

**MATERI PELATIHAN BERBASIS KOMPETENSI
BIDANG AIR MINUM COMMISSIONING IPA**

**MELAKUKAN UJI COBA PROSES
DESINFEKSI
PAM KC02.009.01**

BUKU INFORMASI



**DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM
BADAN PEMBINAAN KONTRUKSI DAN SUMBER DAYA MANUSIA
PUSAT PEMBINAAN KOMPETENSI DAN PELATIHAN KONTRUKSI**

DAFTAR ISI

BAB 1 PENGANTAR.....	5
1.1. Konsep dasar pelatihan berbasis kompetensi.....	5
1.2. Penjelasan modul	5
1.2.1. Desain modul	5
1.2.2. Pelaksanaan modul	7
1.3. Pengakuan kompetensi terkini (CRCC)	7
1.4. Pengertian-pengertian	8
BAB 2 STANDAR KOMPETENSI.....	10
2.1. Peta paket pelatihan	10
2.2. Pengertian unit standar.....	10
2.3. Unit kompetensi yang dipelajari	11
2.3.1. Judul unit.....	11
2.3.2. Kode unit	11
2.3.3. Deskripsi unit.....	11
2.4. Elemen kompetensi yang dipelajari	11
2.5. Batasan variabel.....	13
2.6. Panduan penilaian	13
2.7. Kompetensi kunci	14
BAB 3 STRATEGI DAN METODE PELATIHAN.....	15
3.1. Strategi pelatihan.....	15
3.2. Metode pelatihan	16

BAB 4 BAHAN MATERI UNIT KOMPETENSI.....	17
4.1. Menyiapkan uji coba	17
4.1.1. Prinsip kerja unit disinfeksi	17
4.1.2. Pemahaman dokumen konstruksi unit disinfektasi dan as built drawing serta diagram alir proses disinfektasi	27
4.1.3. Pedoman kerja dan SOP untuk uji coba unit desinfektasi.....	27
4.1.4. Identifikasi peralatan uji coba unit disinfektasi	29
4.1.5. Tindakan pencegahan kecelakaan kerja	36
4.2. Menentukan dosis.....	39
4.2.1. Pengambilan contoh air hasil penyaringan	39
4.2.2. Pengujian DPC (daya pengikat chlor).....	39
4.2.3. Pengaturan penggunaan bahan disesuaikan sesuai dengan standar dosis yang ditetapkan	42
4.2.4. Pencatatan hasil penentuan dosis chlor	42
4.3. Menguji coba proses dan operasi sistem disinfektasi	44
4.3.1. Kesiapan operasional unit disinfektan.....	44
4.3.2. Menghidupkan sistem disinfektasi	45
4.3.3. Pengaturan katup pembubuhan.....	48
4.3.4. Pemantauan proses pembubuhan chlor.....	48
4.4. Melakukan penilaian kinerja sistem disinfektasi	48
4.4.1 Pengamatan tinggi muka air.....	49
4.4.2 Perhitungan residu atau sisa chlor.....	50
4.4.3 Perhitungan waktu tinggal (Td) pada resevoir.....	50
4.5. Membuat laporan hasil uji coba	50
4.5.1. Menghimpun data dan informulirasi	50
4.5.2. Membandingkan data dan informulirasi yang terhimpun	50
4.5.3. Menyusun laporan hasil kesimpulan uji coba unit disinfektasi.....	51

BAB 5. SUMBER-SUMBER YANG DIPERLUKAN UNTUK

PENCAPAIAN KOMPETENSI.....	52
5.1. Sumber daya manusia	52
5.2. Sumber-sumber perpustakaan.....	53

Judul modul : **Melakukan uji coba unit disinfektasi**
Buku informasi versi : **Materi pelatihan berbasis kompetensi ahli
commissioning IPA**

BAB I

PENGANTAR

1.1. Konsep dasar pelatihan berbasis kompetensi

- **Apakah pelatihan berdasarkan kompetensi ?**

Pelatihan berdasarkan kompetensi adalah pelatihan yang memperhatikan pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan di tempat kerja agar dapat melakukan pekerjaan dengan kompeten.

Standar kompetensi dijelaskan oleh kriteria unjuk kerja.

- **Apakah artinya menjadi kompeten ditempat kerja?**

Jika anda kompeten dalam pekerjaan tertentu, anda memiliki seluruh keterampilan, pengetahuan dan sikap yang perlu untuk ditampilkan secara efektif ditempat kerja, sesuai dengan standar yang telah disetujui.

1.2. Penjelasan modul

1.2.1. Desain modul

Modul ini didisain untuk dapat digunakan pada pelatihan klasikal dan pelatihan individual/mandiri :

- Pelatihan klasikal adalah pelatihan yang disampaikan oleh seorang pelatih.
- Pelatihan individual/mandiri adalah pelatihan yang dilaksanakan oleh peserta dengan menambah unsur-unsur/sumber-sumber yang diperlukan dengan bantuan pelatih.

➤ **Buku informasi**

Buku informasi adalah sumber pelatihan untuk pelatihan maupun peserta pelatihan.

➤ **Buku kerja**

Buku kerja ini harus digunakan oleh peserta pelatihan untuk mencatat setiap pertanyaan dan kegiatan praktik baik dalam pelatihan klasikal maupun pelatihan individual/mandiri.

Buku ini diberikan kepada peserta pelatihan dan berisi :

- Kegiatan-kegiatan yang akan membantu peserta pelatihan untuk mempelajari dan memahami informasi.
- Kegiatan pemeriksaan yang digunakan untuk monitor pencapaian keterampilan peserta pelatihan.
- Kegiatan penilaian untuk menilai kemampuan peserta pelatihan dalam melaksanakan praktik kerja.

➤ **Buku Penilaian**

Buku penilaian ini digunakan oleh pelatihan untuk menilai jawaban dan tanggapan peserta pelatihan buku kerja dan berisi :

- Kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh peserta pelatihan sebagai pernyataan keterampilan.
- Metode-metode yang disarankan dalam proses penilaian keterampilan peserta pelatihan.
- Sumber-sumber yang digunakan oleh peserta pelatihan untuk mencapai keterampilan.
- Semua jawaban pada setiap pertanyaan yang diisikan pada Buku Kerja.
- Petunjuk bagi pelatihan untuk menilai kegiatan praktik.

- Catatan pencapaian keterampilan peserta pelatihan.

1.2.2. Pelaksanaan modul

Pada pelatihan klasikal, pelatih akan :

- Menyediakan buku informasi yang dapat digunakan peserta pelatihan sebagai sumber pelatihan.
- Menyediakan salinan buku kerja kepada setiap peserta pelatihan
- Menggunakan buku informasi sebagai sumber utama dalam penyelenggaraan pelatihan.
- Memastikan setiap peserta pelatihan memberkan jawaban tanggapan dan menuliskan hasil tugas praktiknya pada buku kerja.

Pada pelatihan individual / mandiri, peserta pelatihan akan :

- Menggunakan buku informasi sebagai sumber utama pelatihan.
- Menyelesaikan setiap kegiatan yang terdapat pada buku kerja.
- Memberikan jawaban pada buku kerja.
- Mengisikan hasil tugas praktik pada buku kerja.
- Memiliki tanggapan-tanggapan dan hasil penilaian oleh pelatihan.

1.3. Pengakuan kompetensi terkini (RCC)

- Apakah pengakuan kompetensi terkini (Recognition of Current Competency)

Jika anda telah memiliki pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk elemen unit kompetensi tertentu, anda dapat mengajukan pengakuan kompetensi terkini (RCe). Berarti anda tidak akan dipersyaratkan untuk belajar kembali.

- Anda mungkin sudah memiliki pengetahuan dan keterampilan, karena anda telah :
 - a. Bekerja dalam suatu pekerjaan yang memerlukan suatu pengetahuan dan keterampilan yang sama atau

- b. Berpartisipasi dalam pelatihan yang mempelajari kompetensi yang sama atau
- c. Mempunyai pengalaman lainnya yang mengajarkan pengetahuan dan keterampilan yang sama.

1.4. Pengertian-pengertian

❖ Profesi

Profesi adalah suatu bidang pekerjaan yang menuntut sikap, pengetahuan serta keterampilan/keahlian kerja tertentu yang diperoleh dari proses pendidikan, pelatihan serta pengalaman kerja atau penguasaan sekumpulan kompetensi tertentu yang dituntut oleh suatu pekerjaan/jabatan.

❖ Standarisasi

Standarisasi adalah proses merumuskan, menetapkan serta menerapkan suatu standar tertentu.

❖ Penilaian / uji kompetensi

Penilaian atau Uji Kompetensi adalah proses pengumpulan bukti melalui perencanaan pelaksanaan dan peninjauan ulang (review) penilaian serta keputusan mengenai apakah kompetensi sudah tercapai dengan membandingkan bukti-bukti yang dikumpulkan terhadap standar yang dipersyaratkan.

❖ Pelatihan

Pelatihan adalah proses pembelajaran yang dilaksanakan untuk mencapai suatu kompetensi tertentu dimana materi, metode dan fasilitas pelatihan serta lingkungan belajar yang akan terfokus kepada pencapaian unjuk kerja pada kompetensi yang dipelajari.

❖ **Kompetensi**

Kompetensi adalah kemampuan seseorang untuk menunjukkan aspek sikap, pengetahuan dan keterampilan serta penerapan dari ketiga aspek tersebut ditempat kerja untuk mencapai unjuk kerja yang ditetapkan.

❖ **Standar kompetensi**

Standar kompetensi adalah standar yang ditampilkan dalam istilah-istilah hasil serta memiliki format standar yang terdiri dari judul unit, deskripsi unit, elemen kompetensi, kriteria unjuk kerja, ruang lingkup serta pedoman bukti.

❖ **Sertifikasi kompetensi**

Adalah pengakuan tertulis atas penguasaan suatu kompetensi tertentu kepada seseorang yang dinyatakan kompetensi yang diberikan oleh lembaga sertifikasi profesi.

❖ **Sertifikasi kompetensi**

Adalah proses penerbitan sertifikat kompetensi melalui proses penilaian/uji kompetensi.

BAB II

STANDAR KOMPETENSI

2.1. Peta paket pelatihan

Untuk mempelajari modul ini perlu membaca dan memahami modul-modul lain yang berkaitan diantaranya :

- a. Mempelajari dan menguasai dokumen kontrak
- b. Membuat perencanaan unit desinfeksi
- c. Melakukan pengawasan proses desinfeksi

2.2. Pengertian unit standar

Apakah standar kompetensi ?

Setiap standar kompetensi menentukan :

- a. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mencapai kompetensi.
- b. Standar yang diperlukan untuk mendemonstrasikan kompetensi.
- c. Kondisi dimana kompetensi dicapai.

Apakah yang akan anda pelajari dari unit kompetensi ini?

Anda akan mengembangkan pengetahuan, keterampilan dan dipersyaratkan untuk “menerapkan prosedur-prosedur mutu”

Berapa lama unit kompetensi ini dapat diselesaikan?

Pada sistem pelatihan berdasarkan kompetensi, fokusnya ada pada pencapaian kompetensi, bukan pada lamanya waktu. Peserta yang berbeda mungkin membutuhkan waktu yang berbeda pula untuk menjadi kompeten dalam keterampilan tertentu.

Berapa banyak kesempatan yang anda miliki untuk mencapai kompetensi? Jika anda belum mencapai kompetensi pada usaha/kesempatan pertama, Pelatih anda akan mengatur rencana pelatihan dengan anda. Rencana ini akan memberikan anda kesempatan kembali untuk meningkatkan level kompetensi anda sesuai dengan level yang diperlukan.

Jumlah maksimum usaha kesempatan yang disarankan adalah 3 (tiga) kali.

2.3. Unit kompetensi yang dipelajari

Dalam sistem pelatihan. Standar Kompetensi diharapkan menjadi panduan bagi peserta pelatihan atau siswa untuk dapat :

- Mengidentifikasi apa yang harus dikerjakan peserta pelatihan.
- Mengidentifikasi apa yang telah dikerjakan peserta pelatihan.
- Memeriksa kemajuan peserta pelatihan.
- Meyakinkan bahwa semua elemen (sub-kompetensi) dan criteria unjuk kerja telah dimasukkan dalam pelatihan dan penilaian.

2.3.1. Judul unit :

Melakukan uji coba proses disinfeksi

2.3.2. Kode unit :

PAM.KC02.009.01

2.3.3. Deskripsi unit

Unit ini menggambarkan ruang lingkup pengetahuan, keterampilan serta sikap kerja yang diperlukan untuk uji coba proses disinfeksi

2.4. Elemen kompetensi dan kriteria unjuk kerja

Elemen Kompetensi		Kriteria Unjuk Kerja
01. Menyiapkan uji coba	1.1.	Prinsip kerja unit disinfeksi sebagai bagian dari proses SPAM dipahami berdasar pada dasar-dasar fisika terkait dan mekanisme kerja sesuai dengan manual.
	1.2.	Dokumen konstruksi unit disinfeksi dan <i>as built drawing</i> serta diagram alir proses filtrasi dipelajari dan dipahami untuk keperluan <i>commissioning</i> .
	1.3 1.4	Pedoman kerja dan SOP untuk uji coba unit disinfeksi SPAM dipahami sebagai dasar pelaksanaan kerja Keperluan peralatan, perlengkapan dan bahan untuk keperluan uji coba unit disinfeksi diidentifikasi dan dipersiapkan sesuai dengan keperluan
	1.5	Tindakan pencegahan kecelakaan kerja dilakukan berdasar ketentuan yang tercakup dalam peraturan K3L yang berlaku
02. Menentukan dosis	2.1	Contoh air hasil penyaringan diambil dengan menggunakan peralatan dan prosedur yang

		ditetapkan dalam SOP.
	2.2	DPC (daya pengikat chlor) pada contoh air diuji dengan menggunakan peralatan dan prosedur yang ditetapkan dalam SOP.
	2.3	Penggunaan bahan untuk satuan volumen diatur dan disesuaikan sesuai dengan standar dosis yang ditetapkan
	2.4	Hasil penentuan dosis chlor dicatat dengan menggunakan formulir dan log book sesuai dengan SOP yang ditetapkan.
03. Menguji coba proses dan operasi sistem disinfeksi	3.1	Kesiapan operasional unit disinfektan diperiksa dengan mengecek fungsi kerja semua bagian utama dan pendukung unit sesuai dengan SOP yang berlaku
	3.2	Sistem disinfeksi dihidupkan dengan memfungsikan pelarut chlor, peralatan pengaduk dengan dengan tahapan sesuai dengan SOP yang diberlakukan
	3.3	Katup pembubuhan diatur untuk memperoleh debit pembubuhan dan dosis chlor sesuai standar dosis yang ditetapkan.
04. Melakukan penilaian kinerja sistem disinfeksi	3.4	Proses pembubuhan chlor dipantau secara periodik sesuai dengan SOP untuk menjamin proses disinfeksi menghasilkan air (yang didisinfeksi) sesuai dengan standar yang ditetapkan
	4.1.	Tinggi muka air diamati dan diukur dengan menggunakan prosedur yang ditetapkan dalam SOP.
	4.2.	Residu atau sisa chlor yang terjadi dihitung dengan dengan menggunakan tabel perhitungan sisa chlor yang telah ditetapkan.
	4.3.	Waktu tinggal (Td) pada resevoir dihitung dengan menggunakan formulirulasi dan prosedur sesuai dengan SOP yang berlaku
05.Membuat laporan hasil uji coba	5.1.	Data dan informulirasi yang tercatat dalam log book dan formulir dihimpun untuk membuat laporan

	5.2.	Data dan informulirasi yang terhimpun dibandingkan dengan parameter standar disinfeksi yang tercantum dalam <u>tabel-tabel standar disinfeksi</u> yang ditetapkan dalam SNI yang terkait.
	5.3.	Laporan hasil kesimpulan uji coba unit disinfeksi disusun berdasar hasil perbandingan antara data terhimpun dengan standar baku yang ditetapkan

2.5. BATASAN VARIABEL

1. Kompetensi berlaku pada pekerjaan commissioning instalasi SPAM dan terfokus pada uji coba unit disinfeksi sebagai bagian dari *commissioning* instalasi SPAM
2. Yang dimaksudkan dengan pelaksanaan uji coba unit disinfeksi adalah proses verifikasi kesesuaian antara proses dan kinerja unit disinfeksi dengan proses dan standar kinerja yang ditetapkan berdasarkan peraturan yang berlaku.
3. Dalam melaksanakan kompetensi ini diperlukan adanya:
 - 3.1 Peraturan Menteri PU no 18 tahun 2007
 - 3.2 Peraturan K3 L yang berlaku.
 - 3.3 Peraturan penggunaan bahan kimia untuk pengolahan air minum
 - 3.4 Standar baku air minum yang berlaku
 - 3.5 Manual dan SOP untuk uji coba *unit disinfeksi*
4. Peralatan dan bahan yang diperlukan untuk melakukan pengujian unit disinfeksi sesuai persyaratan yang ditetapkan dalam SOP.

2.6. PANDUAN PENILAIAN

1. Kontek penilaian :Unit ini harus dinilai didalam tempat.
2. Aspek penting penilaian :
 - 2.1. Kemampuan untuk melakukan penyiapan pelaksanaan uji coba unit disinfeksi sebagai bagian dari PAM sesuai dengan ketentuan yang berlaku

2.2. Kemampuan untuk melakukan kegiatan *penyiapan peralatan, instrumen, dan bahan serta perangkat lainnya*

3. Pengetahuan yang dibutuhkan:

3.1 Pengetahuan tentang sistem pengolahan air minum

3.2 Pengetahuan bahan disinfektan (chlor, dan bahan lain yang sejenis)

3.3 Teknis pelaksanaan uji coba unit disinfektasi

4. Keterampilan yang dibutuhkan:

4.1 Mengumpulkan informasi

4.2 Perhitungan statistik

4.3 Membaca diagram

4.4 Membaca alat ukur dan alat indikator

4.5 Menggunakan peralatan untuk melakukan pengujian dan kelayakan operasi.

2.7. KOMPETENSI KUNCI

NO	KOMPETENSI KUNCI	TINGKAT
1.	Mengumpulkan, menganalisa, mengorganisi-kan dan informulirasi	2
2.	Mengkomunikasikan ide-ide dan informulirasi	1
3.	Merencanakan dan mengorganisir aktifitas-aktifitas	3
4.	Bekerja dengan orang lain dan kelompok	1
5.	Menggunakan ide-ide dan teknik matematika	2
6.	Memecahkan masalah	3
7.	Menggunakan Teknologi	2

BAB III

STRATEGI DAN METODE PELATIHAN

3.1. Strategi pelatihan

Belajar dalam suatu sistem berdasarkan kompetensi berbeda dengan yang sedang “diajarkan” di kelas oleh pelatih. Pada sistem ini anda akan bertanggung jawab terhadap belajar anda sendiri, artinya bahwa anda perlu merencanakan belajar anda dengan pelatih dan kemudian melaksanakannya dengan tekun sesuai dengan rencana yang telah dibuat.

❖ Persiapan/perencanaan

- a. Membaca bahan/materi yang telah diidentifikasi dalam setiap tahap belajar dengan tujuan mendapatkan tinjauan umum mengenai isi proses belajar anda.
- b. Membuat tahapan terhadap apa yang telah dibaca.
- c. Memikirkan bagaimana pengetahuan baru yang diperoleh berhubungan dengan pengetahuan dan pengalaman yang telah dimiliki.
- d. Merencanakan aplikasi praktik pengetahuan dan keterampilan anda.

❖ Permulaan dari proses pembelajaran

- a. Mencoba mengejakan seluruh pertanyaan dan tugas praktik yang terapat pada tahap belajar.
- b. Merevisi dan meninjau materi belajar agar dapat menggabungkan pengetahuan anda.

❖ Pengamatan terhadap tugas praktik

- a. Mengamati keterampilan praktik yang didemonstrasikan oleh pelatih atau orang yang telah berpengalaman lainnya.
- b. Mengajukan pertanyaan kepada pelatih tentang konsep sulit yang anda temukan.

❖ **Implementasi**

- a. Menerapkan pelatihan kerja aman.
- b. Mengamati pelatihan kerja yang aman.
- c. mempraktikkan keterampilan baru yang telah anda peroleh.

❖ **Penilaian**

Melaksanakan tugas penilaian untuk penyelesaian belajar anda.

3.2. Metode pelatihan

Terhadap tiga prinsip metode belajar yang dapat digunakan.

Dalam beberapa kasus, kombinasi metode belajar mungkin dapat digunakan.

❖ **Belajar secara mandiri**

Belajar secara mandiri membolehkan anda untuk belajar secara individual, sesuai dengan kecepatan belajarnya masing-masing. Meskipun proses belajar dilaksanakan secara bebas, anda disarankan untuk menemui pelatih setiap saat untuk mengkonfirmasi kemajuan dan mengatasi kesulitan belajar.

❖ **Belajar berkelompok**

Belajar berkelompok memungkinkan peserta untuk datang bersama secara teratur dan berpartisipasi dalam sesi belajar berkelompok. Walaupun proses belajar memiliki prinsip sesuai dengan kecepatan belajar masing-masing sesi kelompok memberikan interaksi antar peserta, pelatih dan pakar/ahli dari tempat kerja.

❖ **Belajar terstruktur**

Belajar terstruktur meliputi sesi pertemuan kelas secara formal yang dilaksanakan oleh pelatih atau ahli lainnya. Sesi belajar ini umumnya mencakup topik tertentu.

BAB IV

BAHAN MATERI UNIT KOMPETENSI

MELAKUKAN UJI COBA PROSES DISINFEKTASI

Commissioning IPA merupakan uji coba terhadap kinerja masing-masing unit dan terhadap keseluruhan proses IPA dari mulai air baku sampai menjadi air minum yang dilaksanakan oleh tim yang ditetapkan.

Commissioning dilakukan dengan menilai kinerja setiap unit proses dan operasi pada IPA dan membandingkan dengan parameter proses dan operasi pada dokumen perencanaan.

Tujuan dari *commissioning* adalah

- Menilai keandalan kinerja instalasi pengolahan air minum yang baru dibangun, sesuai dengan perencanaan.
- Menilai fleksibilitas kinerja instalasi pengolahan air minum yang baru dibangun.

Memberikan rekomendasi dan perbaikan - perbaikan apabila terdapat ketidaksesuaian untuk operasi dan pemeliharaan berdasarkan perencanaan

4.1 MENYIAPKAN UJI COBA

4.1.1 Prinsip Kerja Proses Disinfeksi

Desinfeksi adalah usaha untuk mematikan mikro-organisme yang masih tersisa dalam proses, terutama ditujukan kepada yang pathogen. Terdapat bermacam-macam cara desinfeksi.

- Kimia : Larutan kaporit, gas chlor, gas ozon
- Fisika : Gelombang mikro, Ultraviolet.

Untuk membunuh mikroorganisme yang bersifat patogen terkandung di dalam air, misalnya adalah mikroba E. Coli. Bahan desinfeksi tersebut desinfektan dan biasanya desinfektan kimia berupa Kaporit, Bromin Klorida, gas Klor, gas Iod, Ozon, dan Kalium Permanganat. Desinfektan yang sering digunakan adalah kaporit, gas klor, dan sinar ultra.

❖ Kemampuan dari desinfektan ini adalah sebagai berikut:

- Menghilangkan bau.
- Mematikan alga.
- Mengoksidasi Fe (II) menjadi Fe (III) sehingga konsentrasi di air turun.
- Mengoksidasi Mn.
- Mengoksidasi H₂S menjadi H₂SO₄.
- Mengoksidasi nitrit menjadi nitrat.
- Mengoksidasi amonia menjadi senyawa amin.
- Mengoksidasi phenol menjadi senyawa phenolat yang tidak berbahaya.

❖ Faktor yang mempengaruhi efisiensi desinfeksi adalah:

- Waktu kontak
- Konsentrasi desinfektan
- Jumlah mikroorganisme
- Temperatur air
- PH
- Adanya senyawa lain dalam air

Untuk memperkirakan jumlah mikroorganisme yang ada dalam air selama proses desinfeksi adalah menurut hukum *Chick* :

$$N_t = N_0 e^{-kt}$$

Dimana :

N_0 dan N_t adalah jumlah sebelum dan setelah desinfeksi

t adalah waktu inaktivasi

Kt adalah konstanta perbandingan yang disebut Watson merupakan fungsi konsentrasi desinfektan.

$$Kt = k C^n \text{ sehingga } \ln(N_t/N_0) = k C^n t$$

❖ Proses desinfeksi

Ada berbagai cara untuk proses disinfeksi antara lain secara konvensional, pemanasan, ozonisasi, pembubuhan bahan kimia, iradiasi ultraviolet, iradiasi gamma dan cahaya berkas elektron.

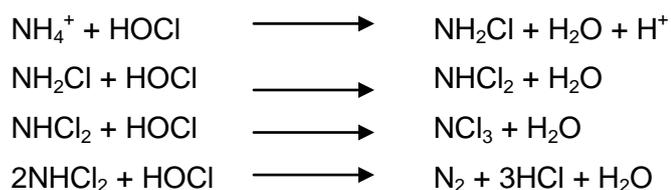
A. Desinfeksi dengan cara konvensional

Senyawa kimia yang dapat bersifat sebagai desinfeksi tersebut adalah:

1. Senyawa yang bersifat oksidator yaitu halogen (klorin, bromin dan yodin), kalium permanganat, dan sebagainya.
2. Ion logam, Ion peroksida sebagai bakterisidal dengan konsentrasi 150 gram per liter.
3. Alkali dan asam. Bakteri patogen tidak dapat hidup didalam air yang sangat asam maupun basa yaitu $pH > 11$ atau $pH < 3$

Diantara semua desinfeksi diatas yang paling sering digunakan senyawa klorin yaitu asam hipoklorit (HOCl), ion hipoklorit (OCl⁻), dan molekul klorin. Dan yang paling efektif adalah asam hipoklorit karena dapat menembus dinding sel mikroorganisme.

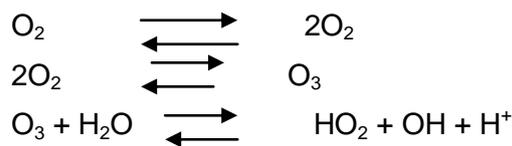
Air yang didisinfeksi oleh klor sebaiknya tidak mengandung senyawa amonia karena dapat membentuk senyawa nitrogen triklorida (NCl₃) atau dikloramin yang sangat berbau, jika belum mencapai titik break point klorinasi.



Klor sisa setelah tercapai break point itulah yang sering digunakan dalam air untuk proses disinfeksi. Dengan demikian maka dosis klor menjadi terlalu tinggi. Penggunaan klor yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terbentuknya senyawa Tehalometan (merupakan hasil klorinasi dari sisa material humat) dan organoklorin dan senyawa – senyawa ini bersifat karsinogenik.

B. Desinfeksi dengan ozon

Ozon adalah zat pengoksidasi kuat sehingga mampu melakukan pengrusakan bakteri antara 600 sampai 3000 kali lebih kuat dari pada klorin. Disamping itu penggunaan ozon untuk disinfeksi tidak dipengaruhi oleh pH air, sedangkan klorin sangat tergantung pada pH air. Prinsip mekanisme produksi ozon adalah eksitasi dan percepatan elektron yang tidak beraturan dalam medan listrik tinggi. O₂ yang melewati medan listrik yang tinggi berupa arus bolak-balik akan menghasilkan lompatan elektron yang bergerak dari elektroda yang satu ke elektroda yang lain. Jika elektron mencapai kecepatan yang cukup maka elektron ini dapat menyebabkan molekul oksigen splitting ke bentuk atom oksigen radikal bebas. Atom-atom ini kemudian bergabung dengan molekul O₂ membentuk O₃ (ozon).

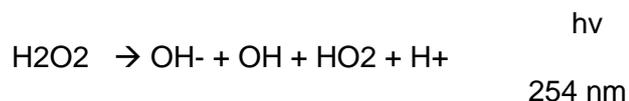


Ozon dalam air akan terdekomposisi membentuk radikal bebas dan ini yang bertindak sebagai disinfeksi.

C. Desinfeksi dengan ultra violet

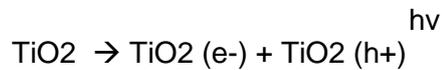
Dapat berlangsung melalui 2 cara yaitu cara langsung dan interaksi tidak langsung. Pada interaksi langsung sinar uv berperan sebagai disinfektan, daerah yang berperan penting dalam efek germicidal adalah pada uv-ac, yaitu pada 280-220 nm. Sinar uv dalam area ini merupakan area yang mampu mematikan semua mikroorganisme.

Proses disinfeksi dengan memanfaatkan iradiasi uv melalui interaksi tidak langsung yaitu dengan digunakannya zat pengoksidasi H₂O₂ atau semikonduktor (TiO₂). Interaksinya sebagai berikut :



Sinar uv mengeksitasi zat pengoksidasi menghasilkan radikal hidroksil (OH) dan super hidroksil (HO₂). Interaksi radiasi dengan semikonduktor akan

menyebabkan elektron dari pita valensi lompat ke pita konduksi. Akibat perpindahan ini akan berbentuk lubang positif (h^+) dan elektron pada pita konduksi (e^-).



D. Desinfeksi dengan iradiasi gamma dan berkas elektron

Yang termasuk radiasi pengion disini adalah sinar gamma dan partikel beta atau elektron bertenaga tinggi. Sinar gamma dihasilkan oleh isotop Cobalt-60, dimana isotop ini meluruh menghasilkan isotop stabil Nikel-60



Temperatur, senyawa organik dan pH berpengaruh terhadap proses klorinasi. Peningkatan suhu akan menghasilkan pembunuhan bakteri yang lebih cepat. Jika senyawa organik terdapat dalam air disinfektan akan bereaksi dengan senyawa organik ini dan kemudian akan mengurangi konsentrasi disinfektan yang efektif. Pada pH tinggi direkomendasikan memakai ozon dan uv

E. Desinfeksi dengan pemanasan

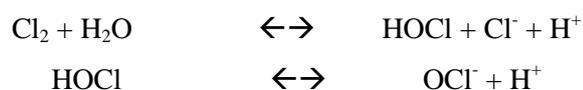
Air dipanaskan / dididihkan selama 15-20 menit. Dengan pendidihan ini bakteri patogen akan mati. Metoda ini umumnya diterapkan secara individual.

F. Desinfeksi dengan pembubuhan bahan kimia

Proses desinfeksi dengan metode ini adalah dengan mencampurkan suatu zat kimia (desinfektan) ke dalam air kemudian membiarkan dalam waktu yang cukup, untuk memberikan kesempatan kepada zat kimia tersebut untuk berkontak dengan bakteri.

Desinfeksi air minum yang sering dilakukan yaitu dengan memanfaatkan klorin.

Reaksi yang terjadi pada pembubuhan klorin yaitu :



❖ Syarat desinfektan

Syarat-syarat desinfektan yaitu :

1. Dapat mematikan semua jenis organisme patogen dalam air
2. Dapat membunuh kuman yang dimaksud dalam waktu singkat
3. Ekonomis dan dapat dilaksanakan dengan mudah dalam operasinya.
4. Air tidak boleh menjadi toksik setelah didesinfeksi.
5. Dosis diperhitungkan agar mempunyai residu atau cadangan untuk mengatasi adanya kontaminasi di dalam air.

❖ Bahan kimia desinfeksi

Bahan kimia yang dapat digunakan untuk desinfeksi antara lain :

1. Zat pengoksidir seperti klor, brom, iod, kalium permanganat dsb.
2. Metal ion seperti ion perak dan ion tembaga
3. Garam-garam alkali, asam seperti soda.

❖ Klorinasi

Senyawa klor dapat mematikan mikroorganisme dalam air karena oksigen yang terbebaskan dari senyawa asam hypochlorous mengoksidasi beberapa bagian yang penting dari sel-sel bakteri sehingga rusak.

Teori lain menyatakan bahwa proses pembunuhan bakteri oleh senyawa chlor, selain oleh oksigen bebas juga disebabkan oleh pengaruh langsung senyawa chlor yang bereaksi dengan protoplasma. Beberapa percobaan menyebutkan bahwa kematian mikroorganisme disebabkan reaksi kimia antara asam hipoclorous dengan enzim pada sel bakteri sehingga metabolismenya terganggu. Senyawa klor yang sering digunakan sebagai desinfektan adalah hipoclorit dari kalsium dan natrium, kloroamin, klor dioksida, dan senyawa kompleks dari klor.

Setelah filtrasi air pada prinsipnya sudah memenuhi standar kualitas. Tetapi untuk keperluan penyimpanan dan untuk menghindari kontaminasi air dari mikroorganisme perlu dilakukan desinfeksi.

Desinfektan yang umum dilakukan adalah dengan Chlorinasi, walaupun ada cara lain yang jarang dilakukan pada skala besar yaitu Ozon atau dengan UV. Selain Chlorine di air minum dipakai untuk desinfektan juga dapat dipakai untuk :

- Mengendalikan keberadaan mikroorganisme dan
- Sebagai oksidan

Sebagai oksidan Chlorine dapat dipakai untuk :

- Mengoksidasi Fe dan Mn
- Menghilangkan rasa yang tidak enak di air
- Menghilangkan warna di air
- Menghilangkan amonia nitrogen

Karena adanya fungsi ini maka untuk kondisi tertentu chlorinasi dapat dibubuhkan sebelum proses pengolahan.

Dengan demikian untuk keperluan pengolahan dapat dilakukan pre-chlorinasi.

Sedangkan untuk keperluan desinfeksi pembubuhan dilakukan di lokasi reservoir sebagai post chlorinasi.

Tabel 4-1
Senyawa Desinfektan Klor

Senyawa	Mol equivalen klor	Persen berat klor
Cl ₂	Cl ₂	100
CaClOCl	Cl ₂	56
Ca(OCl) ₂	2Cl ₂	99.2
NH ₂ Cl	Cl ₂	138
NHCl ₂	2Cl ₂	165
HOCl	Cl ₂	135.4
NaOCl	Cl ₂	95.4

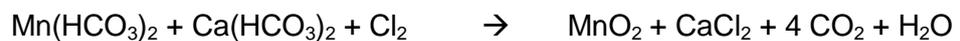
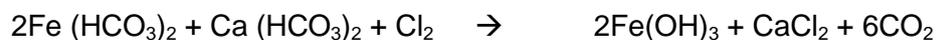
Senyawa klor dalam air akan bereaksi dengan senyawa organik maupun anorganik tertentu membentuk senyawa baru. Beberapa bagian klor akan tersisa yang disebut sisa klor. Pada mulanya sisa klor merupakan

klor terikat, selanjutnya jika dosis klor ditambah maka sisa klor terikat akan semakin besar, dan pada suatu ketika tercapai kondisi “*break point chlorination*”. Penambahan dosis klor setelah titik ini akan memberi sisa klor yang sebanding dengan penambahan klor. Keuntungan dicapainya break point yaitu :

- Senyawa amonium teroksidir sempurna
- Mematikan bakteri patogen secara sempurna
- Mencegah pertumbuhan lumut

Bertujuan untuk membunuh mikroba patogen dan menyediakan klorin sisa untuk keamanan sampai ke konsumen. Desinfeksi kimia yang dapat digunakan adalah kaporit, Bromin Klorida, Ozon, dan sebagainya. Pada pengolahan ini yang digunakan adalah klorin.

Sering digunakan untuk mengoksidasi Fe^{2+} dan Mn^{2+} karena keterbatasan dalam aerasi. Clorinasi mampu untuk mengoksidasi ikatan organik besi.



Dari persamaan diatas 1 mg/l clorinasi mengoksidasi 1,58 mg/l Fe dan 0,78 mg/l Mn. Dengan rata-rata 15 – 30 menit pH 8,0 – 8,3. dengan pH 8,5 untuk mangan 2 – 3 jam. Ketika air baku mengandung amoniak, kloramin akan terbentuk dan perlu tambahan klorin.



Gambar Gas Chlorine

▪ **KLORINE DIOKSIDA**

Adalah oksida kuat yang hanya efektif mengoksidasi organik kompleks besi dan mangan dengan pH 7,0

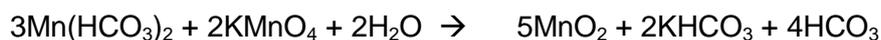


Secara teori 1 mg/l ClO_2 akan mengoksidasi 0,83 mg/l Fe dan 0,41 mg/l Mn.

▪ **KALIUM PERMANGANAT**

Merupakan oksidasi kuat.

Oksidasi berlangsung 5 – 10 menit dengan pH > 7.



Dari reaksi bahwa 1 mg/l kalium permanganat mengoksidasi 1,06 mg/l Fe dan 0,54 mg/l Mn

▪ **OZONISASI**

Apabila digunakan untuk mengoksidasi Fe dan Mn kurang suka untuk digunakan karena harganya yang mahal, tetapi sangat baik untuk mengendapkan Fe dan Mn.



Secara teori 1 mg/l ozon akan mengoksidasi 2,3 mg/l Fe dan 1,5 mg/l Mn.

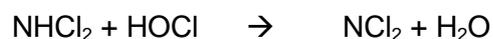
❖ Sifat gas chlorine:

- Dalam keadaan gas berwarna kuning kehijau-hijauan.
- Dalam keadaan cair berwarna batu ambar
- Perbandingan berat :
 - Gas Chlor 2,48 kali lebih berat dari udara
 - Chlor cair 1,44 kali lebih berat dari air
 - Chlor cair : terlihat jernih
- Mudah menguap
- Daya larut gas chlor : 0,7293 gr/100 gr H₂O pada 20 o C dan 1 atm
- Gas Chlor menyebabkan rasa “ pedas” pada kulit selaput lender, system pernafasan dll (tergantung banyaknya serangan)
- Memerlukan ketelitian dalam penanganannya, dibanding kaporit, karena bersifat gas.

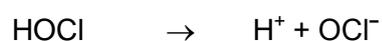
❖ Proses Chlorinasi

Proses klorinasi dapat terjadi sebagai berikut :

1. Penambahan klor pada air yang mengandung senyawa nitrogen akan membentuk senyawa kloramine yang disebut klor terikat. Pembentukan klor terikat ini bergantung pada pH. Pada pH normal klor terikat (NCl₃) tidak akan terbentuk kecuali jika break point telah terlampaui.



2. Pada air yang bebas senyawa organik akan terbentuk klor bebas yaitu asam hipoklorus (HOCl) dan ion hipoklorit (OCl⁻), yang berfungsi dalam proses desinfeksi.



Kondisi optimum untuk proses desinfeksi adalah jika hanya terdapat HOCl. Adanya OCI^- akan kurang menguntungkan. Kondisi optimum ini dapat tercapai pada $pH < 5$.

Klorinasi dipraktekkan dalam berbagai cara tergantung dari mutu air baku dan kondisi lainnya. Klorinasi akhir yaitu pemakaian klorin setelah pengolahan, sedangkan klorinasi awal yaitu pemakaian klorin sebelum pengolahan, akan menyempurnakan koagulasi, mengurangi beban filter, dan mencegah tumbuhnya ganggang. Klorinasi awal dan akhir sering digunakan bersama-sama sehingga terkadang terjadi superklorinasi. Superklorinasi diatasi dengan deklorinasi yang biasanya berupa pengolahan dengan sulfur dioksida atau dengan melewati air pada suatu filter butiran karbon yang diaktifkan.

4.1.2. Dokumen konstruksi unit disinfektasi dan *as built drawing* serta diagram alir proses filtrasi dipelajari dan dipahami untuk keperluan *commissioning*

Sebelum melakukan commissioning test sebaiknya seorang ahli commissioning terlebih dahulu mempelajari dan memahami dokumen konstruksi dan *as built drawing* diagram alir proses disinfektasi dari instalasi pengolahan air minum yang akan diuji coba

4.1.3. Dasar pelaksanaan kerja unit desinfeksi

Pedoman kerja dan SOP untuk uji coba unit disinfektasi SPAM dipahami sebagai dasar pelaksanaan kerja

❖ Bahan desinfektan

a. Kaporit (Calcium Hypoclorit)

Nama Dagang : kaporit

Kaporit yang diperdagangkan dipasarkan mengandung 60 – 70 % calcium hypochlorit, sisanya calcium carbonat.

Sifat : mudah larut sempurna dalam air, daya larut :

- 21,5 gr/100 ml (suhu $0^{\circ} C$)
- 23,4 gr/100 ml (suhu $40^{\circ} C$)

- Larutan bersifat korosif
- Bila kontak dengan kulit dan bagian tubuh lainnya terasa sakit/ perih cara mengatasinya adalah dibilas dengan air pada bagian tubuh yang terkena.
- Bahan ini biasa terdapat dalam bentuk tepung (bungkah), kaporit dalam bentuk ini lebih menguntungkan dalam segi penanganan daripada chlor (desinfektan) lain yang berwujud gas, karena gas lebih cepat terhisap melalui pernafasan.
- Disamping itu keefektifan tepung kaporit sebagai desinfektan tidak kalah dengan keefektifan gas chlor.
- Gas chlor sebagai desinfektan dalam penanganannya memerlukan keahlian (tenaga skilled) dibandingkan penanganan kaporit.
- Larutan kaporit dapat diatur terletak di atas dari bak pembunuh, atau terletak di bawah (harus dipergunakan pompa dering).
- Ukuran bak tergantung dari keperluan.

b. Gas Chlor (Chlorine, Cl₂)

Sifat :

- Dalam keadaan gas berwarna kuning kehijau-hijauan.
- Dalam keadaan cair berwarna batu ambar
- Perbandingan berat :
- Gas Chlor 2,48 kali lebih berat dari udara
- Chlor cair 1,44 kali lebih berat dari air
- Chlor cair : terlihat jernih
- Mudah menguap
- Daya larut gas chlor : 0,7293 gr/100 gr H₂O pada 20 o C dan 1 atm
- Gas Chlor menyebabkan rasa “ pedas” pada kulit selaput lender, system pernafasan dll (tergantung banyaknya serangan)
- Memerlukan ketelitian dalam penanganannya, disbanding kaporit, karena bersifat gas.
- Guna : untuk bahan desinfektan.

Tabel 4-3

Pengaruh gas Cl₂

terhadap tubuh (fisiologis)

NO.	INDIKASI	ppm
1.	Batasan bau untuk dapat tercium	5
2.	Jumlah maksimum yang boleh terhirup selama 1 jam tanpa gangguan serius	4
3.	Tak bernafas beberapa menit	3
4	Jumlah minimum yang menimbulkan rasa pedas pada tenggorokan	15,1
5.	Jumlah minimum menyebabkan	30,2
6.	Batuk-batuk Jumlah minimum menyebabkan "pedas" pada mata	40 – 60
7.	Membahayakan untuk badan bila terkena, selama 30 – 60 menit	1.000

4.1.4. Identifikasi peralatan uji unit desinfektan

Keperluan peralatan, perlengkapan dan bahan untuk keperluan uji coba unit desinfektan diidentifikasi dan dipersiapkan sesuai dengan keperluan.

➤ Chlorinator

Chlorinator konvensional terdiri dari unit-unit :

- Katup penurun tekanan di inlet (inlet-pressure reducing valve)
- Orifice sebagai pengukur debit
- Katup vacum differential regulating

Daya untuk sistem ini berasal dari kondisi hampa (vacum) yang ditimbulkan dari injector chlorine. Gas chlorine masuk ke evaporator dan diubah menjadi tekanan yang konstan (umumnya "mild vacum") dengan menggunakan katup influent

pressure reducing, kemudian akan melalui rotameter dimana laju aliran diukur dalam kondisi tekanan yang konstan (density konstan), dan kemudian melalui pengukuran atau orifice kontrol. Vacum differential regulator dipasang didepan orifice kontrol untuk menjaga supaya beda tekanan tetap konstan (vacum differential) supaya aliran tetap stabil pada orifice kontrol.

Aliran melalui orifice kontrol dapat diatur dengan mengubah bukan dari orifice:

- Rentang tipikal dari orifice kontrol : 20 – 1
- Rentang tipikal dari vacum differential regulator : 10 – 1
- Rentang keseluruhan dari kombinasi alat : 200 – 1
- Rentang tipikal dari rotameter : 20 – 1

Jadi chlorinator harus dipilih berdasarkan kapasitas rencana, dan pemasangan rotameter harus disesuaikan dengan kebutuhan langsung.

➤ **Pipa Gas Chlorine**

Gas chlorine akan mengalir dalam kondisi hampa antara chlorinator dan injector. Walaupun headloss yang terjadi pada aliran gas adalah kecil, namun keadaan vacum yang dihasilkan dari injector.

➤ **Pengadukan Awal dari Chlorine**

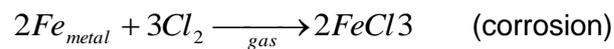
Pengadukan awal yang baik adalah merupakan tahapan proses yang penting. Peralatan pengadukan awal harus direncanakan untuk dapat menyebarkan chlorine melalui bagian melintang aliran dalam waktu terpendek dengan sedikit mungkin back mixing.

Pengadukan dilakukan dengan:

- Mixer in-line
- Peralatan gas aspirator
- Memasang chlorine diffuser dalam hydraulic jump
- Memasang sistim pompa diffuser

➤ **Material**

Chlorine cair akan membakar steel pada bagian permukaan yang kontak dengan chlorine cair yang dipanaskan (4380 F).



Tabel berikut memberikan ringkasan material yang dapat dipilih dalam penanganan chlorine.

Tabel 4-2

Pemilihan material untuk penanganan chlorine

Bagian Utama	Lokasi	Bentuk Chlorine	Bahan yang diperbolehkan
▪ Sistem suplai	Penyimpanan dan perpipaan dari penyimpanan s.d inlet chamber (pressure reducing valve, termasuk evaporator).	Chlorine cair gas chlorine bertekanan	Sched 80 stainless carbon stainless cast iron
▪ Sistem gas vacum	Outlet chlorinator inlet injector	Gas chlorine bertekanan	Sched 80 PVC Rainforced fiberglass
▪ Pipa cairan chlorine	Injector ke diffuser	Larutan chlorine	Sched 80 PVC

Pada sistem suplai :

- Semua bagian harus carbon steel
- Perpipaan harus 80 seamless weld carbon steel
- Fitting reduser lebih disukai daripada “bushing”
- Union tipe ammonia dengan packing (gaslet) timah lebih dipilih daripada union ground-joint
- Semua bagian harus memenuhi standar chlorine institute standards
- Katup pipa utama harus tipe ball atau rising-stem, terbuat dari cast iron.

Lebih baik pasangan pipa dilakukan dengan pengelasan dari pada dengan sambungan ulir. Jika digunakan sambungan ulir maka harus digunakan tape teflon sebagai pelumas (lubricant) pada ulir.

Tabel 4-3

Indikasi dan perbaikan klorinasi

INDIKASI	PERBAIKAN
<ul style="list-style-type: none"> • Karena bagian dari pipa penyalur tersumbat • Karena katup penyalur tersumbat • Karena bejana penyiap/pembubuh kosong • Karena larutan belum siap untuk disalurkan • Karena alat pengaduk mekanis rusak • Karena tak tersedia air pelarut • Karena tak tersedia bahan 	<ul style="list-style-type: none"> • Bersihkan pipa penyalur atau ganti pipa penyalur, kalau tidak dapat dibersihkan • Bersihkan atau ganti katup penyalur • Lihat perbaikan jika bejana penyiap/pembubuh kosong • Lihat perbaikan alat pengaduk mekanis. Adakan pengadukan secara manual. • Adakan bahan dengan segera • Adakan air pelarut • Tinjau kembali jadwal penyiapan, larutan, konsentrasi larutan, kecepatan pembubuhan

❖ Sistem penyimpanan dan pembubuhan gas chlorine

Umumnya dipasaran chlorine tersedia dalam bentuk tabung bertekanan yang mengandung fraksi gas maupun cair, dalam bentuk natrium hypochlorite dan kalsium hypochlorite. Gas chlorine berbiaya rendah tetapi dalam transportasi gas chlorine membebankan beberapa perlengkapan dari kecelakaan serius, dan membutuhkan beberapa utilitas untuk mengubah menjadi natrium hypochlorite agar dapat mencegah kecelakaan pada daerah dengan kepadatan berpenduduk tinggi.

❖ Penyimpanan (storage)

Chlorine hidrous dipasaran tersedia dalam container yaitu silinder 150 lb, silinder 1 ton, truk tangki 15 – 17 ton dan tangki railroad 16 – 90 ton.

Pada saat silinder ini dikirim maka chlorine cair harus menempati maksimum 85% volume tabung untuk menyediakan ruangan bagi kemungkinan mengembangkan chlorine cair karena panas. Dan tidak boleh ada container chlorine yang langsung terkena panas. Sebagai tindakan pencegahan katup

outlet dari silinder dilengkapi dengan penyumbat kecil yang akan meleleh pada suhu 1580 F dan melepaskan beberapa chlorine cair untuk mendinginkan silinder sebelum terjadi kecelakaan serius.

Chlorine dibubuhkan dengan pembubuhan gas dari bagian atas tabung, dan mengurangi tekanan diatas cairan menyebabkan penguapan dari zat cair dan memberikan tambahan gas. Laju pembubuhan maksimum dengan metoda ini adalah 40 lb/hari untuk tabung ukuran 150 lb dan 400 lb/hari untuk tabung ukuran 1 ton.

Laju pembubuhan maksimum secara kontinyu dari kontainer dapat diperkirakan dengan membandingkan luas permukaan yang tersedia untuk menyerap panas yang dibutuhkan untuk mengganti panas yang hilang karena evaporasi. Container harus dijaga untuk berada di lingkungan yang dapat dipanaskan hingga 650 F. Disain laju pembubuhan maksimum 24 jam dari atas container harus tidak melebihi laju pembubuhan dari container on-line.

Fasilitas chlorite yang stasioner (tetap) harus direncanakan pada tekanan kerja maksimum 120%, namun lebih kecil dari 225 psi. Karena adanya korosi maka dinding tangki harus 1/8 inci lebih tebal dari kebutuhan rencana.

➤ **Evaporator**

Evaporator chlorine digunakan bila :

- Berat kontainer lebih besar atau sama dengan 1 ton
- Laju pembubuhan melebihi laju pembentukan gas melalui metoda evaporasi langsung.

Chlorine cair diambil dari dasar kontainer dan dialirkan menuju evaporator untuk diubah menjadi gas. Pada umumnya evaporator menggunakan pemanas yang tahan terhadap listrik dengan air panas disekeliling tabung dimana chlorine cair diubah menjadi gas. Panas yang dibutuhkan untuk penguapan chlorine adalah 69 kalori/gram (bandingkan dengan 540 kalori/gram untuk air).

Evaporator harus direncanakan dengan melebihkan kapasitas untuk menjamin bahwa gas yang ada memang dipanaskan dan tidak mengalami pengembunan kembali pada proses berikutnya.

Perlengkapan Evaporator :

- Filter gas chlorine
Dipasang pada jalur keluar gas dari evaporator untuk menghilangkan kotoran pada chlorine yang akan merusakkan chlorinator.
- Katup penutup otomatis
Untuk mencegah chlorine cair masuk

Semua bagian dari sistim pembubuhan chlorine yang mengandung chlorine cair harus direncanakan dan dioperasikan dengan semua cairan di sistem ini sebagai media kontinyu. Untuk menutup evaporator hanya diperlukan penutup katup inlet di evaporator. Tidak ada katup diantara katup inlet evaporator dengan kontainer chlorine cair yang boleh ditutup. Jika pipa chlorine cair terlalu panjang harus disediakan ruang untuk mengembang.

Perlu dicatat bahwa chlorine cair memiliki koefisien temperatur mengembang yang tinggi. Kecuali jika pengembangan ekspansi diijinkan, maka penambahan temperatur pada cairan yang terjebak akan menghasilkan tekanan yang cukup tinggi sehingga dapat memecahkan pipa.

❖ **Perencanaan Sistem Penyimpanan dan Pembubuhan Sodium Hypochlorite**

Pertimbangan digunakan hypochlorit adalah karena meningkatnya penekanan pada keselamatan jika sejumlah besar gas disimpan.

Sodium hypochlorit (cairan pemutih/penglantang) terbentuk dengan menggunakan chlorin dan sodium hypochlorit sebagai berikut :

- Dibuat di tempat
- Dibuat dari chlorin dan sodium hidroksida yang dikirimkan terpisah hingga ke tempat pembuatan, dengan reaksi :



Sedikit sodium hidroksida berlebih ditambahkan untuk meningkatkan kestabilan produk dari chlorin. Ketika hypochlorit dimasukan ke air, ia akan terhidrolisa membentuk asam hypochlorous (HOCl). Konsentrasi chlorin pada larutan

hypochlorit sangat dipengaruhi oleh suhu, cahaya, pH rendah dan kehadiran kation logam berat (besi, tembaga, nikel, kobal).

Spesifikasi yang harus digunakan dalam pembelian sodium hypochlorit dalam jumlah besar adalah :

- Chlorin terdapat dalam rentang 15 – 17%
- pH 11 – 11,12
- Batas maksimum tembaga 1 mg/l
- Dalam pengiriman harus bebas dari endapan dan partikular lainnya yang merusak material
- Kandungan trihalometan dan carbon tetrachlorida terbatas

➤ **Material**

Tangki hypochlorit skala besar :

- Tangki dari fiberglass hand-fabricated
- Tangki dari PVC yang dilapisi carbon steel
- Harus diberi ventilasi
- Tempat untuk sampling isi tangki harus disediakan
- Penyambungan ke kendaraan pengantar harus hastolly-C atau penjepit pengaman nipple titanium ke tangki
- Pipa pengisian harus terbuat dari PVC-saran-lined steel atau resistoflex (trademark dari Kynar).

Perpipaan harus sesuai dengan :

- Bahan dari 80 PVC, kynar, rubber linen steel, saran-lined steel
- Katup harus dari plug valve yang terbuat dari steel, dilapisi dengan PVC atau polypropylene

Diffuser harus direncanakan pada kecepatan tinggi untuk mendapatkan pengadukan sepanjang jalur melintang. Laju aliran diatur dengan katup diafragma.

➤ **Pembubuhan**

Hypochlorit dibubuhkan dengan :

- Sistem gravitasi
- Sistem pemompaan
- Sistem educator

Sistim gravitasi lebih disukai karena menyederhanakan perencanaan dan handal. Aliran gravitasi diperoleh melalui perbedaan head statis antara tangki penyimpanan hypochlorit dengan titik aplikasinya. Aliran kemudian diatur dengan menggunakan flow meter dan katup diafragma.

Jika laju pembubuhan < 200 galon/jam, maka dapat dibubuhkan dengan menggunakan pompa diafragma. Untuk sistem yang besar digunakan pompa sentrifugal dengan katup pengatur di hilir untuk mengatur laju aliran.

Sistim educator menggunakan prinsip yang sama dengan sistim injector. Educator digunakan untuk menghasilkan vacum yang menarik hypochlorit dari tangki penyimpanan menuju ke titik aplikasi. Aliran dikontrol dengan katup pengatur.

4.1.5. Tindakan pencegahan kecelakaan kerja dilakukan berdasar ketentuan yang tercakup dalam peraturan K3L yang berlaku

❖ **Pengamanan pertama bila ada kebocoran untuk tabung-tabung gas :**

1. Tambahkan/tutupi dengan kapur pada tempat bocor.
2. Atau semprot dengan air tabung tersebut.

➤ Cara-cara untuk mencari kebocoran :

- Telusuri tabung chlor dengan menggunakan tongkat amoniak *) sehingga bila timbul asap putih maka berarti kebocoran pada tempat tersebut.
- Petugas pemeriksa harus mempergunakan pelindung muka/topeng.

❖ **Mencegah kemungkinan bahaya**

1. Simpan tabung chlor di tempat yang suhunya rata-rata 40-50⁰ C.
2. Hindari sinar matahari langsung, simpan ditempat yang teduh.
3. Hindarkan nyala api dan rokok.

4. Jangan simpan bersama-sama dengan bahan-bahan yang mudah terbakar dan mudah timbul panas (spirtus, bahan peledak, gamping dll).
5. Hindarkan pada waktu pengangkutan kemungkinan terjadinya tumbuh-tumbuhan terutama pada bagian valvenya. Karena itu valve cap harus tetap terpasang.
 - o Tongkat amoniak tongkat yang diujungnya diberi kapas yang dibubuhi amoniak.
6. Sewaktu menurunkan/ menaikkan tabung harus perlahan-lahan dan berhati-hati dan diusahakan tidak ada tumpukan yang berarti. Pada waktu menurunkan ke atas lantai beton harus memakai lapisan pelunak (rubber or strawmat).
7. Pada waktu pemakaian akan habis hendaknya diusahakan agar :
 - o diberikan sisa tekanan gas Cl_2 dalam tabung sehingga tidak mungkin udara luar masuk ke dalam tabung.
 - o tutup rapat katup dengan sempurna.
8. Dipersiapkan perlengkapan-perengkapan sebagai berikut :
 - a) Topeng untuk menanggulangi secepatnya bilamana ada bocoran Cl_2
 - b) Pemadam kebakaran, jangan memakai yang busa karena ada air berarti merangsang bocoran pada Chlor cair karena korosi semakin mengganas.
 - c) Usahakan jenis pemadam kebakaran dari bahan kimia kering. (CO_2 , Ca, Cl_4 dan lain sebagainya).
 - d) Larutan kimia penyerap bila seandainya timbul kebocoran gas Cl_2 dapat berupa :
 - Larutan kapur ($CaOH_2$) : untuk kebocoran yang ringan/ perlahan.
 - Larutan kaustik soda : untuk kebocoran cepat dan berat.
 - e) Obat-obatan untuk P.P.P.K. dan alat-alat untuk penyelamatan pertama (pakai plastik/ karet, kaca mata renang, sarung tangan karet dan sepatu karet lars).
 - f) Chlor cair ditempatkan disuatu tempat sedemikian dapat ditutup rapat sehingga memungkinkan terpisah secara sempurna dari udara luar atau kalau seandainya sampai terjadi kebocoran. tidak akan mempengaruhi

udara sekelilingnya. Maka bila seandainya sampai terjadi kebocoran yang cukup serius sehingga sangat sulit untuk ditanggulangi walaupun dengan pertolongan alat-alat pengaman dan penyelamat, gas chlor yang ada di dalam ruangan selanjutnya diisap keluar untuk kemudian diserap dengan bahan-bahan kimia (absorbing chemicals).

❖ **Cara mengatasi kebocoran chlor dari tabung**

- Kebocoran dari discharging valve / katup
 - a) Bilamana kebocoran tercium begitu valve cap dibuka, cobalah diatasi dengan jalan mengeraskan valve spindle sedikit demi sedikit.
 - b) Bilamana bocoran dari bagian aliran (screw part) pada kedudukan valve (valve fitting), lepaskanlah neck ring / gelang leher dan ganti dengan safety cap yang sudah dilengkapi dengan valve pembantu. Maka selanjutnya bocoran gas ndapat dikeluarkan sedikit demi sedikit dan diserapkan pada chemicals.
 - c) Bilamana ternyata bocoran yang keluar berupa chlor cair, usahakanlah benar-benar agar yang keluar berupa gas chlor. Salah satu jalan termudah yakni dengan menempatkan titik bocoran pada bagian atas.
- Kebocoran pada valve grand :
 - a) Jepitkanlah lebih keras baut dari valve gland, maka bocoran biasanya dapat segera dihentikan. Keraskan baut tersebut ke kanan (arah jarum jam).
 - b) Bila ternyata bocoran tidak bisa teratasi walaupun baut tersebut sudah dikerasi, tutuplah spindle hentikan pemakaian dari tabung tersebut dan diamankan dahulu dengan safety cap.
- Kebocoran pada safety plug (fusible plug)
 - a) Janganlah sekali-sekali menyentuh / merubah-rubah safety plug,segera pasang blind cap dan isinya segera dikosongkan.
 - b) Segera laporkan kepada atasan.
- Kebocoran pada Cl₂ discharging mouth (aliran mulut aoutlet). Hal ini biasanya terjadi disebabkan ausnya screw, maka jalan yang paling aman hentikan pemakaian terhadap tabung tersebut dan segera diadakan penggantian seperlunya.

- Bilamana kebocoran demikian besar dan sulit untuk diatasi, maka tindakan pertama yakni : usahakanlah yang keluar berupa gas chlor dengan jalan menempatkan letak tabung sedemikian sehingga titik bocoran berada diatas. Tindakan kedua : tutuplah rapat-rapat ruangan tabung. Tindakan terakhir : gas bocoran dikeluarkan dan diserapkan pada absorbing chemical.

4.2. Menentukan dosis

4.2.1. Contoh air hasil penyaringan diambil dengan menggunakan peralatan dan prosedur yang ditetapkan dalam SOP.

Setelah air hasil proses pengolahan air minum melewati unit filtrasi kemudian air hasil proses dialirkan ke reservoir, di reservoir air bersih hasil proses pengolahan didisinfeksi untuk mematikan mikro-organisme yang masih tersisa dalam proses, terutama ditujukan kepada yang pathogen. Proses disinfeksi dengan menggunakan gas chlor atau kaporit.

Untuk menentukan dosis pembubuhan gas chlor atau kaporit yang tepat, contoh air hasil penyaringan atau air direservoir diambil dengan menggunakan peralatan dan prosedur laboratorium dan SOP yang berlaku, untuk selanjutnya dilakukan analisa DPC.

4.2.2. DPC (daya pengikat chlor) pada contoh air diuji dengan menggunakan peralatan dan prosedur yang ditetapkan dalam SOP.

Penentuan konsumsi klor/dosis kaporit dengan cara menentukan “DPK” (Daya Pengikat Klor), dengan cara sebagai berikut :

1. Buat larutan kaporit 0,1 % (1 ml = 1mg) dengan cara :
 - Timbang 1 gram kaporit, masukkan kedalam labu ukur 1000 ml
 - Larutkan dengan aquadest sampai kaporit larut
 - Tepatkan volumenya sampai tanda batas, aduk dengan membolak-balikkan labu
 - Pindahkan larutan ke dalam botol plastik, diamkan larutan satu hari sebelum digunakan
 - Catatan : gunakan bagian larutan yang bening, endapan jangan terambil.
2. Ambil air hasil saringan (outlet filter), air yang akan masuk ke reservoir dan telah mengalami penetapan pH untuk proses stabilisasi/netralisasi, masukkan satu liter air tersebut ke dalam beaker glass.

3. Bubuhkan 3 ml larutan kaporit 0,1 %, aduk rata dengan batang pengaduk.
4. Tempatkan beaker glass di tempat yang terlindung cahaya dan panas dengan waktu sesuai yang dibutuhkan (minimum 30 menit), atau :
 - Sampai mencapai sisa khlor yang konstan untuk interval waktu yang ditentukan (misal pengukuran dilakukan setiap 15 menit)
 - Waktu kontak di reservoir
 - Waktu kontak sampai konsumen terjauh
5. Uji sisa khlor bebas sesuai waktu tersebut pada butir (4) , misal hasil pengukuran : a mg/l Cl₂
6. Tentukan kadar khlor dalam kaporit , misal s %
7. Hitung DPK dan dosis kaporit / gas khlor, dengan cara sebagai berikut :
 - Pembubuhan larutan kaporit : 3 mg/l Ca(OCl)₂,
 - sebagai khlor aktif : $s/100 \times 3 = 3s/100 = y$ mg/l Cl₂
 - Sisa khlor bebas : **a** mg/l Cl₂
 - -----

DPK = **(y - a)** mg/l Cl₂

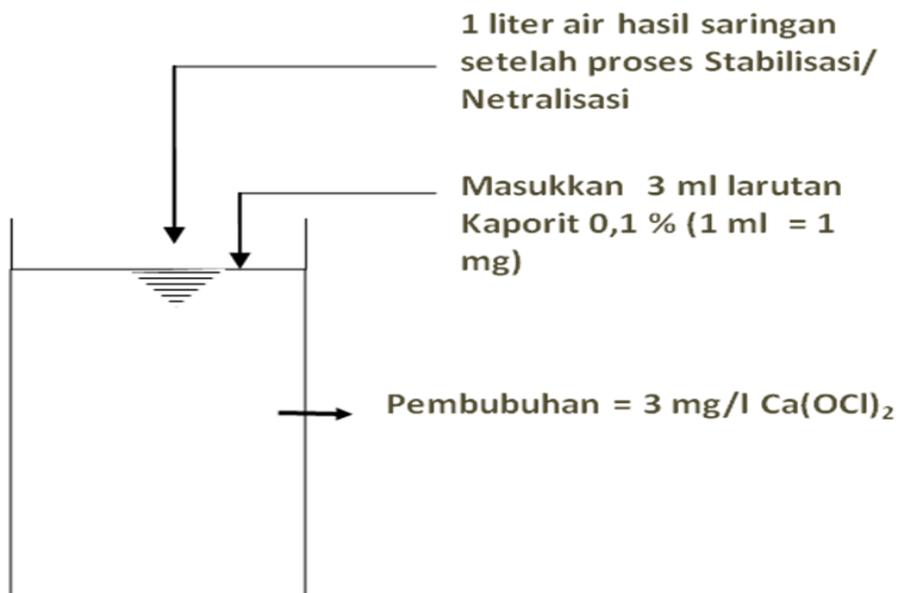
❖ **penentuan dosis kaporit/khlor :**

Rumus :

DPK + SISA KHLOR YANG DIINGINKAN

- Jika diinginkan sisa khlor b mg/l Cl₂, maka :
 Dosis kaporit = $((y - a) + b)100/s$ mg/l Ca(OCl)₂
 Dosisi gas khlor = $((y - a) + b) 100/100$ mg/l Cl₂

CONTOH :



Diamkan selama waktu yang diinginkan (minimal 30 menit) atau waktu tinggal di reservoir, atau waktu sampai ke pelanggan terjauh

a. **Uji sisa khlor bebas**

Perhitungan :

Pembubuhan larutan kaporit = 3 ml/l

$$= 3 \text{ mg/l Ca(OCl)}_2$$

Jika diketahui kadar khlor aktif dalam Kaporit (misal) = 60 %

Pembubuhan Kaporit (sebagai khlor aktif) = $60/100 \times 3$

$$= 1,8 \text{ mg/l Cl}_2$$

Sisa Khlor dengan waktu kontak tertentu (misal) = 0,7 mg/l Cl₂

DPK : $1,8 - 0,7 = 1,1 \text{ mg/l Cl}_2$

b. **Penentuan Dosis Kaporit :**

Jika diinginkan Sisa khlor Bebas = 0,5 mg/l Cl₂

Maka dosis Kaporit = $(1,1, + 0,5) \times 100/60$

$$= 2,7 \text{ mg/l Ca(OCl)}_2$$

Pembubuhan Gas Khlor (Cl₂)

$$= (1,1, + 0,5) \times 100/100$$

$$= 1,6 \text{ mg/l Cl}_2$$

Contoh :

Perhitungan kebutuhan bahan kimia

Dosing (cc/menit)

Konsentrasi alum 10 % = 100 g/ltr

Konsentrasi kaporit 1% = 10 g/ltr

Dosing alum = $\frac{259,2 \text{ (kg/hari)} \times 1000}{100 \text{ (g/ltr)}}$
 = 2592 ltr/hari
 = 1800 cc/menit

Dosing kaporit = $25,92 \text{ (kg/hari)} : 10 \text{ g/ltr} \times 100$
 = 2592 ltr/hari = 1800 cc/menit

RUMUS:

Kapasitas (ltr/dtk) x jam operasi (jam/hari) x dosis (mg/ltr) x 3600 (jam/dtk)
 x 10^{-6} (kg/mg)

Kapasitas IPA = 100 ltr/dtk
 Jam Operasi = 24 jam/hari
 Dosis alum = 30 ppm = 30 mg/ltr
 Dosis kaporit = 3 ppm = 3 mg/ltr

Kebutuhan alum =
 $100 \text{ (ltr/dtk)} \times 24 \text{ (jam/hari)} \times 30 \text{ (mg/ltr)} \times$
 $3600 \text{ (jam/dtk)} \times 10^{-6} = 259,2 \text{ kg/hari}$

Kebutuhan kaporit =
 $100 \text{ (ltr/dtk)} \times 24 \text{ (jam/hari)} \times 3 \text{ (mg/ltr)} \times$
 $3600 \text{ (jam/dtk)} \times 10^{-6} = 25,92 \text{ kg/hari}$

4.2.3. Penggunaan bahan untuk satuan volumen diatur dan disesuaikan sesuai dengan standar dosis yang ditetapkan

Dari hasil perhitungan penentuan dosis bahan kimia seperti yang telah dijelaskan dalam sub-bab sebelumnya, maka penggunaan bahan kimia untuk *commissioning* IPA disesuaikan dengan standar dosis yang telah ditetapkan dalam uji coba tersebut.

4.2.4. Hasil penentuan dosis chlor dicatat dengan menggunakan formulir dan log book sesuai dengan SOP yang ditetapkan.

Hasil dari penentuan dosis chlor kemudian dicatat dalam formulir dan log book yang sesuai dengan SOP yang telah ditetapkan.

Contoh formulir pencatatan dosis chlor sebagai berikut :

PERHITUNGAN DOSIS ALUM

1 . JUMLAH ALUM YANG DIPERLUKAN

Ba = $0.0864 * Q * Rs$

Ba : Jumlah alum padat yang diperlukan per hari (kg/hari)

Q : Kapasitas pengolahan air (l/dt)

Rs : Dosis alum (mg/l)

Q, l/dt 100

Rs,mg/l 30 (hasil jartest)

Ba,kg/hari 259,2

Dosis Volumetris dari koagulan larutan :

Vv = $0.36 * Q * Rs / c * d$

Vv : Dosis Volumetris (l/jam)

c : Konsentrasi larutan (%)

d : Berat jenis larutan (kg/l)

c, % 10

d, kg/l 1,1

Vv, l/jam 98,2

2. DOSIS KHLOR

Kandungan Khlor 60 %

Waktu tempuh dari Reservoir ke titik pelanggan 1 jam dan sisa minimum khlor 0.2 mg/l

Percobaan dalam 1 liter dibubuhkan 2.5 mg/l kaporit, kemudian dilakukan DPC selama 1 jam dan sisa khlor menjadi 0.5 mg/l

Perhitungan :

Pembubuhan kaporit : 2,5 mg CaOCl₂

Sebagai khlor aktif 60 % * 2. 5 1,50 mg/l Cl₂

sisa khlbor (1 jam) 0,5

DPC 1,00

Kandungan sisa khlor 0,2 mg/l Cl₂

4.3. Menguji coba proses dan operasi sistem disinfeksi

4.3.1. Kesiapan operasional unit disinfektan diperiksa dengan mengecek fungsi kerja semua bagian utama dan pendukung unit sesuai dengan SOP yang berlaku

Terdapat beberapa jenis disinfektan yang biasa digunakan dalam penyediaan air minum, yaitu chlor, ozon dan ultra violet. Pada tata cara ini hanya dipertimbangkan penggunaan chlor saja, mengingat penggunaannya yang luas.

Terdapat 2 (dua) jenis pembubuhan chlor yaitu berbentuk serbuk dan berbentuk gas.

a) serbuk chlor

1) penentuan dosis chlor

- (a) ambil contoh air hasil penyaringan secukupnya;
- (b) lakukan pengujian untuk menentukan dpc (daya pengikat chlor);
- (c) dosis chlor = dpc ppm + 0,2 ppm, disarankan dosis chlor tidak melebihi 1,0 ppm.

2) proses dan operasi sistem desinfeksi

pembubuhan chlor bisa menggunakan sistem gravitasi atau menggunakan pompa pembubuh.

(a) sistem gravitasi

- (1) pastikan terdapat peralatan keamanan seperti kaca mata laboratorium dan sarung tangan yang tahan bahan kimia;
- (2) larutkan sejumlah berat/volume serbuk chlor sehingga didapatkan konsentrasi yang dikehendaki (1% s/d 3%);
- (3) jalankan peralatan pengadukan mekanis/pneumatis sehingga larutan homogen;
- (4) apabila tidak terdapat peralatan mekanis/pneumatis untuk pengadukan, lakukan pengadukan secara manual sehingga larutan homogen.
- (5) debit pembubuhan bisa diketahui dengan mengamati volume larutan yang keluar pada ujung pipa pembubuhan dengan menampung pada gelas baker persatuan waktu;
- (6) atur katup pembubuhan berulang-ulang sehingga diperoleh debit pembubuhan yang dikehendaki.

(b) pompa pembubuh

- (1) pastikan terdapat peralatan keamanan seperti kaca mata laboratorium dan sarung tangan yang tahan bahan kimia;
- (2) larutkan sejumlah berat/volume serbuk chlor sehingga didapatkan

- konsentrasi yang dikehendaki (1% s/d 3%);
- (3) jalankan peralatan pengadukan mekanis/pneumatis sehingga larutan homogen;
 - (4) apabila tidak terdapat peralatan mekanis/pneumatis untuk pengadukan, lakukan pengadukan secara manual sehingga larutan homogen.;
 - (5) debit pembubuhan bisa diketahui dengan mengamati volume larutan yang keluar pada ujung pipa pembubuhan dengan menampung pada gelas baker atau wadah lain yang bisa diukur volumenya, persatuan waktu;
 - (6) apabila cara diatas tidak mungkin dilakukan, hubungkan pipa suction pompa pembubuh dengan wadah yang diketahui volumenya, hitung volume larutan/cairan yang berkurang persatuan waktu.;
 - (7) atur stroke pompa pembubuh berulang-ulang sehingga diperoleh debit pembubuhan yang dikehendaki, sesuai dokumen perencanaan.

4.3.2.Sistem disinfektasi dihidupkan dengan memfungsikan pelarut chlor, peralatan pengaduk dengan dengan tahapan sesuai dengan SOP yang diberlakukan

➤ **Unit Pembubuh Desinfektan**

a) Kaporit :

1. Persiapan pembuatan larutan
Kelarutan harus dipersiapkan 1 (satu) hari sebelum dipergunakan.
2. Alat Pembubuhan : Bak MOM
3. Bagian dari alat MOM :
 - Bak pelarut
 - Pipa pembubuh
 - Alat MOM
 - Penguras
4. Cara pengadukan :
 - dengan tongkat pengaduk
 - pengaduk dengan mixer
5. Cara pembuatan larutan :

- a) Timbang kaporit sesuai dengan yang ditentukan (lihat butir G) dan simpan ditempat pelarutan (ember atau bak).
- b) Tambahkan air sampai volume larutan mencapai jumlah yang ditentukan (dalam contoh pada butir G = 90 lt).
- c) Aduk dengan pengaduk, sehingga terbentuk larutan kaporit.
- d) Diamkan beberapa jam minimum 2-3 jam (makin lama, makin baik) sampai larutan berwarna biru jernih dan terbentuk endapan. Endapan dibuang, larutan dituangkan ke bak pembubuh.

6. Cara Pendosisan :

- Diketahui dari laboratorium = 0,25 ppm
- Sisa chlor yang diinginkan = 0,50 ppm

dosis chlor = 0,75 ppm

- Bila Q = 50 lt/det.
Pembubuhan dilakukan tiap 8 jam
Kadar chlor dalam kaporit : 60 %
Konsentrasi : 2 %
- Dosis kaporit : $100/60 \times 0,75 = 1,25$ ppm
- Keperluan kaporit : $50 \times 1,25 = 62,5$ mg,det
- Cara menentukan dozering (lihat rumus 1)

$$\text{Dozering} = \frac{1,25^3 \times 50 \times 60/10 \times 100}{1000} = 187,5 \text{ cc/menit}$$

- Volume larutan yang diperlukan :
 $187,5 \text{ cc/menit} \times 8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} = 90 \text{ liter.}$

➤ **Praktek :**

Ambil kaporit 2 % X 90 liter = 1,8 kg

Campurkan dengan air sampai volume mencapai 90 liter

7. Konsentrasi kaporit dalam larutan :

- Maximum : 2 ½%
- Umum 1 %

8. Hal-hal yang harus diperhatikan :

- a) Kaporit tidak boleh kontak langsung dengan matahari.
- b) Kaporit tidak boleh terlalu lama diaduk, hal-hal tersebut akan menyebabkan konsentrasi menurun.
- c) Dalam menangani kaporit harus hati-hati, sebab kaporit bersifat iritasi terhadap kulit dan pernapasan.

Cara penanggulangan adalah sebagai berikut :

- Pelarutan dilakukan dari jarak jauh, misalnya dengan menyemprot air dari jarak jauh dan melawan arah angin.
 - Petugas dilengkapi dengan alat pengaman, misal dengan sarung karet, sepatu karet, topeng (masker untuk muka dll).
 - Tempat penyimpanan harus didisain seaman mungkin, misal ventilasi yang cukup.
9. Cara pemeriksaan :
- a) Titrasi
 - b) Densimeter

b) Gas Chlor :

Yang harus diperhatikan betul-betul dari gas chlor adalah :

- Kebocoran dari tabung gas
- Cara penyimpanannya
- Cara pertolongan bila terjadi kecelakaan

Perlengkapan pengamana diri untuk petugas (sama dengan untuk kaporit).

➤ Peralatan

- 1 Tabung gas
- 2 Chlorinator/dan evedaporator
- 3 Booster pump

➤ **Cara Pembubuhan**

Langsung diinjeksikan ke pipa-pipa air yang mau didesinfektan dengan bantuan pompa.

- **Cara pendosisan** gas chlor, sama dengan kaporit, begitu pula cara pemeriksaan.

4.3.3. Katup pembubuhan diatur untuk memperoleh debit pembubuhan dan dosis chlor sesuai standar dosis yang ditetapkan.

Debit pembubuhan bisa diketahui dengan mengamati volume larutan yang keluar pada ujung pipa pembubuhan dengan menampung pada gelas baker atau wadah lain yang bisa diukur volumenya, persatuan waktu.

Apabila cara diatas tidak mungkin dilakukan, hubungkan pipa suction pompa pembubuh dengan wadah yang diketahui volumenya, hitung volume larutan/cairan yang berkurang persatuan waktu.;

Atur stroke pompa pembubuh berulang-ulang sehingga diperoleh debit pembubuhan yang dikehendaki, sesuai dokumen perencanaan

4.3.4. Pemantaun proses pembubuhan chlor.

Proses pembubuhan chlor dipantau secara periodik sesuai dengan SOP untuk menjamin proses disinfeksi menghasilkan air (yang didisinfeksi) sesuai dengan standar yang ditetapkan

4.4. Melakukan penilaian kinerja sistem disinfeksi

Kinerja sistem desinfeksi bisa dinilai dari sisa chlor dan T_d (waktu tinggal) setelah proses berlangsung. Umumnya T_d (waktu tinggal) yang dihitung adalah T_d (waktu tinggal) pada reservoir, atau bak kontak disinfeksi yang memang dibuat khusus untuk itu.

- (a) ukur dimensi reservoir atau bak kontak disinfeksi, informasi dimensi reservoir atau bak kontak desinfeksi bisa diperoleh dalam dokumen perencanaan, kecuali terdapat perubahan pada waktu konstruksi;
- (b) hitung t_d (waktu tinggal), bisa dihitung dengan membagi volume reservoir atau bak kontak disinfeksi dengan debit operasi;
- (c) ambil contoh air pada outlet reservoir atau bak kontak disinfeksi, periksa sisa chlor. chlor berbentuk gas, pembubuhan sistem ini menggunakan gas khlor yang dilarutkan dalam air, kemudian dibubuhkan dengan pompa apabila

dinjeksikan kedalam pipa atau secara gravitasi kepermukaan air. Gas chlor tersimpan dalam “container” besi dengan ukuran 85 kg dan 2 ton.

4.4.1. Tinggi muka air diamati dan diukur dengan menggunakan prosedur yang ditetapkan dalam SOP.

Dilakukan pula pengamatan dan pengukuran untuk tinggi muka air di reservoir sesuai dengan prosedur yang ditetapkan dalam SOP, hal ini mengingat salah satu fungsi dari reservoir adalah ;

- Tambahan waktu tinggal dengan menggunakan penampung air mempunyai keuntungan sebagai berikut :
 - Proses desinfeksi terus berlangsung walaupun dengan kadar klor yang rendah.
 - Pasir, flok atau material padat yang dapat mengendap, akan terendapkan sebelum mengalami pipa utama dan pelanggan.

Adapun tujuan dasar dari reservoir adalah :

- Sebagai sarana vital penyaluran air ke masyarakat dan sebagai cadangan air.
- Sebagai tempat penyimpanan kelebihan air agar dapat terjadi keseimbangan antara kebutuhan dan suplai.
- Keperluan instalasi, seperti pencucian filter, pembubuhan alum.
- Tempat penyimpanan air saat desinfektan

4.4.2. Residu atau sisa chlor yang terjadi dihitung dengan menggunakan tabel perhitungan sisa chlor yang telah ditetapkan

Perhitungan residu atau sisa chlor yang terjadi telah dibahas pada sub bab diatas mengenai DPC (Daya pengikat Chlor).

4.4.3. Waktu tinggal (T_d) pada resevoir dihitung dengan menggunakan formulirulasi dan prosedur sesuai dengan SOP yang berlaku

Umumnya T_d (waktu tinggal) yang dihitung adalah

T_d (waktu tinggal) pada reservoir, atau bak kontak disinfeksi yang memang dibuat khusus untuk itu.

- (a) ukur dimensi reservoir atau bak kontak disinfeksi, informasi dimensi reservoir atau bak kontak disinfeksi bisa diperoleh dalam dokumen perencanaan, kecuali terdapat perubahan pada waktu konstruksi;
- (b) hitung t_d (waktu tinggal), bisa dihitung dengan membagi volume reservoir atau bak kontak disinfeksi dengan debit operasi;

4.5. Membuat laporan hasil uji coba

4.5.1. Data dan informulirasi yang tercatat dalam log book dan formulir dihimpun untuk membuat laporan

Data yang didapat pada hasil uji coba proses disinfeksi, kemudian dihimpun untuk dipelajari dan dipahami apakah sesuai dengan SOP yang berlaku. Sistem pengendalian proses disinfeksi dijelaskan secara keseluruhan pada sistem pengendalian pengolahan air.

4.5.2. Data dan informulirasi yang terhimpun dibandingkan dengan parameter standar disinfeksi yang tercantum dalam tabel-tabel standar disinfeksi yang ditetapkan dalam SNI yang terkait.

Data yang terhimpun kemudian dibandingkan dengan parameter standar proses disinfeksi yang tercantum dalam standar uji disinfeksi yang berlaku, untuk dipelajari apakah ada penyimpangan-penyimpangan, agar dapat diambil tindakan agar sasaran rencana dapat dicapai.

4.5.3. Laporan hasil kesimpulan uji coba unit disinfeksi disusun berdasar hasil perbandingan antara data terhimpun dengan standar baku yang ditetapkan

Kesimpulan uji coba proses disinfeksi disusun berdasar hasil perbandingan antara data terhimpun dengan standar baku yang ditetapkan.

Sistem informasi proses disinfeksi perlu dilaksanakan agar pelaksanaan atas rencana sesuai dengan kebijaksanaan yang telah ditetapkan dan dapat dikendalikan sebaik mungkin. Sistem informasi proses disinfeksi dijelaskan secara keseluruhan pada sistem informasi proses pengolahan air.

BAB V

SUMBER-SUMBER YANG DIPERLUKAN UNTUK PENCAPAIAN KOMPETENSI

5.1. Sumber daya manusia

❖ Pelatihan

Pelatih anda dipilih karena dia telah berpengalaman, peran pelatih adalah untuk

- a. Membantu anda untuk merencanakan proses belajar.
- b. Membimbing anda melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
- c. Membantu anda untuk memahami konsep dan praktik baru dan untuk menjawab pertanyaan anda mengenai proses belajar anda.
- d. Membantu anda untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang anda perlukan untuk belajar anda.
- e. Mengorganisir kegiatan belajar kelompok jika diperlukan.
- f. Merencanakan seorang ahli dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan.

❖ Penilai

Penilai anda melaksanakan program pelatihan terstruktur untuk penilaian di tempat kerja.

Penilai akan :

- a. Melaksanakan penilaian apabila anda telah siap dan merencanakan proses belajar dan penilaian selanjutnya dengan anda.
- b. Menjelaskan kepada anda mengenai bagian yang perlu untuk diperbaiki dan merunding rencana pelatihan selanjutnya dengan anda.
- c. Mencatat pencapaian / perolehan anda.

❖ **Teman kerja/sesama peserta pelatihan**

Teman kerja anda/sesama peserta pelatihan juga merupakan sumber dukungan dan bantuan. Anda juga dapat mendiskusikan proses belajar dengan mereka. Pendekatan ini akan menjadi suatu yang berharga dalam membangun semangat tim dalam lingkungan belajar/kerja anda dan dapat meningkatkan pengalaman belajar anda.

5.2. Sumber-sumber Perpustakaan

Pengertian sumber-sumber adalah material yang menjadi pendukung proses pembelajaran ketika peserta pelatihan sedang menggunakan pedoman belajar ini. Sumber-sumber tersebut dapat meliputi :

1. Buku referensi (text book)/ buku manual servis
2. Lembar kerja
3. Contoh form-form check list.

Ada beberapa sumber yang disebutkan dalam pedoman belajar ini untuk membantu peserta pelatihan mencapai unjuk kerja yang tercakup pada suatu unit kompetensi.

Prinsip-prinsip dalam CBT mendorong kefleksibilitas dari penggunaan sumber-sumber yang terbaik dalam suatu unit kompetensi tertentu, dengan mengijinkan peserta untuk menggunakan sumber-sumber alternative lain yang lebih baik atau jika ternyata sumber-sumber yang direkomendasi dalam pedoman belajar ini tidak tersedia/tidak ada.

❖ **Buku-buku referensi untuk bahan pelatihan yang telah direkomendasikan:**

1. UU Lingkungan Hidup No 23, tahun 1997.
2. Undang-Undang RI No 7 Tahun 2004 tentang sumber daya air. Jakarta
3. Kep.Men.Kes.RI Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002

4. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta
5. PP RI No 16 Tahun 2005 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta
6. PERMEN PU No.18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM
7. Telaah Kualitas Air. Hefni Effendi.kanisius 2003
8. Penyediaan Air Bersih. Sanropie Djasio, dkk, , Depkes RI, Jakarta, 1988
9. Disain Instalasi Pengolahan Air Minum. Darmasetiawan, Yayasan Ekamitra, Jakarta, 2001
10. Metode Penelitian Air. Sri Sumestri, S.. Usaha Nasional, Surabaya, 1987
11. Tehnologi Penyediaan Air Bersih. Sutrisno C Totok, , Rineka Cipta, Jakarta, 1997