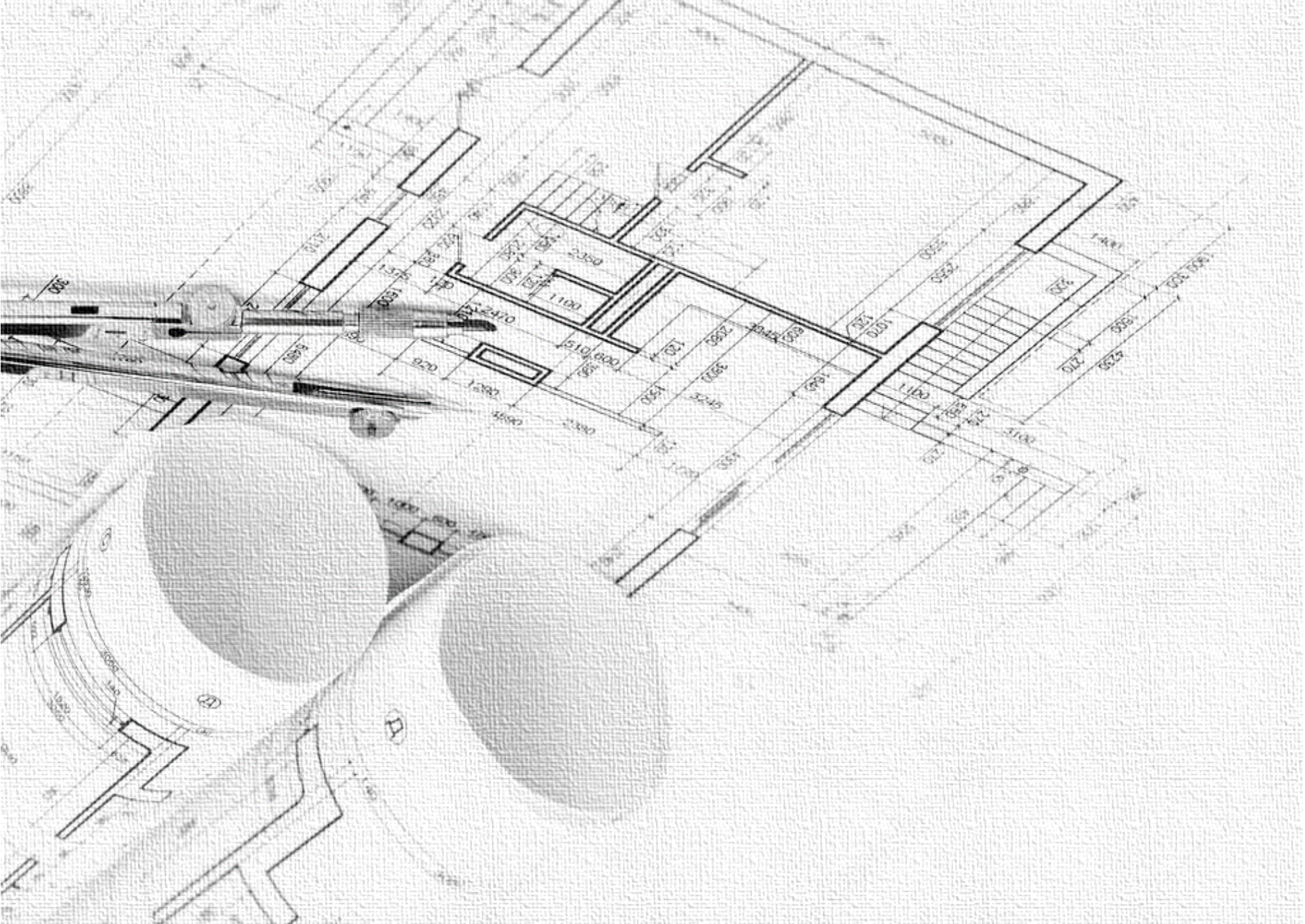
C. Latihan

1. Jelaskan tata cara menhitung RAB suatu pekerjaan.
2. Jelaskan sumber data untuk menghitung harga satuan barang.
3. Jelaskan analisa harga satuan pengadaan satu unit pompa lengkap dengan panel listrik, kabel dan accesories pipa.

D. Rangkuman

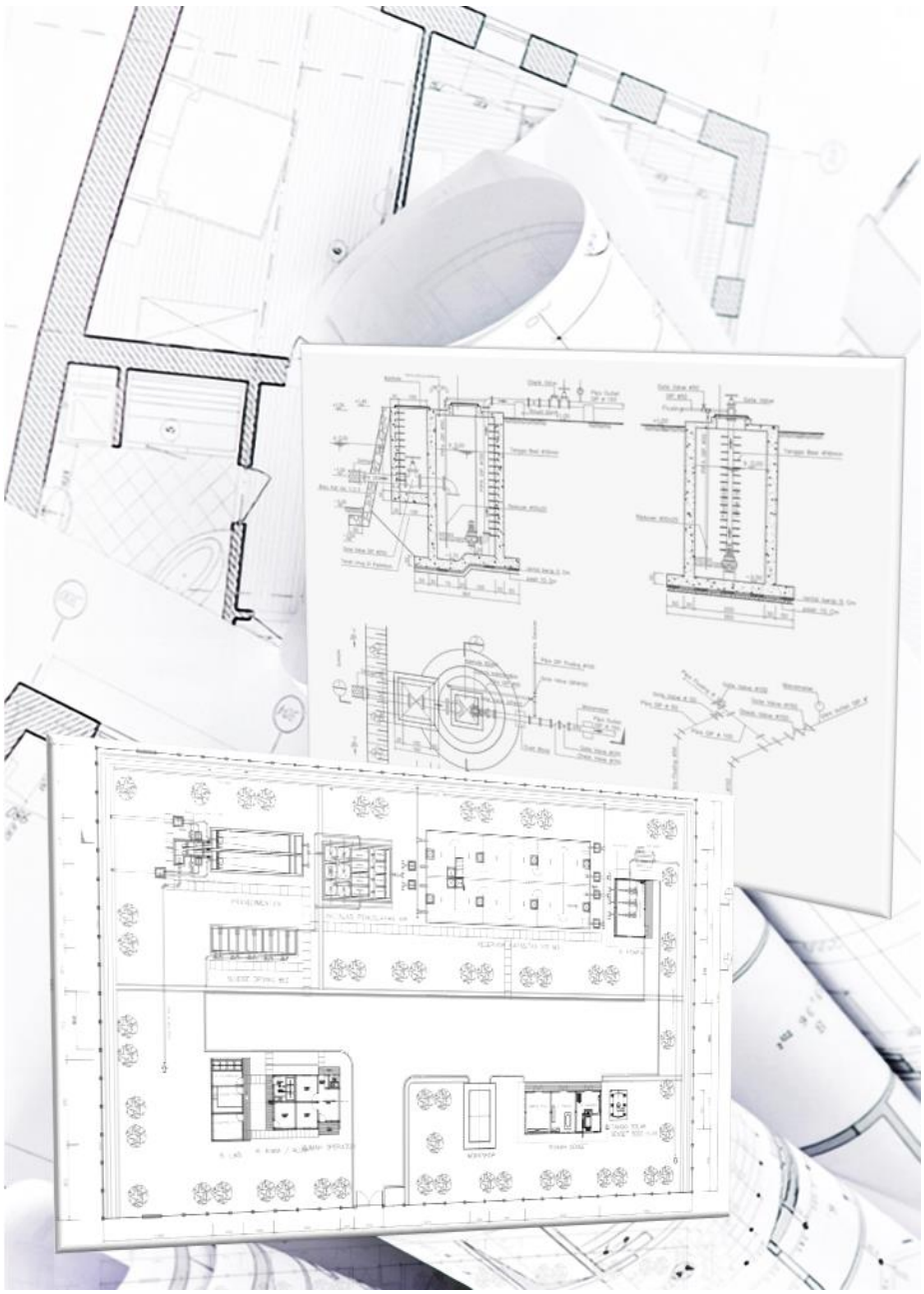
Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) atau Engineer’s Estimate (EE) dilakukan dengan cara:

- Harga satuan barang (pengadaan dan pemasangan)
- Analisa harga satuan
- Volume pekerjaan (BOQ)
- Harga Pasar
- Harga Pekerjaan



BAB 9

TAHAPAN DAN JADWAL PELAKSANAAN



Tahapan dan Jadwal Pelaksanaan

A. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta diharapkan mampu memahami tahapan dan jadwal pelaksanaan pekerjaan mechanical electrical dalam SPAM.

B. Tahapan Pelaksanaan

Pekerjaan mekanikal elektrikal merupakan pekerjaan penunjang SPAM, oleh karena itu pemaketan atau pelaksanaan kontrak pekerjaan mekanikal elektrikal bisa dilaksanakan dengan cara sebagai berikut :

- Pelaksanaan pekerjaan mekanikal elektrikal biasanya dilaksanakan setelah pekerjaan sipil dan pekerjaan perpipaan selesai, sehingga pada umumnya pelaksanaan pekerjaan mekanikal elektrikal dijadwalkan pada saat pekerjaan sipil dan perpipaan menjelang selesai.
- Pelaksanaan pekerjaan mekanikal elektrikal dijadikan satu paket pekerjaan dengan pekerjaan SPAM yang lain, atau
- Pelaksanaan pekerjaan mekanikal elektrikal dijadikan paket pekerjaan khusus, dipisahkan dari pekerjaan SPAM yang lain.

C. Jadwal Pelaksanaan

Jadwal pelaksanaan pekerjaan mekanikal elektrikal disesuaikan dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan SPAM secara keseluruhan. Biasanya jadwal pelaksanaan pekerjaan mekanikal elektrikal agak dibelakang, karena pemesanan barang memerlukan waktu yang lama dan pemasangan dilakukan setelah pekerjaan struktur/sipil telah selesai.

D. Latihan

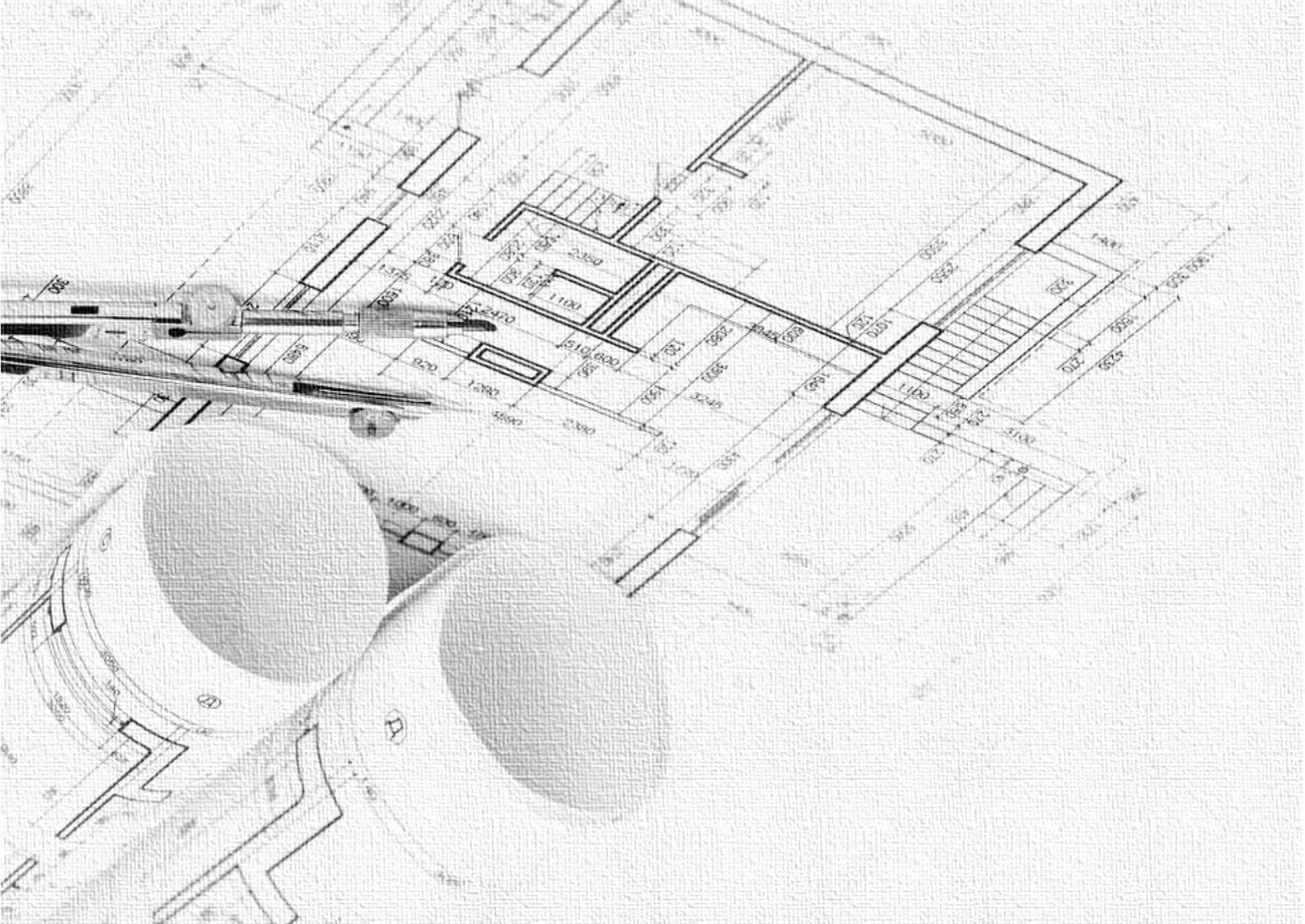
1. Jelaskan bagaimana menyusun paket pekerjaan pengadaan pompa, genset, panel listrik dan kabel pada suatu pekerjaan IPA Paket.
2. Jelaskan cara menyusun paket pekerjaan mekanikal elektrikal untuk pembangunan SPAM Regional.
3. Jelaskan cara menyusun jadwal pelaksanaan pekerjaan mekanikal elektrikal SPAM Regional.

E. Rangkuman

Tahapan pelaksanaan pekerjaan *mechanical electrical* terdiri dari:

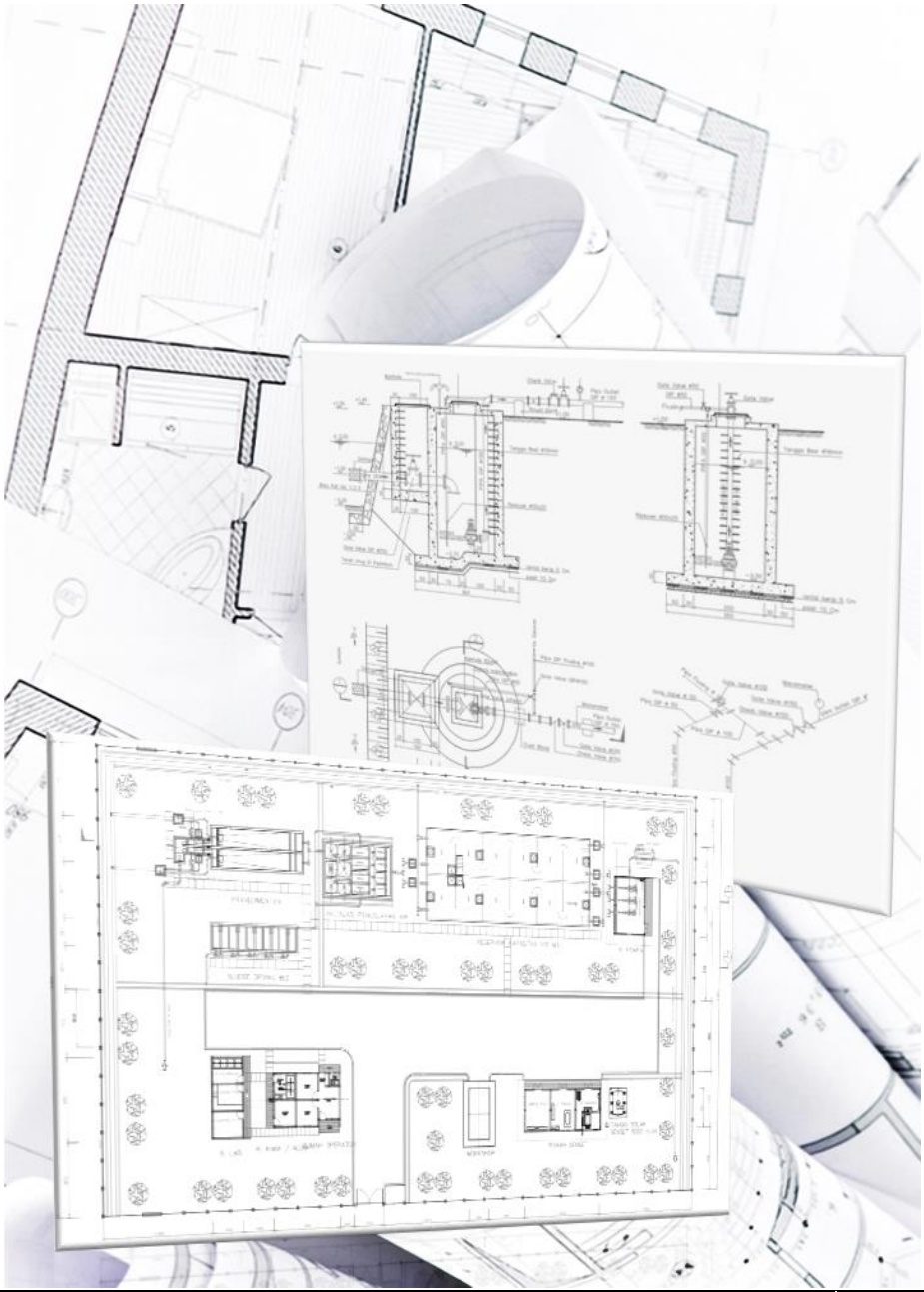
- Pelaksanaan pekerjaan mekanikal elektrikal biasanya dilaksanakan setelah pekerjaan sipil dan pekerjaan perpipaan selesai, sehingga pada umumnya pelaksanaan pekerjaan mekanikal elektrikal dijadwalkan pada saat pekerjaan sipil dan perpipaan menjelang selesai.
- Pelaksanaan pekerjaan mekanikal elektrikal dijadikan satu paket pekerjaan dengan pekerjaan SPAM yang lain, atau
- Pelaksanaan pekerjaan mekanikal elektrikal dijadikan paket pekerjaan khusus, dipisahkan dari pekerjaan SPAM yang lain

Jadwal pelaksanaan pekerjaan mekanikal elektrikal disesuaikan dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan SPAM secara keseluruhan. Biasanya jadwal pelaksanaan pekerjaan mekanikal elektrikal agak dibelakang, karena pemesanan barang memerlukan waktu yang lama dan pemasangan dilakukan setelah pekerjaan struktur/sipil telah selesai



BAB 10

DOKUMEN PELAKSANAAN KEGIATAN (DOKUMEN LELANG, JADWAL PELELANGAN, PEMAKETAN)



Dokumen Pelaksanaan Kegiatan (Dokumen Lelang, Jadwal Pelelangan, Pemaketan)

A. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta diharapkan mampu memahami dan menjelaskan dokumen keluaran (out put) perencanaan teknis (DED) mekanikal elektrikal pekerjaan SPAM.

B. Pendahuluan

Perencanaan teknis terinci (DED) pengembangan SPAM yang selanjutnya disebut sebagai perencanaan teknis adalah suatu rencana rinci pembangunan SPAM di suatu kota atau kawasan meliputi unit air baku, unit produksi, unit distribusi, dan unit pelayanan.

Perencanaan teknis disusun berdasarkan Rencana Induk Pengembangan SPAM yang telah ditetapkan, hasil studi kelayakan, jadwal pelaksanaan konstruksi, dan kepastian sumber pembiayaan serta hasil konsultasi teknis dengan dinas teknis terkait.

Dari seluruh uraian diatas, out put atau keluaran dari perencanaan teknis (DED) mekanikal elektrikal SPAM memuat rancangan teknis sistem rinci yang meliputi:

- Konsep design (perencanaan).
- Perhitungan dimensi dan struktur,
- Gambar DED
- Perhitungan volume (BOQ),
- Spesifikasi Teknis,
- Harga Satuan, Analisa Harga Satuan, Rencana Anggaran Biaya / Engineers Estimate (EE),
- Tahapan dan Jadwal Pelaksanaan,
- Dokumen pelaksanaan kegiatan (dokumen lelang, jadwal pelelangan, pemaketan).

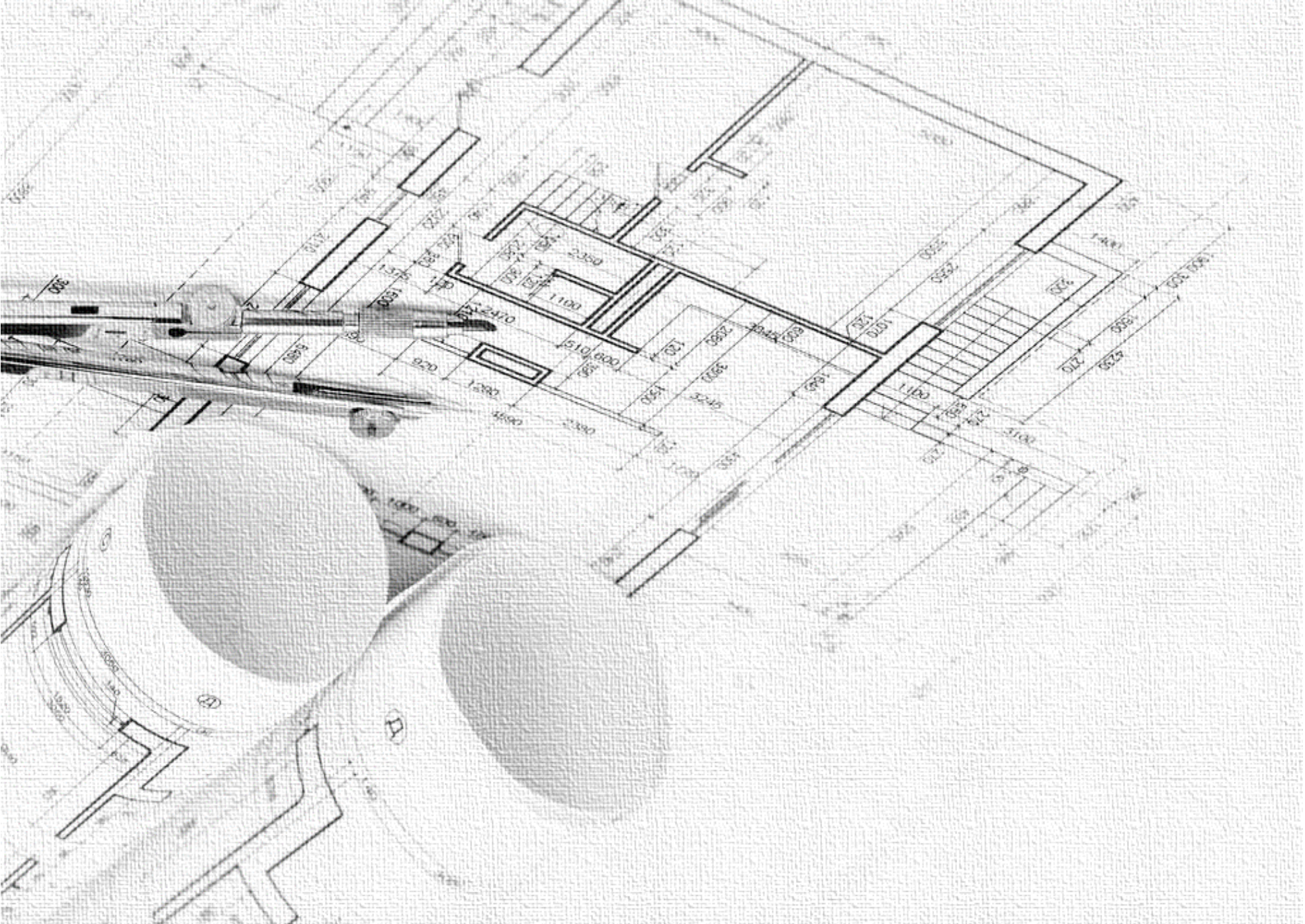
Dokumen pelaksanaan kegiatan (dokumen lelang, jadwal pelelangan, pemaketan kontrak) mekanikal elektrikal SPAM adalah dokumen yang akan dipakai dalam proses pelelangan pekerjaan mekanikal elektrikal bidang SPAM.

C. Latihan

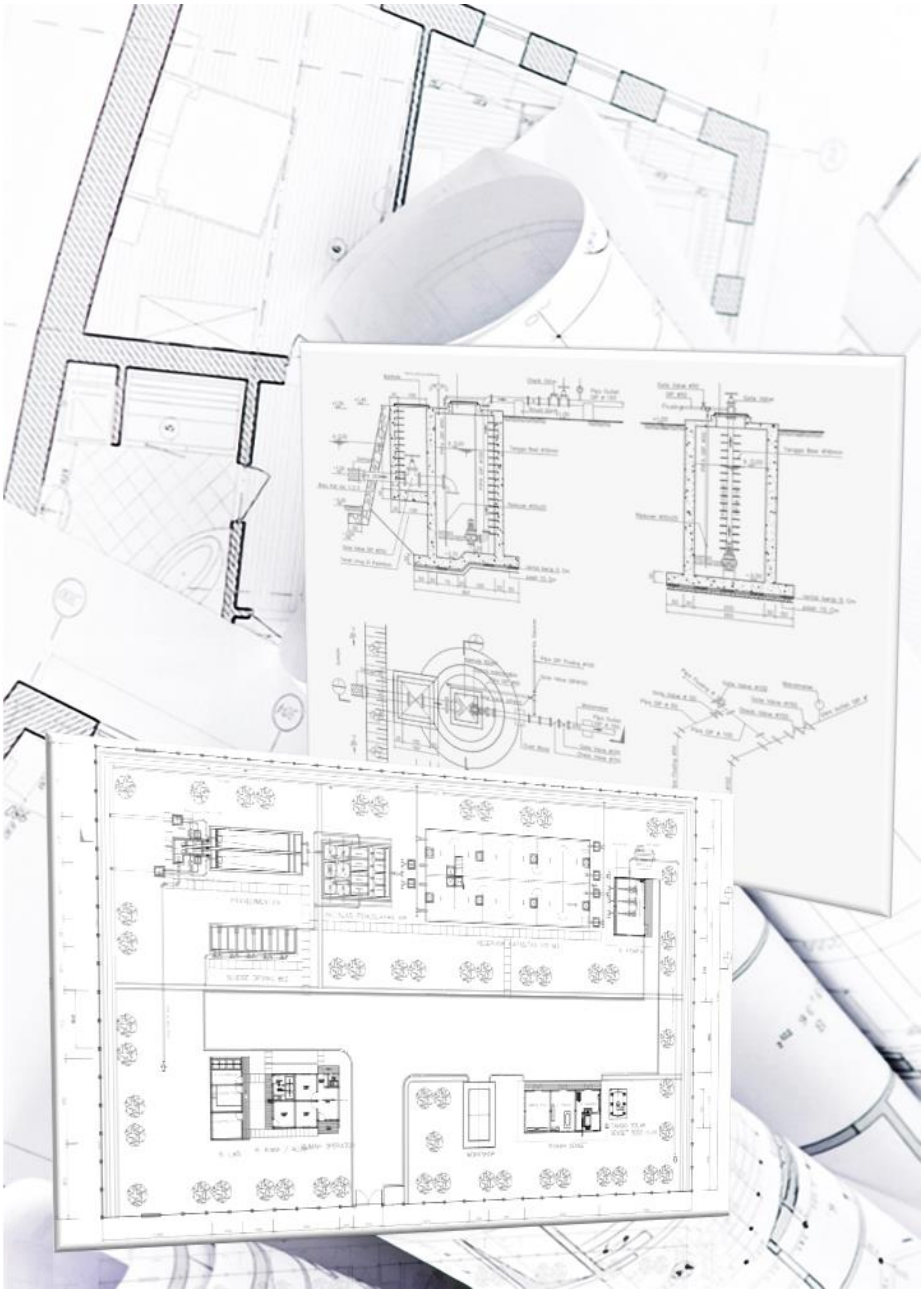
1. Sebutkan output dari DED (perencanaan teknik) mekanikal elektrikal SPAM
2. Sebutkan dokumen yang akan digunakan dalam proses pelelangan pelaksanaan pekerjaan mekanikal elektrikal SPAM.

D. Rangkuman

Perencanaan teknis disusun berdasarkan Rencana Induk Pengembangan SPAM yang telah ditetapkan, hasil studi kelayakan, jadwal pelaksanaan konstruksi, dan kepastian sumber pembiayaan serta hasil konsultasi teknis dengan dinas teknis terkait.



BAB 11
PENUTUP



Penutup

A. Simpulan

Pelaksanaan pekerjaan pembangunan konstruksi SPAM mengacu kepada DED (detailed engineering design) atau perencanaan teknik terinci SPAM yang terdiri dari :

a. Perencanaan SPAM.
b. DED pekerjaan Unit Air Baku, Unit Produksi, Unit Distribusi, dan Unit Pelayanan.

Masing-masing Unit pekerjaan terdiri dari pekerjaan sipil, pekerjaan perpipaan dan pekerjaan mekanikal elektrikal.

Perencanaan teknis disusun berdasarkan Rencana Induk Pengembangan SPAM yang telah ditetapkan, hasil studi kelayakan, jadwal pelaksanaan konstruksi, dan kepastian sumber pembiayaan serta hasil konsultasi teknis dengan dinas teknis terkait.

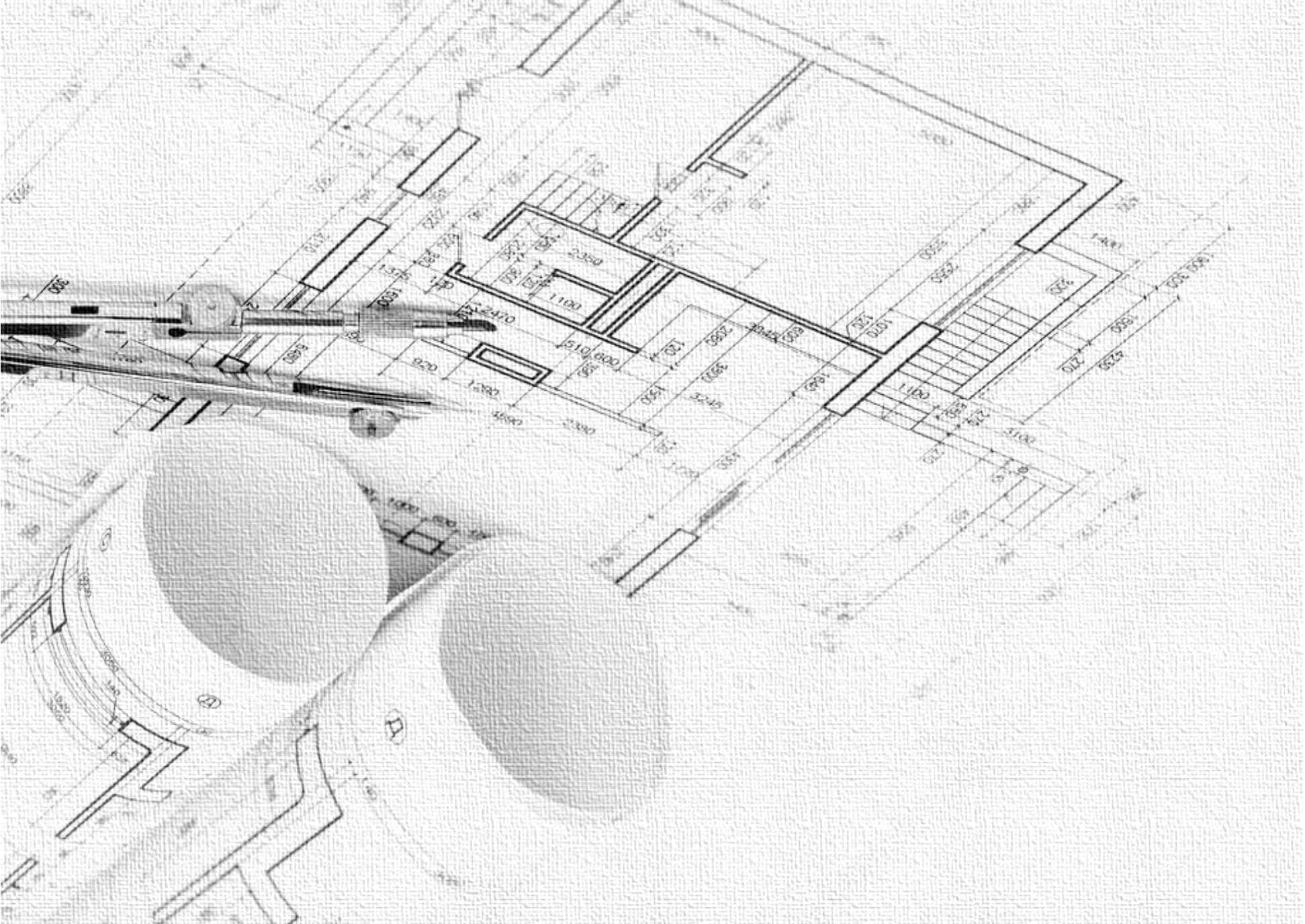
Keluaran dari perencanaan teknis (DED) mekanikal elektrikal SPAM memuat rancangan teknis sistem rinci yang meliputi:

- Konsep design (perencanaan).
- Perhitungan dimensi dan struktur,
- Gambar DED
- Perhitungan volume (BOQ),
- Spesifikasi Teknis,
- Harga Satuan, Analisa Harga Satuan, Rencana Anggaran Biaya / Engineers Estimate (EE),
- Tahapan dan Jadwal Pelaksanaan,
- Dokumen pelaksanaan kegiatan (dokumen lelang, jadwal pelelangan, pemaketan).

Dokumen pelaksanaan kegiatan (dokumen lelang, jadwal pelelangan, pemaketan kontrak) mekanikal elektrikal SPAM adalah dokumen yang akan dipakai dalam proses pelelangan pekerjaan mekanikal elektrikal bidang SPAM.

B. Tindak Lanjut

Perencanaan teknis terinci perlu mengacu kepada hasil studi kelayakan dan RISPAM. Kajian dalam perencanaan teknis rinci ini diterapkan pada seluruh unit SPAM sebagai satu kesatuan.



DAFTAR PUSTAKA

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.122 tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No.27 tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.

SNI 04-0225-2000 Tentang Peraturan Umum Instalasi Listrik

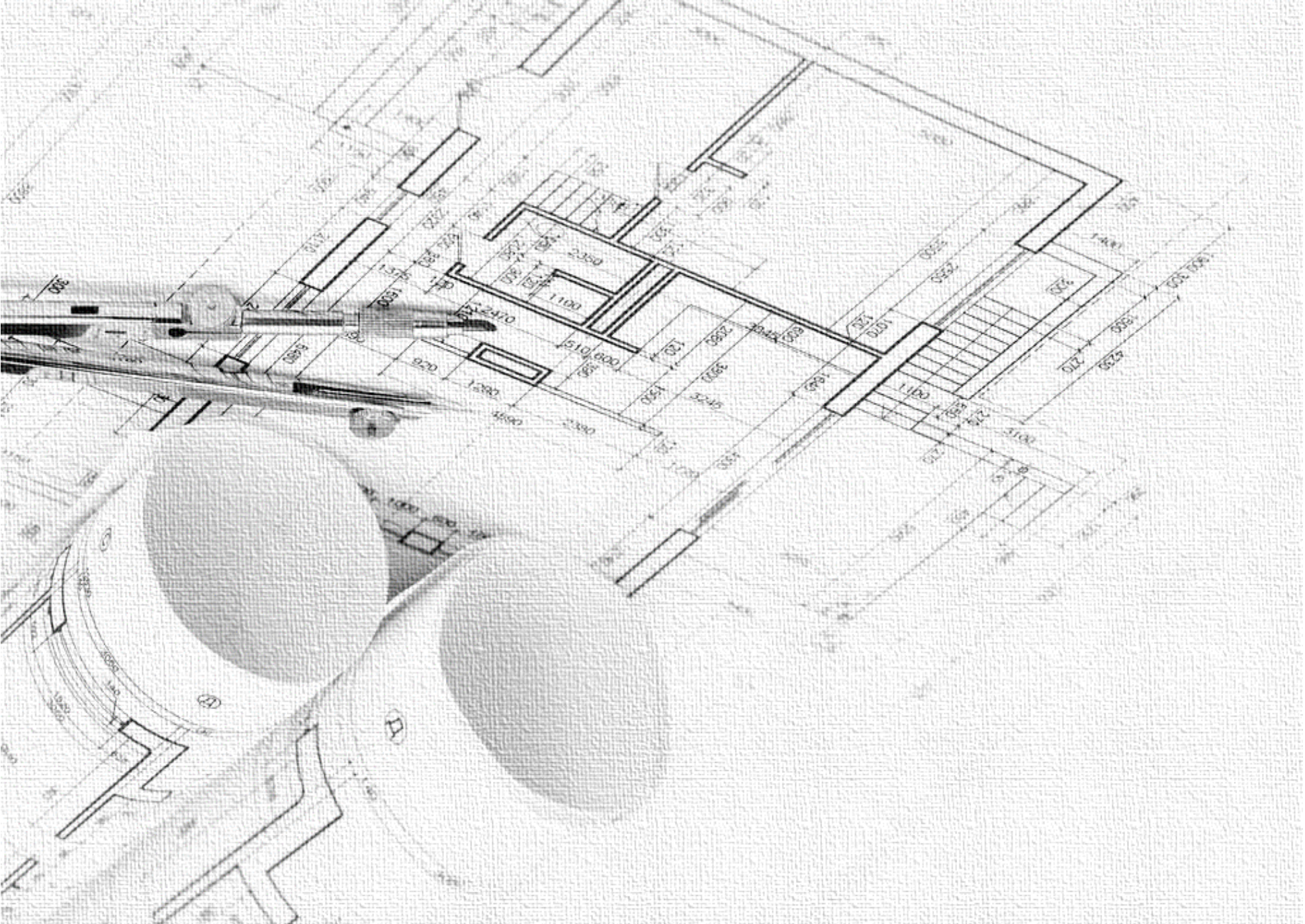
SNI 6773-2008 Tentang Spesifikasi Unit Paket Instalasi Pengolahan Air

SNI 6774-2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Paket IPA

GLOSARIUM

Air Minum	Air Minum Rumah Tangga yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum
Penyediaan Air Minum	Kegiatan menyediakan Air Minum untuk memenuhi kebutuhan masyarakat agar mendapatkan kehidupan yang sehat, bersih, dan produktif
SPAM (Sistem Penyediaan Air Minum)	Satu kesatuan sarana dan prasarana penyediaan Air Minum
Penyelenggaraan SPAM	Serangkaian kegiatan dalam melaksanakan pengembangan dan pengelolaan sarana dan prasarana yang mengikuti proses dasar manajemen untuk penyediaan Air Minum kepada masyarakat
Pengembangan SPAM	Kegiatan yang dilakukan terkait dengan ketersediaan sarana dan prasarana SPAM dalam rangka memenuhi kuantitas, kualitas, dan kontinuitas Air Minum yang meliputi pembangunan baru, peningkatan, dan perluasan
Pengelolaan SPAM	Kegiatan yang dilakukan terkait dengan kemanfaatan fungsi sarana dan prasarana SPAM terbangun yang meliputi operasi dan pemeliharaan, perbaikan, peningkatan sumber daya manusia, serta kelembagaan
Operasi dan Pemeliharaan	Kegiatan dalam rangka menjamin keberlangsungan fungsi dari sarana dan prasarana SPAM sesuai dengan standar teknis
Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RI SPAM)	Dokumen perencanaan Air Minum jaringan perpipaan dan perencanaan Air Minum bukan jaringan perpipaan berdasarkan proyeksi kebutuhan Air Minum pada satu periode yang dibagi dalam beberapa tahapan dan memuat komponen utama sistem beserta dimensi- dimensinya

SPAM Jaringan Perpipaan (JP)	Satu kesatuan sarana dan prasarana penyediaan Air Minum yang disalurkan kepada pelanggan melalui sistem perpipaan
SPAM Bukan Jaringan Perpipaan (BJP)	Satu kesatuan sarana prasarana penyediaan Air Minum yang disalurkan atau diakses pelanggan tanpa sistem perpipaan
Pelanggan	Masyarakat atau instansi yang terdaftar sebagai penerima layanan Air Minum dari Penyelenggara yang dilayani dengan sambungan individual maupun komunal
Konsep Design	Dasar perhitungan untuk menyusun perencanaan suatu peralatan atau suatu sistem
SCADA	Sistem yang terdiri dari pengumpulan informasi, mentransfer kembali ke pusat kendali, melakukan analisis yang diperlukan dan kontrol, dan kemudian menampilkan data ini pada sejumlah operator display



BAHAN TAYANG

