

## Tata cara perencanaan dan pemasangan sistem springkler otomatis untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung.

### 1. Ruang lingkup.

Standar ini mencakup persyaratan minimal terhadap instalasi pemadam kebakaran sistem springkler otomatis dengan instalasi pipa basah dengan sasaran penyediaan instalasi pemadam kebakaran pada bangunan gedung bertingkat, bangunan industri dan bangunan-bangunan lainnya sesuai dengan klasifikasi sifat hunian.

Sarana pemadam kebakaran sistem springkler dimaksudkan untuk melindungi jiwa dan harta benda dari bahaya kebakaran. Penggunaan sarana pemadam kebakaran yang sesuai standar, bertujuan untuk menjamin agar dapat bekerja secara efektif dan efisien.

### 2. Acuan.

- a). *Fire Offices' Committe (Foreign) ; Rules for Automatic Sprinkler Installation, 1974.*
- b). *NFPA 13 : Installation of Sprinkler Systems, 1994 Edition, National Fire Protection Association.* ( sebagai pembanding).

### 3. Istilah dan definisi.

#### 3.1.

##### instalasi springkler.

suatu sistem instalasi pemadam kebakaran yang dipasang secara tetap/permanen di dalam bangunan yang dapat memadamkan kebakaran secara otomatis dengan menyemprotkan air di tempat mula terjadi kebakaran.

#### 3.2.

##### kepadatan pancaran.

jumlah debit air ( liter/menit ) yang dikeluarkan oleh 4 kepala springkler yang berdekatan dan terletak di empat sudut bujur sangkar, persegi panjang atau jajaran genjang (kepala springkler dipasang selang seling) dibagi oleh 4 x luas bujur sangkar, persegi panjang atau jajaran genjang tersebut di atas (m<sup>2</sup>).

Kepadatan pancaran tersebut dalam sistem bahaya kebakaran berat tidak boleh kurang dari ketentuan butir 4.1.3.c. dan tabel 4.1.3.c.1 dengan catatan bahwa semua kepala springkler terbuka serentak termasuk empat kepala springkler yang bersangkutan.

Kepadatan pancaran dinyatakan dalam mm/menit.

#### 3.3.

##### klasifikasi sifat hunian.

klasifikasi tingkat risiko bahaya kebakaran yang diklasifikasikan berdasarkan struktur bahan bangunan, banyaknya bahan yang disimpan di dalamnya, serta sifat kemudahan terbakarnya, juga ditentukan oleh jumlah dan sifat penghuninya.

Selanjutnya dalam standar ini disebut klasifikasi sifat hunian, yaitu :

#### 3.3.1.

##### hunian bahaya kebakaran ringan.

macam hunian yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar rendah dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas rendah, sehingga menjalarnya api lambat.

**3.3.2.****hunian bahaya kebakaran sedang kelompok I.**

macam hunian yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar sedang, penimbunan bahan yang mudah terbakar dengan tinggi tidak lebih dari 2,5 m dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas sedang, sehingga menjalarnya api sedang.

**3.3.3.****hunian bahaya kebakaran sedang kelompok II.**

macam hunian yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar sedang, penimbunan bahan yang mudah terbakar dengan tinggi tidak lebih dari 4 m dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas sedang, sehingga menjalarnya api sedang.

**3.3.4.****hunian bahaya kebakaran sedang kelompok III.**

macam hunian yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar tinggi dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas tinggi, sehingga menjalarnya api cepat.

**3.3.5.****hunian bahaya kebakaran berat.**

macam hunian yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar tinggi dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas tinggi, penyimpanan cairan yang mudah terbakar, sampah, serat, atau bahan lain yang apabila terbakar apinya cepat menjadi besar dengan melepaskan panas tinggi sehingga menjalarnya api cepat.

**3.3.6.****hunian khusus.**

untuk hunian khusus seperti penyimpanan atau tempat dimana penggunaan cairan yang mempunyai kemudahan terbakar tinggi dapat digunakan sistem pancaran serentak. Karena keadaan yang menguntungkan, beberapa macam hunian dapat memperoleh keringanan satu kelas lebih rendah dengan persetujuan instansi yang berwenang.

**3.4.****penggelontoran.**

membilas seluruh jaringan instalasi springkler dengan air bersih dengan tekanan tertentu untuk membersihkan kotoran-kotoran yang dapat mengganggu bekerjanya sistem dan/atau merusak.

**3.5.****pipa cabang.**

bagian dari jaringan pemipaan sistem springkler dimulai dari titik penyambungan pipa pembagi sampai ke kepala springkler terakhir.

**3.6.****pipa pembagi utama.**

pipa yang menghubungkan pipa tegak dengan pipa pembagi.

**3.7.****pipa pembagi.**

pipa yang dihubungkan langsung dengan pipa cabang.

3.8.

**pipa tegak.**

pipa yang dipasang tegak untuk penyediaan air pada sistem springkler.

3.9.

**springkler sistem pipa basah.**

jaringan pipa berisi air dengan tekanan tertentu secara terus menerus.

3.10.

**susunan cabang ganda.**

susunan sambungan di mana pipa cabang disambungkan ke dua sisi pipa pembagi.

3.11.

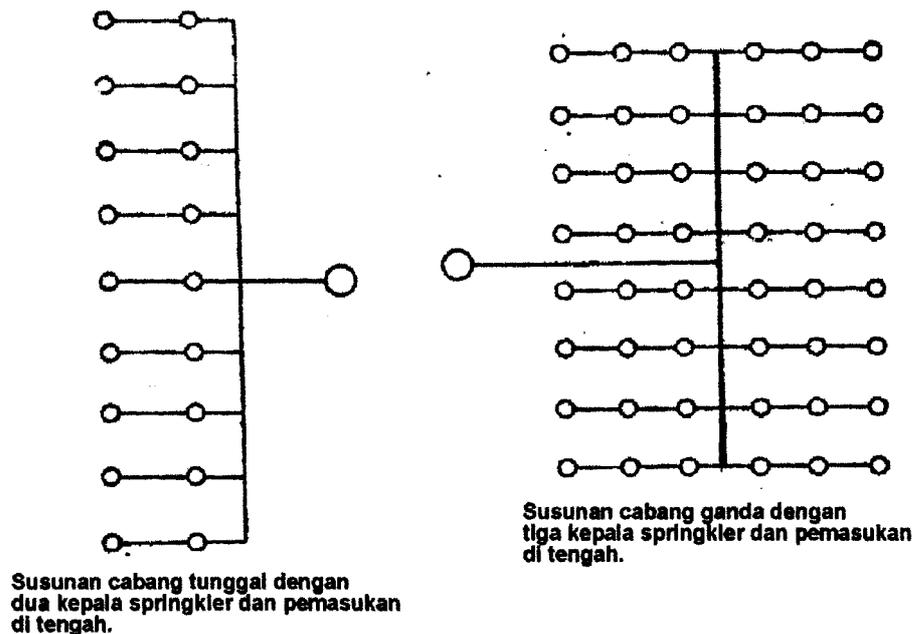
**susunan cabang tunggal.**

susunan sambungan di mana pipa cabang disambungkan ke satu sisi dari pipa pembagi.

3.12.

**susunan pemasukan di tengah.**

susunan penyambungan di mana pipa pembagi mendapat aliran air dari tengah ( lihat gambar 3.12).

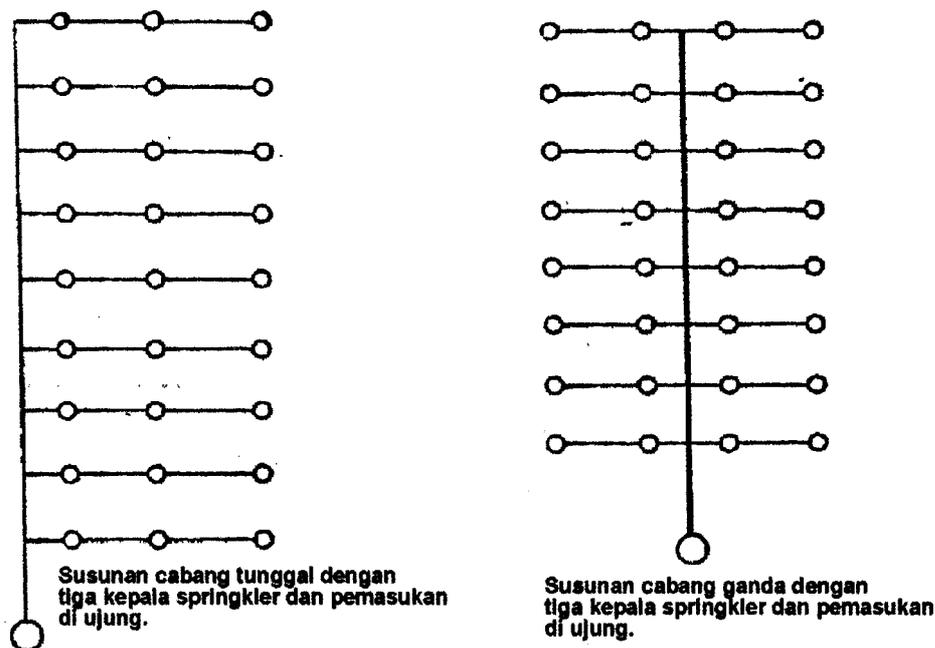


Gambar 3.12. : Susunan pemasukan di tengah

3.13.

**susunan pemasukan di ujung.**

susunan penyambungan di mana pipa pembagi mendapat aliran dari ujung ( lihat gambar 3.13 ).



Gambar 3.13.: Susunan pemasukan di ujung.

#### 4. Ketentuan umum.

##### 4.1. Dasar perencanaan.

##### 4.1.1. Klasifikasi Sistem.

Sistem springkler terdiri dari 3 klasifikasi sesuai dengan klasifikasi Hunian Bahaya kebakaran, yaitu :

- a). sistem bahaya kebakaran ringan,
- b). sistem bahaya kebakaran sedang,
- c). sistem bahaya kebakaran berat.

(lihat butir 4.2 untuk klasifikasi sifat hunian).

Jaringan pipa untuk dua sistem bahaya kebakaran atau lebih yang berbeda boleh dihubungkan pada satu katup kendali dengan ketentuan jumlah kepala springkler yang dilayani tidak melampaui jumlah maksimum.

##### 4.1.2. Perhitungan Hidrolik.

Perhitungan hidrolik tiap sistem harus direncanakan berdasarkan kepadatan pancaran pada daerah kerja maksimum yang diperkirakan (banyaknya kepala springkler yang dianggap bekerja) dibagian hidrolik tertinggi dan terjauh dari gedung yang dilindungi.

##### 4.1.3 Kepadatan pancaran..

Kepadatan pancaran yang direncanakan dan daerah kerja maksimum yang diperkirakan untuk ketiga klasifikasi tersebut diatas tercantum dibawah ini :

**a). Sistem bahaya kebakaran ringan.**

Kepadatan pancaran yang direncanakan 2,25 mm/menit.

Daerah kerja maksimum yang diperkirakan : 84 m<sup>2</sup>.

**Catatan :**

Tambahan kepadatan sebesar 5 mm/men diberikan untuk daerah tertentu pada hunian bahaya kebakaran ringan, seperti : ruang atap, ruang besmen, ruang ketel uap, dapur, ruang binatu, ruang penyimpanan, ruang kerja bengkel dan lain-lain dengan penentuan jarak kepala springkler yang lebih dekat (lihat butir 6.1.1.b).

**b). Sistem bahaya kebakaran sedang.**

Kepadatan pancaran yang direncanakan 5 mm/menit.

Daerah kerja maksimum yang diperkirakan 72 ~ 360 m<sup>2</sup>.

**Catatan :**

Sistem bahaya kebakaran sedang terdiri dari 3 (tiga) kelompok berdasarkan daerah kerja maksimum yang diperkirakan, yaitu :

kelompok I, (bahaya kebakaran sedang ringan) 72 m<sup>2</sup>,

kelompok II, 144 m (bahaya kebakaran sedang-sedang) 144 m<sup>2</sup>,

kelompok III, (bahaya kebakaran sedang berat) 216 m<sup>2</sup>.

Apabila kemungkinan terjadi penyalaan serentak, misalnya yang mungkin terjadi pada proses persiapan di pabrik tekstil, maka luas maksimumnya 360 m<sup>2</sup>.

**c). Sistem bahaya kebakaran berat**

1). Bahaya proses {lihat tabel 4.1.3.c.1) }.

Kepadatan pancaran yang direncanakan 7,5 ~ 12,5 mm/men.

Daerah kerja maksimum yang diperkirakan 260 m<sup>2</sup>.

**Tabel 4.1.3.c.1).**

Klasifikasi Hunian	Kepadatan yang direncanakan (mm/men)	Luas daerah kerja maksimum, yang diperkirakan (m <sup>2</sup> )
Hanggar pesawat terbang	7,5	Daerah perlindungan (sistem pancaran serentak).
Pabrik selulosa	12,5	260
Pabrik korek api	10,0	260*
Pabrik petasan	10,0	Lengkap dengan pancaran serentak untuk setiap gedung
Pabrik plastik busa dan karet, pabrik plastik busa dan barang karet busa (termasuk luas daerah yang direncanakan dengan kepadatan yang lebih tinggi).	10,0	260
Pabrik cat, zat pewarna dan Vernis.	7,5	260*
Pabrik pelapis lantai dan sebangsa kertas minyak.	7,5	260
Pekerjaan dengan damar, terpentin dan sulang minyak.	7,5	260*
Pabrik karet substitusi	7,5	260*
Pabrik kayu, wool.	7,5	260
Penyulingan tir.	10	260*

**Catatan tabel :**

Diperlukan perlengkapan perlindungan dengan pancaran berkecepatan tinggi atau sedang dalam daerah bahaya ini dimana larutan atau cairan lain yang mudah terbakar disimpan atau diolah.

**2). Bahaya pada gudang penimbunan tinggi.**

Kepadatan pancaran yang direncanakan 7,5 ~ 30,0 mm/men. Daerah kerja maksimum yang diperkirakan 260 ~ 300 m<sup>2</sup>. Kepadatan pancaran yang direncanakan untuk bahaya pada gudang penimbunan tinggi tergantung pada sifat bahaya barang yang disimpan dan tinggi penimbunan.

Tabel 4.1.3.c.2) berikut ini menunjukkan kepadatan pancaran yang memadai dan daerah kerja yang diperkirakan sesuai dengan kategori dan tinggi timbunan dimana hanya tersedia atap atau langit-langit sebagai pelindungnya.

**Tabel 4.1.3.c.2)**

Kepadatan pancaran yang diperlukan (mm/men)	Daerah kerja maksimum yang diperkirakan (m <sup>2</sup> )	Tinggi timbunan maksimum (m)			
		K a t e g o r i			
		I	II	III	IV
7,5	260	5,3	4,1	2,9	1,6
10,0		6,5	5,0	3,5	2,0
12,5		7,6	5,9	4,1	2,3
15,0			6,7	4,7	2,7
17,5			7,6	5,2	3,0
20,0	300			5,7	3,3
22,5				6,3	3,6
25,0				6,7	3,8
27,5				7,2	4,1
30,0				7,7	4,4

**Catatan :** Dipertimbangkan bahwa tinggi penimbunan\* seluruhnya tidak melampaui angka berikut ini pada berbagai kategori yang sesuai untuk sistem bahaya kebakaran sedang dan tidak dianggap sebagai gudang penimbunan tinggi.

Kategori I	4,0 m
Kategori II	3,0 m
Kategori III	2,1 m
Kategori IV	1,2 m

\* Istilah penimbunan meliputi pergudangan atau penyimpanan sementara barang atau bahan, sambil menunggu proses selanjutnya.

**KATAGORI - I**

Bahan-bahan dengan daya bakar sedang ( dan bahan bakar yang tidak terbakar dalam bungkus yang mudah terbakar ) – di luar jenis itu\* spesifikasi di bawah katagori II, III dan IV – penyimpanan dengan tumpukan, palet atau rak, sampai ketinggian tidak melebihi 4 m.

Contoh katagori I, gudang :

- karpet.
- baju.
- peralatan listrik.
- gelas dan barang dari tembikar
- toko makanan.
- barang-barang logam ( dalam karton ).
- tekstil.
- semua bentuk penyimpanan kertas lain dari yang dispesifikasikan di bawah katagori II dan III

\* Daftar dari jenis dalam katagori II, III dan IV, tidak lengkap dan harus dianggap bahwa jenis-jenis dari gudang tidak spesifik disebutkan, diamati otomatis sebagai dibawah katagori I.

Umumnya, jenis-jenis di bawah katagori II, III dan IV digunakan bila pengalaman menunjukkan bahwa bahan-bahan menghasilkan pengecualian ketahanan apinya dengan laju dan pelepasan panas yang tinggi.

Apabila ada keraguan tentang klasifikasinya, konfirmasi harus diperoleh dari asuransi kebakaran.

#### KATAGORI II

- Bal – gabus.
- Bal – kertas bekas.
- Karton yang mengandung alkohol di dalam kaleng atau botol.
- Karton dari minuman kaleng yang dikeringkan dengan penguapan larutan.
- Papan chip.
- Cairan mudah menyala dalam kontainer yang tidak mudah terbakar.
- produk linoleum
- plastik ( tidak berbusa) lain dari celluloid.
- rol pulp dan kertas ( penyimpanan horisontal).
- rol kertas aspal (penyimpanan horisontal)
- whisky dalam pallet.
- pola kayu
- kayu perabot
- lembaran lapisan kayu halus.

#### KATAGORI III

- kertas dilapisi bitumen atau lilin.
- esparto
- produk plastik busa dan karet busa (dengan atau tanpa karton) lain dari yang dispesifikasikan pada katagori IV.
- Celluloid
- Cairan mudah menyala dalam kontainer mudah terbakar.
- Rol pulp dan kertas ( penyimpanan horisontal).
- Rol kertas aspal (penyimpanan vertikal)
- barang-barang karet.
- tumpukan kayu dengan ventilasi.
- kertas yang dilapisi lilin atau aspal dan kontainer dalam krton.
- wol, kayu.
- palet kayu dan kayu datar
- semua bahan yang mempunyai bungkus atau kontainer yang dibentuk awal dari plastik busa

#### KATAGORI IV

- Pemotongan dan potongan-potongan dari plastik busa atau karet busa
- Rol atau lembaran plastik busa atau karet busa.

### 4.2. Klasifikasi sifat hunian.

Klasifikasi sifat hunian dalam standar ini hanya terbatas untuk penggunaan sistem springkler dan penyediaan airnya.

#### 4.2.1. Hunian bahaya kebakaran ringan.

Yang termasuk hunian bahaya kebakaran ringan adalah seperti hunian :

- ibadat
- klub
- pendidikan
- perawatan
- lembaga
- perpustakaan
- museum.
- perkantoran
- perumahan
- restoran ( ruang makan ).
- perhotelan
- rumah sakit
- penjara.

#### 4.2.2. Hunian bahaya kebakaran sedang

##### a). Hunian bahaya kebakaran sedang kelompok I.

Yang termasuk hunian kebakaran sedang kelompok I adalah seperti hunian :

- parkir mobil dan ruang pameran
- pabrik susu
- pabrik minuman tidak termasuk bagian pembotolan.
- pabrik elektronika
- restoran daerah dapur.
- pabrik barang gelas
- pengalengan
- pabrik permata

##### b). Hunian bahaya kebakaran sedang kelompok II.

Yang termasuk hunian bahaya kebakaran sedang kelompok II, adalah seperti hunian :

- penggilingan produk biji-bijian.
- pabrik bahan makanan
- pabrik kimia (bahan kimia dengan kemudahan terbakar sedang)
- pertokoan dengan pramuniaga kurang dari 50 orang
- perdagangan
- perakitan barang kayu
- binatu.
- pengolahan makanan ternak.
- gudang perpustakaan
- pabrik barang keramik
- pabrik cerutu, rokok
- pengolahan logam.
- pabrik kembang gula
- pabrik barang klontong
- penyulingan
- pabrik tekstil
- pabrik barang kulit
- pabrik / perakitan kendaraan bermotor
- bengkel mobil.

##### c). Hunian bahaya kebakaran sedang kelompok III.

Yang termasuk hunian bahaya kebakaran sedang kelompok III adalah seperti hunian :

- pabrik karet dan barang karet (tidak termasuk karet busa).
- pabrik sikat
- Pabrik radio dan TV.
- pabrik karung (kecuali proses persiapan serat).
- Pabrik pesawat terbang kecuali hanggar.
- pabrik sabun
- Pabrik gula.
- pabrik lilin
- Pabrik pakaian
- toko dengan pramuniaga lebih dari 50 orang
- Pabrik tepung terigu.
- pabrik plastik dan barang plastik (tidak termasuk plastik busa)
- Pabrik kertas dan barang kertas.
- penggergajian kayu dan pengerjaan kayu

**d). Hunian bahaya kebakaran berat.**

Yang termasuk hunian bahaya kebakaran berat adalah seperti hunian :

- pabrik kimia (bahan kimia dengan kemudahan terbakar tinggi)
- pabrik kembang api
- pabrik korek api
- pabrik bahan peledak
- pabrik cat
- pemintalan benang atau kain
- pengerjaan kayu yang penyelesaiannya menggunakan bahan mudah terbakar
- studio film dan televisi
- pabrik karet buatan
- hanggar pesawat terbang.
- penyulingan minyak bumi
- pabrik karet busa atau plastik busa

**e). Hunian bahaya kebakaran sedang kelompok III khusus.**

Yang dimaksud adalah seperti : pabrik kapas, proses hulu sebelum pemintalan, bangunan penyulingan minuman keras, studio film dan tv, pengolah serat sebelum pemintalan, pabrik korek api, kilang minyak bumi.

**Catatan :**

Dalam daerah dimana digunakan pelarut mudah terbakar diperlukan proteksi tambahan dengan penyemprot kecepatan sedang untuk mendinginkan tangki.

**4.3. Ruang di dalam gedung yang harus dilindungi.**

Semua ruang dalam gedung harus dilindungi dengan sistem springkler, kecuali ruang tertentu yang telah mendapat izin dari pihak yang berwenang seperti :

- a) ruang tahan api,
- b) kamar kakus,
- c) ruang panel listrik,
- d) ruangan tangga dan ruangan lain yang dibuat khusus tahan api.

**4.4. Pemasangan.****4.4.1. Permohonan persetujuan.**

Sebelum mulai dengan pemasangan, gambar perencanaan harus mendapat persetujuan pihak yang berwenang, perubahan yang terjadi pada gambar perencanaan yang telah disetujui harus dimintakan persetujuan ulang.

**4.4.2. Gambar perencanaan.**

Gambar perencanaan harus dibuat dengan skala tertentu, pada kertas gambar yang berukuran sama dan harus memuat denah tiap lantai. Gambar perencanaan harus dapat diperbanyak dengan mudah. Hal-hal seperti dibawah ini harus tercantum dalam gambar perencanaan :

- a). Nama pemilik dan jenis hunian
- b). Alamat.
- c). Klasifikasi bahaya kebakaran.
- d). Arah mata angin
- e). Kontruksi atap dan langit-langit.
- f). Potongan gedung.
- g). Letak dinding tahan api.

- h). Letak dinding pemisah.
- i). Jenis hunian tiap ruang atau kamar
- j). Letak tempat-tempat yang tertutup dan penyimpanan barang
- k). Ukuran pipa dan tekanan air bersih kota dan apakah merupakan ujung buntu atau jaringan melingkar
- l). Penyediaan air cara lain dengan tekanan atau gravitasi
- m). Merk, ukuran lubang, dan jenis springkler
- n). Suhu kerja dan letak springkler
- o). Jumlah springkler pada tiap pipa tegak, jumlah springkler pada tiap sistem dan luas daerah yang dilindungi tiap lantai
- p). Jumlah springkler pada setiap pipa tegak dan jumlah keseluruhan tiap lantai
- q). Merk, model dan tipe tanda bahaya yang dipakai
- r). Macam dan letak lonceng tanda bahaya hidrolis
- s). Percabangan, nipple pipa tegak dan ukuran-ukurannya
- t). Jenis penggantung
- u). Semua katup kendali, pipa pengering, pipa uji
- v). Slang kebakaran
- w). Nama dan alamat instalatur.

#### **4.4.3. Syarat bahan.**

Hanya kepala springkler 100 % baru boleh dipasang. Bahan yang dipakai dalam pemasangan sistem springkler hanya bahan yang telah disetujui oleh pihak yang berwenang.

**4.4.4** Pemasangan instalasi springkler harus dilaksanakan oleh instalatur yang telah mendapat pengesahan dari instansi yang berwenang.

#### **4.5. Pemeriksaan dan pengujian.**

**4.5.1** Setelah pemasangan selesai harus diadakan pemeriksaan dan pengujian oleh instalatur dan disaksikan oleh pemilik dan pejabat yang berwenang. Instalatur dapat meninggalkan pekerjaan apabila semua cacat telah diperbaiki dan sistem springkler siap beroperasi. Berita acara serah terima harus dibuat dan ditanda tangani oleh semua pihak yang bersangkutan sebagai tanda bukti penyerahan pekerjaan.

**4.5.2** Semua pengujian yang diminta dalam standar ini harus dilakukan oleh instalatur. Instalatur harus memberitahukannya terlebih dahulu sebelum pengujian dilaksanakan kepada pemilik dan pejabat yang berwenang. Apabila tidak ada petugas dari pihak yang berwenang dapat hadir pada waktu pengujian dan ijin pengujian telah diberikan, maka pengujian dapat dilaksanakan oleh pemilik atau orang yang ditunjuknya. Hasil pengujian harus diserahkan kepada pejabat yang berwenang untuk disahkan.

#### **4.5.3 Syarat-syarat pengujian.**

##### **a). Syarat air.**

Air laut atau air lain yang mengandung bahan kimia yang dapat menyebabkan korosi tidak boleh dipergunakan untuk pengujian.

**b). Penggelontoran sambungan pipa bawah tanah.**

Sambungan pipa bawah tanah pada pipa tegak harus digelontor untuk membersihkan kotoran-kotoran sebelum dihubungkan dengan sistem springkler sesuai dengan tabel 4.5.3.b.

Penggelontoran harus terus dikerjakan sampai air yang keluar jernih. Pada pelaksanaan, air dapat dikeluarkan melalui lubang keluar pipa penguji. Apabila sistem penyediaan air bersih kota tidak dapat mengalirkan air yang dibutuhkan untuk penggelontoran, harus diusahakan penyediaan dengan sistem yang lain. Untuk pipa bawah tanah yang dibutuhkan dengan springkler terbuka, pancaran serentak atau sistem springkler yang dihitung dengan tabel, kapasitas air penggelontor minimum harus sesuai dengan kapasitas yang dihitung untuk masing-masing sistem.

**Tabel 4.5.3.b.**

Ukuran Pipa (mm)	Kapasitas Penggelontoran ( liter/detik )
150	50
200	70
250	100
300	130

**c). Pengujian Hidrostatik.**

Semua sistem perpipaan termasuk perpipaan halaman harus diuji pada tekanan hidrostatik sebesar  $14 \text{ kg/cm}^2$  selama 2 jam atau pada tekanan  $3 \text{ kg/cm}^2$  di atas tekanan statik apabila tekanan statik yang ada lebih dari  $10 \text{ kg/cm}^2$ . Tekanan hidrostatik harus diukur pada bagian pipa tegak yang terendah.

**d). Kebocoran pada pengujian.**

Pada saat diadakan pengujian tekanan hidrostatik pemipaan, springkler tidak boleh menunjukkan adanya kebocoran yang terlihat.

**e). Sambungan pemadam kebakaran.**

Pemipaan yang disediakan untuk sambungan pemadam kebakaran harus diuji dengan tekanan yang sesuai.

**4.6. Perubahan dan perbaikan.**

Pihak-pihak yang berkepentingan perlu diberitahu, jika sistem penanggulangan bahaya kebakaran diubah atau diperbaiki hingga mengakibatkan sistem tersebut tidak berfungsi.

Perubahan dan perbaikan tersebut harus diselesaikan secepat mungkin. Selama perubahan dan perbaikan dikerjakan pada waktu jam kerja, karyawan yang bertanggung jawab sudah siaga untuk dapat melakukan pemadaman dengan alat pemadam lain bila terjadi kebakaran.

**5. Sistem penyediaan air.****5.1. Persyaratan umum.**

Setiap sistem springkler otomatis harus dilengkapi dengan sekurang-kurangnya satu jenis sistem penyediaan air yang bekerja secara otomatis, bertekanan dan berkapasitas cukup, serta dapat diandalkan setiap saat. Sistem penyediaan air harus dibawah penguasaan pemilik gedung. Apabila pemilik tidak dapat mengendalikannya harus ditunjuk badan lain yang diberikan kuasa penuh untuk maksud tersebut. Air yang digunakan tidak boleh mengandung serat atau bahan lain yang dapat mengganggu bekerjanya springkler. Pemakaian air asin tidak diijinkan, kecuali bila

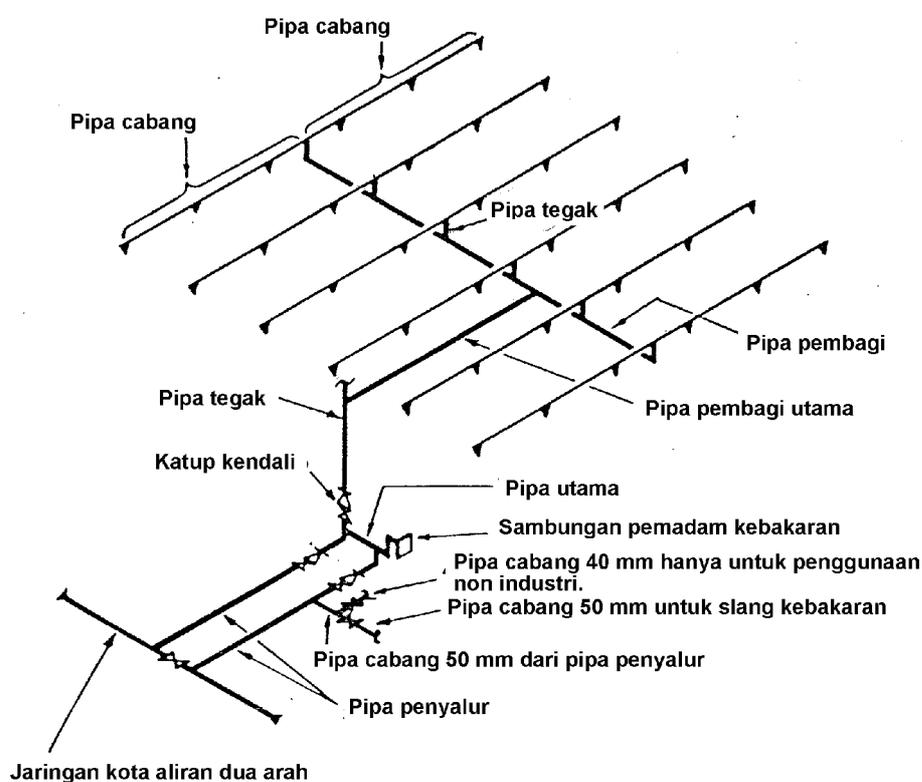
tidak ada penyediaan air lain pada waktu terjadinya kebakaran dengan syarat harus segera dibilas dengan air bersih.

#### 5.1.1. Syarat penyambungan.

Pipa penyalur untuk sistem springkler tidak boleh dihubungkan pada sistem lain kecuali seperti yang diatur dalam bagian ini.

##### a). Jaringan kota.

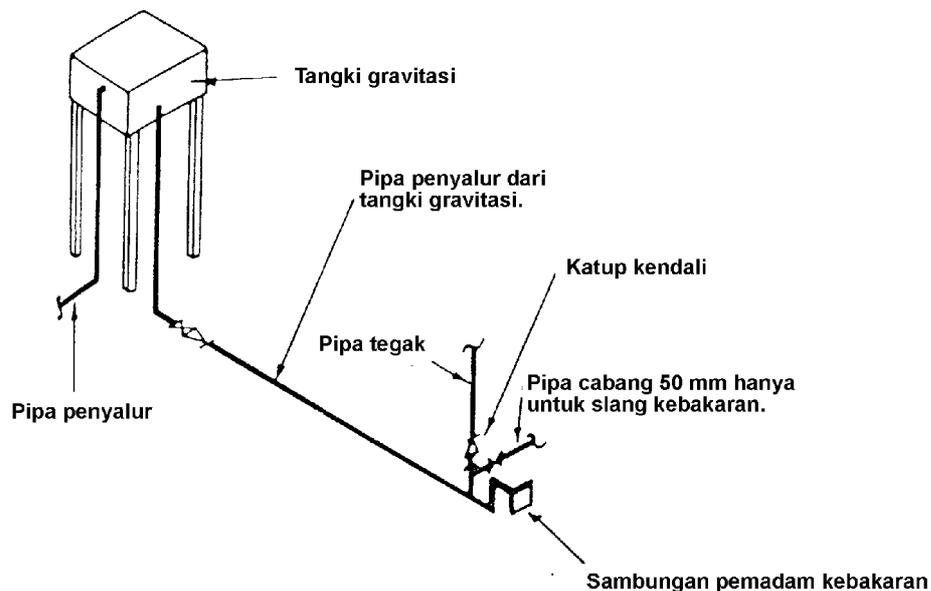
Sambungan pada sistem jaringan kota dapat diterima apabila kapasitas dan tekanannya mencukupi. Kapasitas dan tekanan sistem jaringan kota dapat diketahui dengan mengadakan pengukuran langsung pada jaringan distribusi di tempat penyambungan yang direncanakan atas ijin Perusahaan Daerah Air Minum. Meter air tidak dianjurkan untuk dipasang pada sambungan sistem springkler. Apabila ditentukan lain harus digunakan meter air khusus. Ukuran pipa sekurang-kurangnya harus sama dengan pipa tegak yang disambungkan, dengan ukuran minimum 100 mm.



Gambar 5.1.1.a. : Jaringan kota.

##### b). Tangki gravitasi.

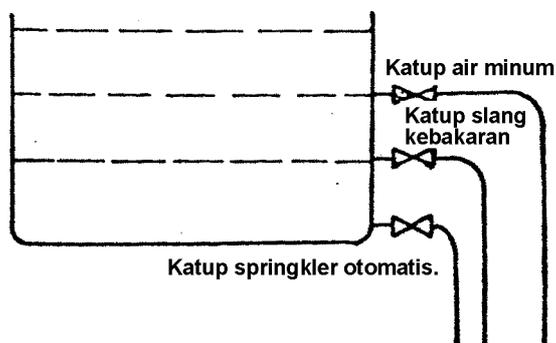
Tangki yang diletakkan pada ketinggian tertentu dan direncanakan dengan baik dapat diterima sebagai sistem penyediaan air. Kapasitas dan letak ketinggian tangki harus memberikan aliran dan tekanan yang cukup.



Gambar 5.1.1.b.(1) : Tangki gravitasi.

Tangki gravitasi yang melayani keperluan rumah tangga, kran kebakaran dan sistem springkler otomatis harus :

- 1). direncanakan dan dipasang sedemikian rupa, sehingga dapat menyalurkan air dalam kuantitas dan tekanan yang cukup untuk sistem tersebut.
- 2). mempunyai lubang aliran keluar untuk keperluan rumah tangga pada ketinggian tertentu dari dasar tangki, sehingga persediaan minimum yang diperlukan untuk pemadam kebakaran dapat dipertahankan.
- 3). mempunyai lubang aliran keluar untuk kran kebakaran pada ketinggian tertentu dari dasar tangki, sehingga persediaan minimum yang diperlukan untuk sistem springkler otomatis dapat dipertahankan.



Gambar 5.1.1.b.(2) : Sambungan pipa yang melayani keperluan rumah tangga, kran kebakaran, springkler otomatis pada tangki gravitasi.

**c). Tangki bertekanan.**

Tangki bertekanan yang direncanakan dengan baik dapat diterima sebagai sistem penyediaan air.

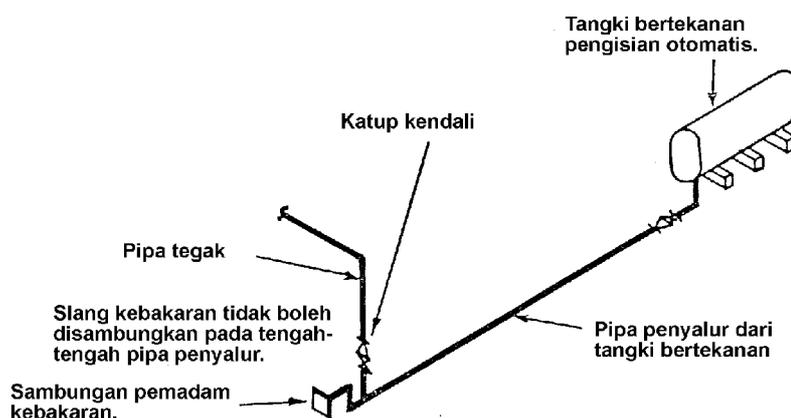
Tangki bertekanan harus dilengkapi dengan suatu cara yang dibenarkan agar tekanan udara dapat diatur secara otomatis.

Apabila tangki bertekanan merupakan satu-satunya sistem penyediaan air, sistem tersebut harus juga dilengkapi dengan alat tanda bahaya yang memberikan peringatan apabila tekanan dan atau tinggi muka air dalam tangki turun melampaui batas yang ditentukan.

Tanda bahaya harus dihubungkan dengan jaringan listrik yang terpisah dengan jaringan listrik yang melayani kompresor udara.

Tangki bertekanan hanya boleh digunakan untuk melayani sistem springkler dan sistem slang kebakaran yang dihubungkan pada pemipaan springkler.

Tangki bertekanan harus selalu terisi air  $\frac{2}{3}$  penuh, dan diberi tekanan udara ditambah dengan 3 X tekanan yang disebabkan oleh berat air pada perpipaan sistem springkler di atas tangki kecuali ditetapkan lain oleh pejabat yang berwenang.



Gambar 5.1.1.c. Tangki bertekanan.

**d). Sambungan pemadam kebakaran.**

Apabila disyaratkan harus disediakan sebuah sambungan yang memungkinkan petugas pemadam kebakaran memompakan air kedalam sistem springkler, ukuran pipa minimum adalah 100 m.

Pipa berukuran 80 mm dapat digunakan, apabila dihubungkan dengan pipa tegak berukuran 80 mm juga. Sambungan pemadam kebakaran harus ditempatkan pada bagian sistem springkler di dekat katup balik.

**5.2. Persyaratan kapasitas aliran dan tekanan.**

**5.2.1. Bahaya kebakaran ringan.**

Penyediaan air harus mampu mengalirkan air dengan kapasitas 225 liter/menit dan bertekanan 2,2 kg/cm<sup>2</sup> ditambah tekanan air yang ekuivalen dengan perbedaan tinggi antara katup kendali dengan springkler tertinggi.

Tekanan diukur pada katup kendali.

### 5.2.2. Bahaya kebakaran sedang.

#### a). Bahaya kebakaran sedang kelompok I.

Penyediaan air harus mampu mengalirkan air dengan kapasitas 375 liter/menit dan bertekanan 1,0 kg/cm<sup>2</sup> atau kapasitas 540 liter/menit dan bertekanan 0,7 kg/cm<sup>2</sup> ditambah tekanan air yang ekuivalen dengan perbedaan tinggi antara katup kendali dengan springkler tertinggi.

Tekanan diukur pada katup kendali.

#### b). Bahaya kebakaran sedang kelompok II.

Penyediaan air harus mampu mengalirkan air dengan kapasitas 725 liter/menit dan bertekanan 1,4 kg/cm<sup>2</sup> atau kapasitas 1000 liter/menit dan bertekanan 1,0 kg/cm<sup>2</sup> ditambah tekanan yang ekuivalen dengan perbedaan tinggi antara katup kendali dengan springkler tertinggi.

Tekanan diukur pada katup kendali.

#### c). Bahaya kebakaran sedang kelompok III.

Penyediaan air harus mampu mengalirkan air dengan kapasitas 1100 liter/menit dan bertekanan 1,7 kg/cm<sup>2</sup> atau kapasitas 1350 liter/menit dan bertekanan 1,4 kg/cm<sup>2</sup> ditambah tekanan yang ekuivalen dengan perbedaan tinggi antara katup kendali dengan springkler tertinggi.

Tekanan diukur pada katup kendali.

### 5.2.3. Bahaya kebakaran berat.

Penyediaan air harus mampu mengalirkan air dengan kapasitas dan tekanan cukup, seperti tercantum dalam tabel 5.2.3.1. dan tabel 5.2.3.2.

**Tabel persyaratan aliran dan tekanan bahaya kebakaran berat.**

**Tabel 5.2.3.(1).**

- 1). Untuk pemipaan dengan ukuran sesuai tabel 7.5.1.(1) & (2) penggunaan kepala springkler dengan ukuran nominal 15 mm.

Kepadatan aliran tidak lebih dari (mm/men)	Kapasitas aliran (liter/men)	Luas daerah perencanaan tiap springkler (m <sup>2</sup> )							
		6	7	8	9	10	11	12	
		Tekanan aliran (kg/cm <sup>2</sup> ) di titik kelompok springkler 48 pada springkler tertinggi.							
7,5	2300			1,80	2,25	2,80	3,35	3,95	
10,0	3050	1,80	2,40	3,15	3,90	4,80	5,75	6,80	
12,5	3800	2,70	3,65	4,75	6,00	7,30			
15,0	4550	3,80	5,20	6,75					

- 2). Untuk pemipaan dengan ukuran sesuai tabel 7.5.2. (1) & (2), penggunaan kepala springkler dengan ukuran nominal 15 mm.

Kepadatan aliran tidak lebih dari (mm/men)	Kapasitas aliran (liter/men)	Luas daerah perencanaan tiap springkler (M <sup>2</sup> )							
		6	7	8	9	10	11	12	
		Tekanan aliran (kg/cm <sup>2</sup> ) di titik kelompok springkler 48 pada springkler tertinggi.							
7,5	2300			1,35	1,75	2,15	2,65	3,15	
10,0	3050	1,30	1,80	2,35	3,00	3,75	4,55	5,45	
12,5	3800	2,00	2,75	3,60	4,60	5,70	7,00	8,35	
15,0	4550	2,80	2,85	5,10	6,50				

**Tabel 5.2.3.(2).**

- 1). Untuk pemipaan dengan ukuran sesuai tabel 7.5.3. (1) & (2) penggunaan kepala springkler dengan ukuran nominal 15 mm.

Kepadatan aliran tidak lebih dari (mm/men)	Kapasitas aliran (liter/men)	Luas daerah perencanaan tiap springkler ( $M^2$ )						
		6	7	8	9	10	11	12
		Tekanan aliran ( $kg/cm^2$ ) di titik kelompok springkler 48 pada springkler tertinggi.						
7,5	2300			0,70	0,90	1,10	1,35	1,60
10,0	3050	0,70	0,95	1,25	1,60	1,95	2,35	2,80
12,5	3800	1,10	1,50	1,95	2,45	3,05	3,70	4,35
15,0	4550	1,60	2,15	2,80	3,55	4,35	5,25	6,25 ¼
17,5	4850	2,15	2,90	3,80	4,80	5,90	7,15	
20,0	6400	2,80	3,80	5,00	6,30	7,75		
22,5	7200	3,50	4,80	6,30	7,95			
25,0	8000	4,35	5,90	7,75				
27,5	8800	5,25	7,15					
30,0	9650	6,20						

- 2). Untuk pemipaan dengan ukuran sesuai tabel 7.5.3. (1) & (2) penggunaan kepala springkler dengan ukuran nominal 20 mm.

Kepadatan aliran tidak lebih dari (mm/men)	Kapasitas aliran (liter/men)	Luas daerah perencanaan tiap springkler ( $M^2$ )						
		6	7	8	9	10	11	12
		Tekanan aliran ( $kg/cm^2$ ) di titik kelompok springkler 48 pada springkler tertinggi.						
7,5	2300						0.80	0.85
10,0	3050				0.95	1.15	1.40	1.65
12,5	3800		0.90	1.15	1.45	1.80	2.15	2.55
15,0	4550	0,95	1.25	1.65	2.10	2.55	3.10	3.65
17,5	4850	1,25	1.70	2.25	2.80	3.45	4.20	4.95
20,0	6400	1,65	2.25	2.95	3.70	4.60	5.55	6.55
22,5	7200	2.05	2.85	3.70	4.70	5.75	6.95	
25,0	8000	2.55	3.50	4.55	5.75	7.10		
27,5	8800	3.05	4.20	5.50	6.90			
30,0	9650	3.60	4.95	6.50				

### 5.3. Persyaratan kapasitas minimum penampung penyediaan air.

Kapasitas penampung di bawah ini mencakup semua penampung air untuk springkler, termasuk slang kebakaran berukuran 20 mm atau 25 mm.

Kapasitas tampung minimum untuk tangki bertekanan diuraikan pada butir 5.4.4.b.

Kapasitas penyediaan air dari jaringan kota dan tangki gravitasi yang digunakan untuk keperluan lain di samping springkler diatur pada butir 5.4.1. Apabila disyaratkan, maka waktu pengisian tangki hisap diatur sesuai tabel 5.3.1; 5.3.2; 5.3.3.

Waktu pengisian dalam tabel berlaku untuk kapasitas pompa yang sama dengan kapasitas pompa tekan untuk springkler.

Tabel 5.3.1 : Sistem bahaya kebakaran ringan.

Tinggi maksimum springkler tertinggi diatas springkler terendah (m)	Kapasitas minimum (m <sup>3</sup> )	Waktu pengisian maksimum untuk tangki hidup (menit)
15	9	30
30	10	30
45	11	30

Tabel 5.3.2 : Sistem bahaya kebakaran sedang.

Kelompok	Tinggi maksimum springkler tertinggi diatas springkler terendah (m)	Kapasitas minimum (m <sup>3</sup> )	Waktu pengisian maksimum untuk tangki hisap (menit)
I	15	55	60
	30	70	60
	45	80	60
II	15	105	60
	39	125	60
	45	140	60
III	15	135	60
	30	160	60
	45	185	60

Tabel 5.3.3 : Sistem bahaya kebakaran berat.

Kepadatan yang direncanakan (mm/men)	Kapasitas Minimum m <sup>3</sup>	Waktu pengisian maksimum untuk tangki hisap (menit)
7,5	225	90
10,0	275	90
12,5	350	90
15,0	425	90
17,5	450	90
20,0	575	90
22,5	650	90
25,0	725	90
27,5	800	90
30,0	875	90

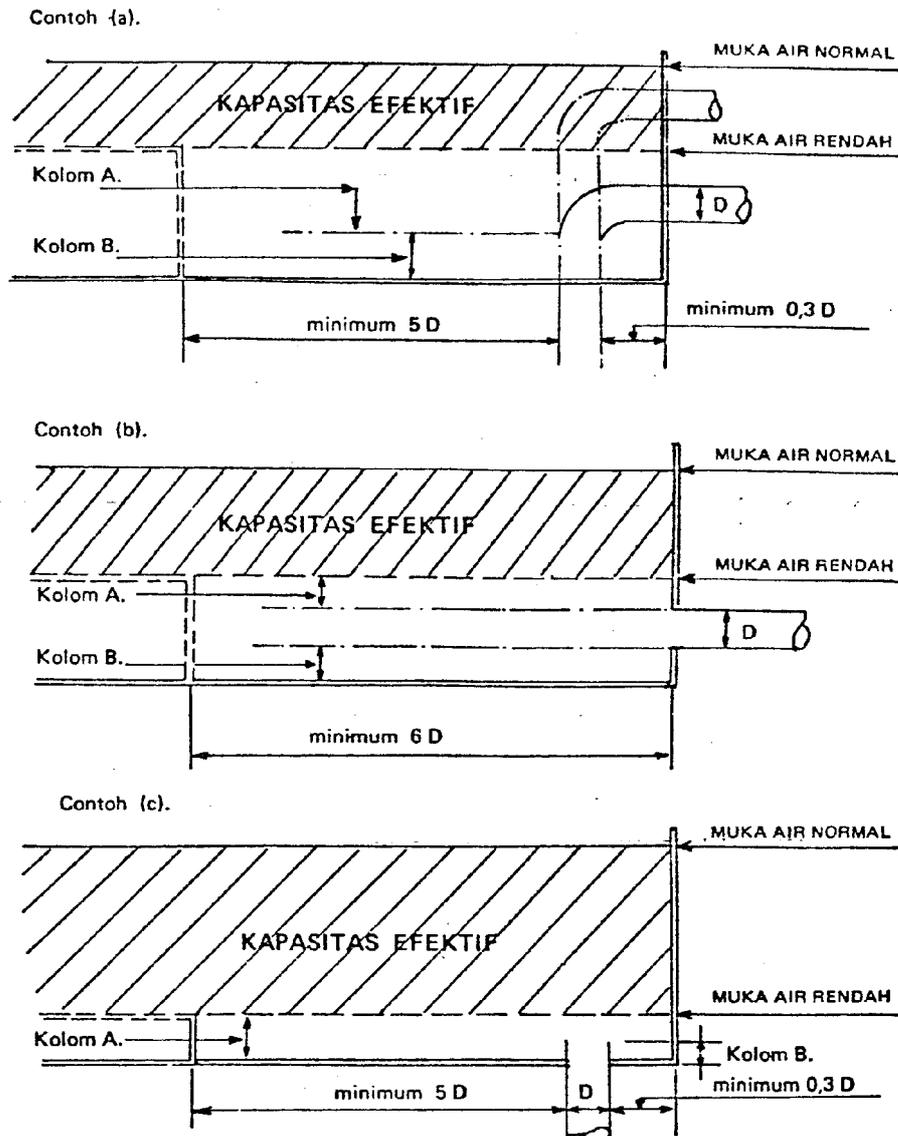
Dalam menghitung kapasitas efektif tangki hisap harus diukur dari muka air normal dalam tangki sampai muka air terendah dalam tangki sesuai tabel 5.3.4 kolom A.

Muka air terendah dalam tabel adalah muka air di atas mulut pipa hisap sedemikian rupa sebelum terjadi pusaran.

Apabila dipasang alat anti pusaran, maka bilangan-bilangan dalam tabel 5.3.4 dapat diabaikan.

Apabila pipa hisap dipasang di sisi tangki, seperti gambar 5.3.4. contoh (a) dan (b) maka harus diusahakan adanya jarak antara dasar tangki dan bagian terendah pipa hisap. Jarak minimum yang disyaratkan dapat dilihat dalam tabel 5.3.4. kolom B.

Apabila pipa hisap dipasang pada dasar tangki seperti gambar 5.3.4 contoh ( c ), akan berlaku angka dalam tabel 5.3.4. kolom A dan B.



Gambar 5.3.4. Kapasitas efektif tangki hisap

Tabel 5.3.4.

Ukuran nominal pipa hisap ( mm )	Kolom A ( mm )	Kolom B ( mm )
65	250	80
80	310	80
100	370	100
150	500	150
200	620	150
250	750	150

#### 5.4. Persyaratan khusus untuk berbagai sistem penyediaan air.

##### 5.4.1. Sistem penyediaan air bersih kota.

Sistem springkler dapat disambungkan pada jaringan air bersih kota yang dapat menyediakan air selama 24 jam dengan tekanan dan kapasitas yang cukup sesuai dengan persyaratan kapasitas aliran dan tekanan, butir 5.2.

Pipa kota yang dapat disambungkan pada sistem springkler adalah pipa kota yang mendapat aliran dari dua arah. Sistem springkler yang melayani sistem bahaya kebakaran sedang Kelompok III dan sistem bahaya kebakaran berat dapat disambung pada pipa kota yang merupakan ujung buntu dan mempunyai ukuran minimum 150 mm.

Sistem penyediaan air bersih kota yang mempunyai reservoir dengan daya tampung minimum 1000 m<sup>3</sup>, ditambah persyaratan yang tercantum dalam butir 5.3. boleh disambungkan pada sistem springkler untuk sistem bahaya kebakaran berat.

Untuk sistem bahaya kebakaran ringan, reservoir dengan daya tampung lebih kecil dari 1000 m<sup>3</sup> masih diperbolehkan.

Setiap katup penutup (selain katup penutup yang menjadi tanggung jawab Perusahaan Daerah Air Minum) harus selalu diamankan dalam keadaan terbuka dan menjadi tanggung jawab pemilik gedung.

##### 5.4.2. Sistem tangki gravitasi.

Tangki gravitasi yang dimaksud adalah tangki yang khusus dipasang di dalam gedung guna pemadam kebakaran.

Tangki dipasang pada ketinggian sedemikian rupa sehingga dapat mengalirkan air dalam kapasitas dan tekanan cukup pada instalasi pemadam kebakaran.

Tangki gravitasi harus mempunyai kapasitas sesuai dengan tabel 5.3.1; 5.3.2; 5.3.3.

Apabila kapasitas tangki dibuat lebih besar dari yang disyaratkan, penggunaan air untuk keperluan lain tidak boleh mengurangi kapasitas yang disyaratkan untuk springkler.

Pipa keluar untuk penggunaan lain harus dipasang sedemikian rupa sehingga air dalam tangki selalu tersisa sesuai dengan kapasitas yang disyaratkan untuk springkler.

Tangki gravitasi harus dilengkapi dengan tanda tinggi muka air.

Air dalam tangki harus selalu diusahakan bersih dan bebas dari bahan-bahan yang mengendap, tangki harus dibersihkan tiap 3 tahun sekali.

Untuk memudahkan pembersihan harus disediakan tangga permanen.

Sebuah tangki gravitasi tidak boleh dipakai sebagai penyediaan air untuk dua gedung dengan pemilik yang berlainan.

#### 5.4.3. Sistem pompa otomatis.

Pompa kebakaran harus ditempatkan sedemikian rupa, sehingga mudah dicapai di dalam gedung atau ditempatkan di dalam bangunan tahan api di luar gedung.

Pompa kebakaran tidak boleh digunakan untuk keperluan lain di luar keperluan kebakaran. (Dianjurkan pemasangan pompa kebakaran terpisah untuk keperluan instalasi slang kebakaran).

##### a). Kondisi pipa hisap pompa kebakaran.

Pipa hisap pompa sentrifugal dianggap dalam keadaan tekanan positif, apabila dipasang pada kedalaman kurang dari 2 meter diukur dari muka air terendah dalam tangki; dalam keadaan normal muka air harus selalu berada diatas poros pompa. Panjang pipa hisap tidak boleh lebih dari 30 meter, dengan catatan bahwa belokan diperhitungkan sebagai pipa dengan panjang 3 meter. Pemasangan pipa harus selalu diusahakan menanjak terus sampai ke pompa, kecuali pada pemasangan pompa di bawah tekanan positif.

##### b). Pompa dipasang dengan pipa hisap dalam keadaan tekanan positif.

Keadaan yang perlu diperhatikan apabila pompa dipasang pada pipa hisap dalam keadaan tekanan positif dan berukuran minimum seperti tercantum dalam tabel 5.4.3.b.

**Tabel 5.4.3.b.**

Klasifikasi Bahaya Kebakaran	Ukuran minimum pipa hisap (mm)
Bahaya kebakaran ringan	65
Bahaya kebakaran sedang Kelompok I dan II	150
Bahaya kebakaran sedang Kelompok III	200

Sistem bahaya kebakaran berat harus mempunyai pipa hisap sedemikian rupa, sehingga kecepatan dalam pipa tidak lebih dari 1,8 m/detik, apabila pompa bekerja pada kapasitas penuh.

Apabila dipasang lebih dari satu pompa, maka pipa hisap boleh dihubungkan satu sama lain, asalkan selalu diusahakan pemasangan katup penutup pada setiap bagian pipa hisap, baik yang disambungkan pada setiap pompa maupun yang disambungkan pada tangki hisap.

##### c). Pompa dipasang dengan pipa hisap dalam keadaan tekanan negatif.

Apabila pompa dipasang dalam keadaan tekanan negatif, perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- 1). Ukuran pipa hisap harus sesuai dengan tabel 5.4.3.c.

Untuk sistem bahaya kebakaran berat ukuran pipa hisap sedemikian rupa, sehingga kecepatan air dalam pipa tidak lebih dari 1,5 m/detik, apabila pompa bekerja pada kapasitas penuh.

- 2). Jarak tegak antara muka air terendah dan poros pompa tidak boleh lebih dari 3,7 m.
- 3). Pada bagian pipa hisap yang terendah harus dilengkapi dengan katup ujung.
- 4). Tiap pompa harus mempunyai pipa hisap yang terpisah.
- 5). Tiap pompa harus mempunyai perlengkapan air pemancing otomatis.

Tabel 5.4.3.c.

Klasifikasi Bahaya Kebakaran	Ukuran minimum pipa hisap (mm)
Bahaya kebakaran ringan	80
Bahaya kebakaran sedang Kelompok I	150
Bahaya kebakaran sedang Kelompok II dan III	200

d). **Air pemancing pompa.**

Apabila diperlukan pemancingan otomatis, harus dijamin bahwa pompa selalu dalam keadaan siap dan terisi air pemancing.

Air pemancing harus diambil dari tangki yang dipasang pada suatu ketinggian, pengisian tangki air pemancing harus bekerja otomatis. Tiap pompa harus dilengkapi dengan tangki air pemancing tersendiri dengan pipa penghubung tersendiri.

Ukuran pipa dan kapasitas tangki air pemancing pompa ditunjukkan seperti tercantum pada tabel 5.4.3.d.

Tabel 5.4.3.d.: Ukuran pipa dan kapas tas tangki air pemancing pompa

Klasifikasi Bahaya Kebakaran	Kapasitas Minimum Tangki (m <sup>3</sup> )	Ukuran minimum pipa (mm)
Bahaya kebakaran ringan	0,100	25
Bahaya kebakaran sedang & berat	0,500	50

e). **Karakteristik pompa kebakaran.**

Karakteristik pompa kebakaran yang disyaratkan harus ditentukan dengan tabel 5.4.3.e (2).

**Karakteristik pompa untuk sistem bahaya kebakaran berat.**

Karakteristik pompa untuk sistem bahaya kebakaran berat harus sesuai dengan butir 5.2.3.

Untuk sistem yang direncanakan sesuai tabel 7.6.1 dan tabel 7.6.2 harus disediakan pompa yang dapat memompa air di atas kapasitas yang disyaratkan tanpa mengalami gangguan dan sesuai tabel 5.4.3.e (1).

Pompa harus dikopel langsung dan harus dapat start secara otomatis ; starter otomatis harus bekerja, apabila tekanan dalam pipa sudah turun menjadi 80% dari tekanan maksimum pada waktu pompa sedang bekerja.

Pompa yang bekerja secara otomatis maupun hanya dapat dimatikan secara manual. Harus disediakan perlengkapan untuk menjalankan secara manual dan perlengkapan menurunkan tekanan dalam pipa.

Apabila sistem pompa adalah satu-satunya perlengkapan untuk melayani sistem springkler, maka pompa harus dilengkapi dengan tanda yang dapat dilihat dan didengar untuk mengingatkan bahwa pompa bekerja. Setiap seminggu sekali harus selalu dilakukan pengujian perlengkapan start otomatis pompa. Pompa harus dijalankan oleh motor listrik atau motor diesel.

Tabel 5.4.3.e.(1).

No.	Perencana pemipaan	Kapasitas aliran yang direncanakan	Kapasitas pompa yang harus disediakan
1	Sesuai tabel 6.6.1	Sesuai tabel 5.2.3.a (1)	135% x kapasitas aliran yang direncanakan
2	Sesuai tabel 6.6.2	Sesuai tabel 5.2.3.a (2)	120% x kapasitas aliran yang direncanakan

Tabel 5.4.3.e.(2).

Klasifikasi bahaya kebakaran	Ketinggian springkler (m)*	Nominal		Karakteristik minimum			
		Tekanan (bar)	Debit (L/menit)	Tekanan (bar)	Debit (L/menit)	Tekanan (bar)	Debit (L/menit)
Bahaya kebakaran ringan	15	1,5	300	3,7			
	30	1,8	340	5,2			
	45	2,3	375	6,7			
Bahaya kebakaran sedang kelompok I	15	1,2	900	2,2	540	2,5	375
	30	1,9	1.150	3,7	540	4,0	375
	45	2,7	1.360	5,2	540	5,5	375
Bahaya kebakaran sedang kelompok II	15	1,4	1.750	2,5	1.000	2,9	725
	30	2,0	2.050	4,0	1.000	4,4	725
	45	2,6	2.350	5,5	1.000	5,9	725
Bahaya kebakaran sedang kelompok III	15	1,4	2.250	2,9	1.350	3,2	1.100
	30	2,0	2.700	4,4	1.350	4,7	1.100
	45	2,5	3.100	5,9	1.350	6,2	1.100

- Ketinggian springkler : Letak springkler tertinggi di atas pompa.

#### f). Pompa listrik.

Tenaga listrik untuk menjalankan pompa harus dari aliran listrik yang dapat diandalkan, sebaiknya aliran listrik dari pembangkit listrik tenaga diesel yang disediakan khusus. Apabila listrik kota dapat diandalkan, kebutuhan listrik untuk pompa kebakaran dapat dipenuhi oleh aliran listrik kota.

Daya listrik yang tersedia harus menjamin tenaga listrik yang dibutuhkan untuk menjalankan pompa setiap saat. Tiap tombol listrik yang melayani pompa kebakaran harus diberi tanda dengan jelas yang bertuliskan “ POMPA KEBAKARAN JANGAN DIMATIKAN WAKTU KEBAKARAN “.

Lampu tanda harus dipasang untuk menyatakan bahwa ada aliran listrik. Lampu tanda harus dipasang di dekat pompa sedemikian rupa, sehingga mudah dilihat oleh operator.

Tanda yang dapat dilihat dan didengar untuk memberi peringatan apabila aliran listrik terputus harus dipasang pada panel start motor listrik pompa. Aliran listrik untuk tanda dimaksud harus dari aliran listrik lain yang melayani motor listrik.

Apabila aliran listrik dari aki, maka aki harus dilengkapi dengan alat pengisi aki yang selalu mengisi setiap saat.

Sekering berkapasitas tinggi harus dipasang untuk :

- 1). melindungi kabel-kabel listrik yang disambung ke motor listrik.
- 2). melindungi motor listrik sesuai dengan standar yang berlaku.

**g). Pompa diesel.**

Pompa dengan motor diesel disambung dengan kopleng yang memungkinkan masing-masing bagian dapat dilepas secara tersendiri. Ventilasi yang cukup harus diusahakan dalam ruang diesel untuk mengurangi panas dan memberikan aliran udara.

Mesin yang digunakan harus dari jenis motor diesel dengan injeksi langsung yang dapat dijalankan tanpa menggunakan sumbu, busi pemanas, eter atau letupan. Kapasitas penuh harus dapat dicapai dalam waktu 15 detik sejak start.

Penggunaan super charger atau turbo charger dengan pendingin udara atau air diperbolehkan.

Pompa diesel harus dapat bekerja terus-menerus pada beban penuh untuk waktu 6 jam dan harus dilengkapi dengan alat pengatur kecepatan, dalam jangkauan 4,5% dari nilai kecepatan yang ditentukan pada keadaan nilai beban permulaan sampai beban penuh.

Alat untuk mematikan mesin harus dilengkapi dengan alat manual dan kembali pada keadaan siap start secara otomatis.

Tangki bahan bakar motor diesel harus dibuat dari baja yang di las.

Tangki harus dipasang lebih tinggi dari pompa bahan bakar (pompa injeksi diesel) untuk dapat mengalirkan secara gravitasi.

Pada tangki harus dipasang alat yang dapat menunjukkan isi bahan bakar.

Kapasitas tangki harus mampu melayani motor yang bekerja pada beban penuh sesuai dengan tabel 5.4.3.g.

**Tabel 5.4.3.g.**

Bahaya kebakaran ringan	3 jam
Bahaya kebakaran sedang	4 jam
Bahaya kebakaran berat	6 jam

Persediaan bahan bakar tambahan harus disediakan untuk waktu bekerja 6 jam disamping bahan bakar yang telah ada dalam tangki bahan bakar.

Bila terdapat lebih dari satu motor, maka tiap motor harus mempunyai tangki bahan bakar dan pipa penyalur yang terpisah.

Pipa penyalur bahan bakar tidak boleh dari bahan plastik.

Katup pipa penyalur harus dipasang dekat tangki bahan bakar dan harus selalu dalam keadaan terbuka.

Harus disediakan dua cara menjalankan motor :

- 1). Start otomatis dengan cara memasang motor starter yang dilayani oleh aki. Motor starter akan bekerja, apabila tekanan air dalam sistem springkler turun. Kapasitas aki

harus sedemikian rupa, sehingga mampu untuk menghidupkan motor starter 10 kali berturut-turut tanpa pengisian kembali.

- 2). Start manual dengan cara engkol apabila motor tidak besar atau motor starter yang dihidupkan secara manual.

**Catatan :**

Motor starter untuk start otomatis dapat juga dipakai untuk start manual apabila disediakan dua aki untuk masing-masing penggunaan.

Pengisian aki harus dilakukan secara perlahan-lahan. Alat pengisi aki harus dilengkapi dengan sakelar untuk memilih pengisian cepat. Alat pengisi aki harus dapat mengisi dua aki bersama-sama.

Harus selalu disediakan suku cadang yang terdiri dari :

- (a). Dua set saringan bahan bakar
- (b). Dua set saringan minyak pelumas lengkap dengan karet perapat (seal)
- (c). Dua set tali kipas (bila digunakan tali kipas)
- (d). Satu set kopling lengkap, gasket-gasket, slang-slang
- (e). Dua set pengabut bahan bakar.

Motor harus dijalankan tiap minggu sekali selama sekurang-kurangnya 10 menit.

#### **5.4.4. Sistem tangki bertekanan.**

Apabila tangki bertekanan merupakan satu-satunya sistem penyediaan air, maka tangki bertekanan hanya boleh melayani :

- Sistem bahaya kebakaran ringan
- Sistem bahaya kebakaran sedang kelompok I.

##### **a). Persyaratan umum.**

Tangki bertekanan harus diletakkan di tempat yang mudah dicapai dalam gedung atau di luar gedung dalam ruangan yang tahan api. Ruang tangki bertekanan hanya boleh digunakan sebagai ruangan untuk perlengkapan pemadam kebakaran.

Apabila tangki bertekanan digunakan sebagai satu-satunya sistem penyediaan air, maka tangki harus dilengkapi dengan peralatan otomatis yang dapat menjaga tekanan dan tinggi muka air dalam tangki selalu pada taraf yang disyaratkan.

Tanda yang dapat dilihat dan didengar harus dipasang untuk memberikan tanda bahaya apabila tekanan dan atau tinggi muka air turun.

Manometer dan gelas penduga harus dipasang pada tangki untuk dapat mengetahui keadaan tekanan dan tinggi muka air dalam tangki.

Keadaan tekanan dan tinggi muka air dalam tangki harus diperiksa setiap hari.

Katup penutup harus dipasang pada manometer dan gelas penduga, dan harus dalam keadaan tertutup apabila pembacaan tidak dilakukan.

Katup penutup dan katup balik harus dipasang pada pipa penyalur dan ditempatkan sedekat mungkin dengan tangki.

Tingkap pengaman tekanan harus dipasang sedemikian rupa, sehingga dudukannya kedap air. Tingkap pengaman harus dihubungkan dengan udara di atas air dalam tangki untuk

dapat menyalurkan udara dengan cepat. Tingkat pengaman tekanan harus disetel untuk bekerja pada tekanan yang ditentukan.

Sebuah tangki bertekanan tidak boleh melayani dua gedung dengan pemilik yang berbeda. Tangki bertekanan harus dibersihkan dan dicat kembali setiap tiga tahun sekali.

**b). Volume air yang harus selalu dipertahankan dalam tangki.**

Apabila tangki bertekanan merupakan sistem penyediaan air satu-satunya, maka volume air untuk :

Sistem bahaya kebakaran ringan	7 m <sup>3</sup>
Sistem bahaya kebakaran sedang kelompok I	23 m <sup>3</sup>

**c). Tekanan udara.**

Tekanan udara yang harus selalu dipertahankan dalam tangki tergantung pada :

- 1). Perbandingan udara dan air dalam tangki.
- 2). Tekanan minimum pada springkler tertinggi apabila air sudah mengalir dari tangki.
- 3). Kehilangan tekanan apabila tangki terletak dibawah springkler yang tertinggi.

**Catatan :**

Perbandingan udara terhadap air tidak boleh kurang dari : 1:3.

Tabel 5.4.4.c, menunjukkan tekanan udara dalam pipa dengan anggapan bahwa perbandingan udara terhadap air adalah 1:3.

**Tabel 5.4.4.c.**

Klasifikasi bahaya kebakaran	Perbandingan udara dalam tangki	Tekanan minimum bila tangki sama tinggi dengan springkler tertinggi (kg/cm <sup>2</sup> )	Tambahan tekanan tiap meter apabila tangki di bawah springkler tertinggi. (kg/cm <sup>2</sup> )
Bahaya kebakaran ringan	1 : 3	8,60	0,30
	1 : 2	5,40	0,20
	2 : 3	3,80	0,15
Bahaya kebakaran sedang kelompok I	1 : 3	5,00	0,30
	1 : 2	3,00	0,20
	2 : 3	2,00	0,15
Bahaya kebakaran sedang kelompok II	1 : 3	6,20	0,30
	1 : 2	3,80	0,20
	2 : 3	2,60	0,15
Bahaya kebakaran sedang kelompok III	1 : 3	7,10	0,30
	1 : 2	4,40	0,20
	2 : 3	3,00	0,15

**5.5. Pengujian penyediaan air.**

**5.5.1. Pengujian untuk sistem penyediaan air kota dan tangki gravitasi.**

Perlengkapan untuk pengujian penyediaan air harus dipasang pada setiap katup kendali untuk membuktikan bahwa penyediaan air memberikan tekanan dan kapasitas yang disyaratkan.

### 5.5.2. Pengujian untuk sistem pompa kebakaran dan sistem tangki bertekanan.

Untuk melakukan pengujian secara berkala setiap pipa penguras yang dipasang langsung di atas katup kendali mempunyai lubang penguji yang standar.

### 5.5.3. Tabel kehilangan tekanan.

Tabel 5.5.3.(1).: Untuk pipa flens besi cor.

Kapasitas (Liter/menit)	Kehilangan tekanan 0,001 kg/cm <sup>2</sup>				
	80 mm	100 mm	150 mm	200 mm	250 mm
540	9,4	2,1	0,32	-	-
1.000	29,0	6,7	1,00	0,25	-
1.350	51,0	12,0	1,80	0,43	0,15
2.100	116,0	26,0	4,00	0,98	0,33
2.300	137,0	31,0	4,70	1,20	0,39
3.050	-	52,0	7,90	2,00	0,66
3.800	-	79,0	12,00	2,90	0,99
4.550	-	110,0	17,00	4,10	1,40
4.850	-	-	19,00	4,60	1,60
6.400	-	-	31,00	7,70	2,60
7.200	-	-	39,00	9,50	3,20
8.000	-	-	47,00	12,00	3,90
8.800	-	-	56,00	14,00	4,70
9.650	-	-	67,00	16,00	5,50

Tabel 5.5.3.(2). Panjang ekuivalen dalam meter, untuk sambungan flens, bengkokan, belokan Te, katup kendali dan katup penahan balik.

Ukuran pipa nominal (mm)	Sambungan flens bengkokan, belokan Te	Katup kendali dan katup penahan balik	
		Bentuk aliran lurus	Bentuk jamur
50	1,0	1,0	6
65	1,3	1,3	12
100	1,6	1,6	18
125	1,9	1,9	24
150	2,2	2,2	30
175	2,5	2,5	38
210	2,8	2,8	46
225	3,1	3,1	54
250	3,4	3,4	62

## 6. Penempatan dan Letak Kepala Springkler.

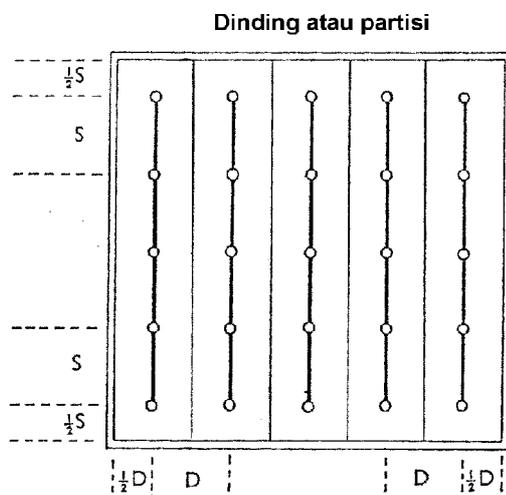
### 6.1. Penempatan kepala springkler.

Penempatan kepala springkler didasarkan luas lingkup maksimum tiap kepala springkler di dalam satu deret dan jarak maksimum deretan yang berdekatan.

#### 6.1.1. Bahaya kebakaran ringan.

a). Luas lingkup maksimum tiap kepala springkler :

- 1). springkler dinding      17 m<sup>2</sup>
- 2). springkler lain        20 m<sup>2</sup>



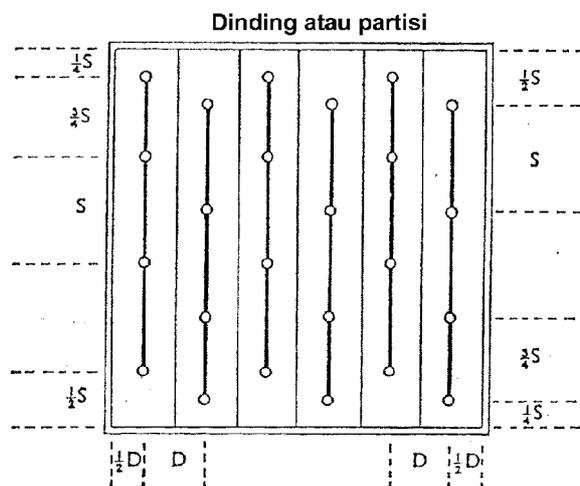
**S** = perencanaan penempatan kepala springkler pada pipa cabang.  
**D** = jarak antara deretan kepala springkler.

Nilai **S** dan **D** :

- Untuk bahaya kebakaran ringan, maksimum 4,6 m.
- Untuk bahaya kebakaran sedang, maksimum 4,0 m.
- Untuk bahaya kebakaran berat, maksimum 3,7 m.\*

\*Kecuali bila penempatan secara bahaya kebakaran sedang khusus diijinkan

**S x D** = Bahaya kebakaran ringan < 21 m<sup>2</sup>.  
 Bahaya kebakaran sedang < 12 m<sup>2</sup>.  
 Bahaya kebakaran berat < 9 m<sup>2</sup>.



Gambar 6.1.2.a & b. Standar penempatan kepala springkler

b). Jarak maksimum antara kepala springkler dalam satu deretan dan jarak maksimum antara deretan yang berdekatan :

- 1). springkler dinding      ( lihat butir 6.12 )
- 2). springkler lain        4,6 m

Di bagian tertentu dari bangunan bahaya kebakaran ringan seperti :ruang langit-langit, ruang besmen, ruang ketel uap, dapur, ruang binatu, gudang, ruang kerja bengkel dan

sebagainya, luas maksimum dibatasi menjadi sebesar 9 m<sup>2</sup> tiap kepala springkler dan jarak maksimum antara kepala springkler 3,7 m.

### 6.1.2. Bahaya kebakaran sedang.

- a). Luas lingkup maksimum tiap kepala springkler :
- 1). springkler dinding 9 m<sup>2</sup>
  - 2). springkler lain 12 m<sup>2</sup>
- b). Jarak maksimum kepala springkler dalam satu deretan dan jarak maksimum deretan yang berdekatan :
- 1). springkler dinding ( lihat butir 6.11 )
  - 2). springkler lain :
    - (a). Jika penempatan standar 4 m (lihat gambar 6.1.2.a)
    - (b). Jika kepala springkler dipasang selang seling :
 

jarak maksimum antara kepala springkler	4,6 m
Jarak maksimum pipa cabang	4,0 m

 ( lihat gambar 6.1.2.b)

Untuk gudang pendingin yang memakai metode pendingin dengan sirkulasi udara, penggilingan padi, studio film, panggung pada gedung pertunjukan, luas lingkup maksimum tiap kepala springkler 9 m<sup>2</sup> dan jarak maksimum antara kepala springkler 3 m.

Pengaturan penempatan kepala springkler selang-seling pada sistem bahaya kebakaran sedang (butir 6.1.2) dimaksudkan untuk menempatkan kepala springkler terpisah sejauh lebih dari 4 meter pada pipa cabang.

S = Perencanaan penempatan kepala springkler pada pipa cabang maksimum 1,6 m

D = Jarak antara kepala springkler maksimum 4,0 m

$S \times D \times 12 \text{ m}^2$

### 6.1.3. Bahaya kebakaran berat

- a). Luas lingkup maksimum tiap kepala springkler :
- 1). umum 9 m<sup>2</sup>
  - 2). dalam rak penyimpanan :
    - (a). dengan satu jajar springkler 10 m<sup>2</sup>
    - (b). dengan dua jajar springkler 7,5 m<sup>2</sup>
- b). Jarak maksimum antara kepala springkler dalam satu deretan dan jarak maksimum deretan yang berdekatan :
- 1). umum 3,7 m<sup>2</sup>
  - 2). dalam rak penyimpanan 2,5 m<sup>2</sup>

**Catatan :** Jika dipasang lebih dari satu lapisan springkler dalam rak penyimpanan, penempatan kepala springkler dilapis berikutnya harus diselang-seling.

**6.2. Penempatan kepala springkler selang-seling.**

Jarak kepala springkler yang terujung dengan dinding atau pemisah adalah  $\frac{1}{4}$  dari jarak yang direncanakan antara kepala-kepala springkler dalam satu deretan.

Jarak antara dua kepala springkler terujung dalam deretan tersebut di atas adalah  $\frac{3}{4}$  dari jarak yang direncanakan antara kepala-kepala springkler dalam satu deretan (lihat gambar 6.1.2.b)

**6.3. Jarak minimum kepala springkler.**

Jarak minimum antara dua kepala springkler tidak boleh kurang dari 2 m, kecuali jika ditempatkan penghalang pancaran antara kepala springkler untuk mencegah pembahasan kepala springkler lain oleh kepala springkler yang bekerja. Penghalang pancaran tersebut terdiri dari plat logam dengan lebar 200 mm dan tinggi 150 mm dan apabila dipasang di pipa cabang bagian atas, penghalang pancaran harus 50 ~ 75 mm di atas deflektor kepala springkler (lihat gambar 7.15.5.d).

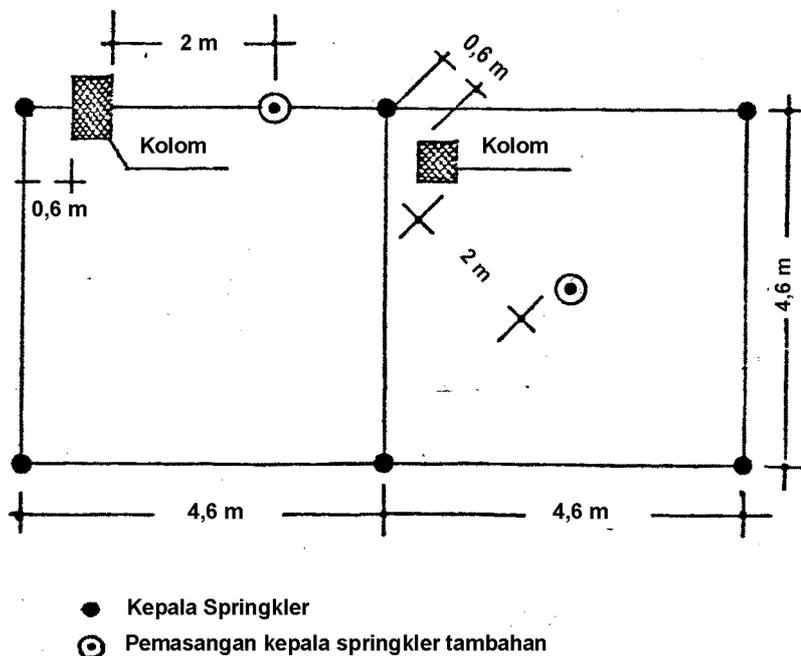
**6.4. Letak kepala springkler.**

**6.4.1. Dinding dan pemisah.**

Jarak antara dinding dan kepala springkler dalam hal sistem bahaya kebakaran ringan tidak boleh melebihi 2,3 m dan dalam hal sistem bahaya kebakaran sedang atau sistem bahaya kebakaran berat tidak boleh melebihi dari 2 m.

Apabila gedung tidak dilengkapi langit-langit, maka jarak kepala springkler dan dinding tidak boleh melebihi 1,5 m.

Gedung yang mempunyai sisi terbuka, jarak kepala springkler sampai sisi terbuka tidak boleh lebih dari 1,5 m.



Gambar 6.4.2. Penempatan kepala springkler tambahan

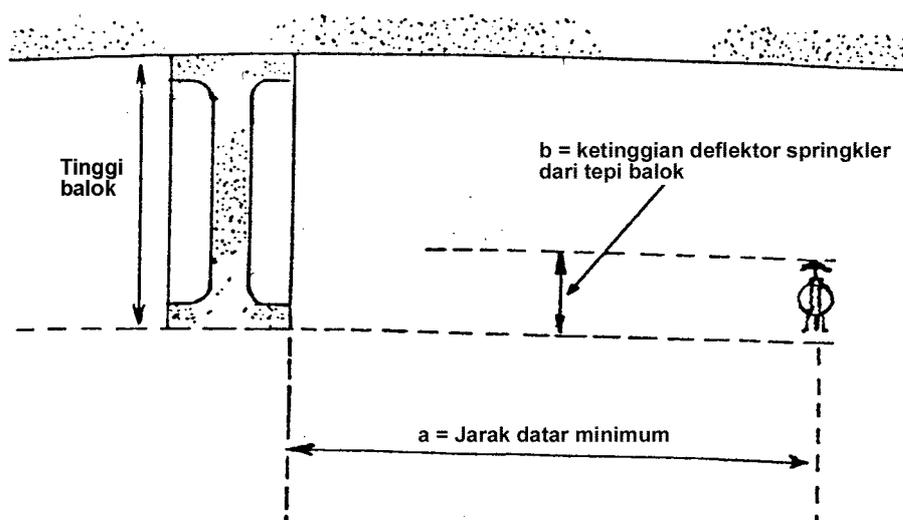
#### 6.4.2. Kolom.

Pada umumnya kepala springkler harus ditempatkan bebas dari kolom. Apabila hal tersebut tidak dapat dihindari dan jarak kepala springkler terhadap kolom kurang dari 0,6 m, maka harus ditempatkan sebuah kepala springkler tambahan dalam jarak 2 m dari sisi kolom yang berlawanan

#### 6.4.3. Balok.

Kepala springkler harus ditempatkan dengan jarak sekurang-kurangnya 1,2 m dari balok.

Apabila balok mempunyai flens sebelah atas dengan lebar kurang dari 200 mm, maka kepala springkler boleh dipasang di sebelah atas gelagar dengan catatan bahwa deflektor kepala springkler harus berjarak lebih besar dari 150 mm di atas balok.



Gambar 6.4.3. Jarak kepala springkler terhadap balok

#### 6.4.4. Kuda-kuda.

Pada umumnya kepala springkler harus selalu dipasang pada jarak mendatar sejauh minimum 0,3 m dari balok kuda-kuda yang lebarnya lebih kecil atau sama dengan 100 mm, dan minimum 0,6 m apabila balok kuda-kuda yang lebarnya lebih besar dari 100 mm.

Apabila pipa cabang ditempatkan menyilang terhadap balok kuda-kuda, maka kepala springkler boleh ditempatkan disebelah atas sumbu balok kuda-kuda yang lebarnya lebih kecil atau sama dengan 200 mm dengan ketentuan bahwa deflektor kepala springkler berjarak lebih besar dari 150 mm dari balok kuda-kuda.

Apabila pipa cabang dipasang sejajar dengan balok kuda-kuda, maka jarak kepala springkler terhadap balok kuda-kuda ditentukan sesuai dengan tabel 6.4.4.

Tabel 6.4.4.

Jarak mendatar minimum (a) kepala springkler dari balok (mm)	Tinggi maksimum deflektor kepala springkler dari tepi bawah balok ke atas (b)	
	Kepala springkler konvensional dipasang dengan pancaran ke atas (mm)	Pancaran springkler (jenis pancaran ke atas dan ke bawah) dan springkler konvensional dipasang dengan pancaran ke bawah (mm)
100	-	17
200	17	40
400	34	100
600	51	200
800	68	300
1000	90	415
1200	135	460
1400	200	460
1600	265	460
1800	340	460

## 6.5. Tempat dan keadaan yang membutuhkan perhatian khusus.

### 6.5.1. Ruang tersembunyi.

#### a). Ruang atap.

Ruang atap dan langit-langit yang tingginya melebihi 0,8 m dari bagian atas langit-langit harus dilindungi dengan springkler. Bila dalam ruang tersebut terdapat konstruksi yang mudah terbakar dan tingginya kurang dari 0,8 mm disarankan dengan sangat agar dipasang penyekat angin atau api dengan jarak antara 15 m untuk arah mendatar dan dipasang pada setiap lantai untuk arah tegak.

#### b). Ruang antara lantai dan langit-langit di bawahnya.

Apabila terdapat ruang yang luas antara lantai dan langit-langit di bawahnya dengan ketinggian lebih dari 0,8 m terdapat konstruksi atau barang-barang yang mudah terbakar, harus dilindungi dengan springkler. Jika ketinggian dari ruang tersebut kurang dari 0,8 m sangat disarankan agar dipasang penyekat angin atau api dengan jarak antara 15 m.

#### c). Ruang di bawah lantai permukaan tanah.

Springkler harus dipasang di semua ruang di bawah lantai permukaan tanah yang mudah terbakar, kecuali :

- 1). Ruang tersebut tidak dapat dipergunakan untuk penimbunan barang atau dimasuki oleh orang-orang yang tidak berkepentingan dan dihindari terkumpulnya sampah.
- 2). Dalam ruangan tidak terdapat perlengkapan seperti pipa uap, pengawatan listrik (kecuali kabel dalam pipa logam atau kabel berperisai logam berisolasi mineral dan ditanahkan), *shaft* dan *conveyor*.
- 3). Lantai di atasnya tertutup rapat.
- 4). Tidak ada penyimpanan cairan yang mudah menyala di lantai atasnya.

#### d). Ruang di bawah unit mesin (Pit).

Ruang di bawah unit mesin (pit) dan unit produksi harus dilindungi dengan springkler.

e). **Keadaan khusus.**

Perpipaan untuk sistem pada butir 6.5.1.a. dan 6.5.1.b. dari sistem bahaya kebakaran sedang dan sistem bahaya kebakaran berat dan bila dalam ruang tersebut hanya terdapat pipa air, pengawatan listrik atau pemipaan sistem pengkondisian udara yang terbuat dari bahan tidak mudah terbakar, maka semua perhitungannya berdasarkan sistem bahaya kebakaran sedang.

Sistem springklernya dapat dipasang berdasarkan sistem bahaya kebakaran ringan dengan kepala springkler 10 mm dan luas lingkungannya 21 m<sup>2</sup>, jika keadaannya tidak demikian, maka pemasangan berdasarkan sistem bahaya kebakaran sedang.

**6.5.2. Shaft untuk lift dan saluran peluncur tertutup yang menembus lantai.**

Semua shaft untuk lif dan saluran peluncur tertutup yang menembus lantai di dalam gedung atau berhubungan dengan gedung yang telah mempunyai sistem springkler harus dilengkapi dengan kepala springkler. Kepala springkler di atas ruang luncur lif harus dilindungi dengan selubung pelindung dari logam yang kuat.

**6.5.3. Penampung debu.**

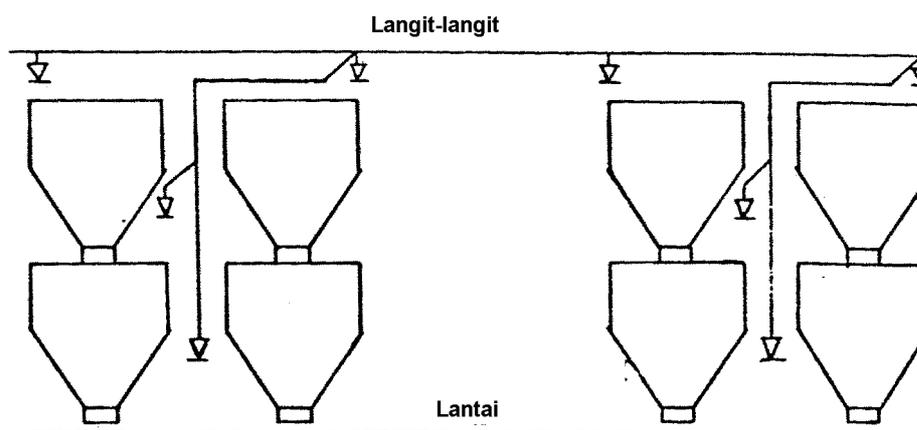
Kepala springkler harus dipasang di dalam tempat penampung debu apabila di tempatkan:

- di dalam gedung yang dilindungi dengan springkler
- langsung di atas gedung yang dilindungi dengan springkler, kecuali jika atap gedung dibuat dari bahan yang tidak mudah terbakar.
- diluar, tetapi berhubungan dan sangat berdekatan dengan bangunan yang dilindungi springkler dan dibawah satu penguasaan.

**Catatan :** Jika penampung debu tidak terletak jauh dari gedung, harus dipasang satu kepala springkler di dalam saluran peluncur utama pada tempat saluran tersebut masuk gedung.

**6.5.4. Penggilingan jagung, gabah, bahan makanan ternak dan pabrik minyak nabati.**

- Dalam saluran debu yang terbuat dari bahan mudah terbakar dan dipasang dengan sudut yang lebih besar dari 30° terhadap garis tegak harus ditempatkan kepala springkler dengan jarak masing-masing tidak lebih dari 3 m.



Gambar : 6.5.4. Pemasangan kepala springkler pada mesin sentrifugal yang bertingkat.

- b). Sebuah kepala springkler harus dipasang pada ujung atas dari setiap saluran debu.
- c). Bila sejumlah mesin sentrifugal atau mesin sejenis ditempatkan bertingkat dalam kelompok dengan jarak masing-masing kurang dari 1 m, kepala springkler harus dipasang sesuai gambar 6.5.4.

#### **6.6. Ruang penyimpanan dan silo.**

Apabila dalam ruangan penyimpanan dan silo yang dibuat dari bahan mudah terbakar yang luasnya lebih dari 9 m<sup>2</sup> disimpan tepung gandum, sekam, atau bahan sejenis yang telah mengalami proses dalam pabrik gandum, pabrik minyak nabati, instalasi penyulingan atau serbuk kayu, serbuk arang atau bahan sejenis yang mudah menyala dan bakarannya dapat dipadamkan dengan air, bagian dalam ruangan tersebut harus dilindungi dengan kepala springkler, setiap kepala springkler melindungi 9 m<sup>2</sup>.

**Catatan** : Apabila bahan-bahan disimpan dapat mengembang jika basah dan dikhawatirkan ruangan penyimpanan itu pecah, penyimpangan dari ketentuan tersebut di atas diperkenankan atas ijin khusus dari yang berwenang.

#### **6.7. Eskalator.**

Kepala springkler harus dipasang di bawah eskalator, di rongga bawah dan ruangan motor eskalator.

#### **6.8. Ruang pengecatan, oven pengering dan ruang pengering tertutup.**

Dalam ruang pengecatan, oven pengering dan ruang pengeringan yang tertutup harus dipasang kepala springkler . Untuk tujuan ini dapat digunakan kepala springkler dinding.

#### **6.9. Penghalang pancaran kepala springkler.**

##### **6.9.1. Platform, balkon, titian, panggung, berbagai macam tangga dan saluran peluncur**

Kepala springkler diperlukan di bawah konstruksi platform, balkon, titian, panggung dan berbagai macam tangga, saluran peluncur dan penghalang lain jika lebarnya lebih besar dari 0,8 m.

Apabila ada celah 150 mm bebas dari dinding, lebar konstruksi tersebut boleh sampai 1 m.

##### **6.9.2. Saluran tertutup.**

Kepala springkler diperlukan di bawah saluran tertutup berpenampang persegi yang ukuran lebarnya lebih besar dari 0,8 m atau berpenampang persegi yang berukuran lebih besar dari 1 m.

Apabila ada celah 150 mm bebas dari dinding, batas ukurannya dapat menjadi masing-masing 1 m dan 1,2 m.

##### **6.9.3. Langit-langit gantung dan yang sejenis.**

Segala konstruksi di bawah kepala springkler tidak diijinkan, kecuali jika dapat dibuktikan kepada yang berwenang, bahwa konstruksi tersebut tidak menghalangi pancaran springkler. Apabila kepala springkler dipasang pada langit-langit gantung dan yang sejenis, harus dibuktikan kepada yang berwenang bahwa langit-langit gantung tersebut tidak akan runtuh pada permulaan kebakaran.

##### **6.9.4. Tudung di atas mesin pembuat kertas.**

Bagian dalam dari tudung mesin pembuat kertas pada bagian yang kering harus dilindungi dengan springkler. Dalam hal ini dapat dipakai kepala springkler pancaran satu arah. Katup sekunder yang interlok dengan mesin untuk melayani sistem springkler dalam tudung boleh digunakan atas persetujuan pihak yang berwenang.

**6.9.5. Meja kerja.**

Kepala springkler tambahan dapat dipasang di bawah meja kerja jika terdapat mesin penggerak atau bahan sisa yang mudah terbakar dapat terkumpul di bawah meja tersebut.

**6.9.6. Rak penyimpanan barang.**

Kepala springkler harus dipasang pada posisi sedemikian rupa, sehingga dapat memberikan perlindungan yang efektif kepada barang yang disimpan di rak-rak.

**6.9.7. Studio film dan televisi.**

- a). Pada studio film dan televisi dimana terdapat platform, rak/gantungan atau sejenis untuk penerangan dan perlengkapan lain yang permanen terbuat dari plat tertutup atau berlubang-lubang termasuk tangga yang lebarnya lebih dari 0,8 m harus dilengkapi dengan kepala springkler di bagian bawahnya.
- b).
  - 1). Ruang tersembunyi atau rongga antara dinding atau atap dan pelapis yang dapat terbakar dengan jarak antara lebih besar dari 10 cm harus dilengkapi dengan kepala springkler.
  - 2). Dalam ruangan atau rongga tersebut dalam sub ayat b (1) diatas boleh dipasang kabel listrik dengan syarat bahwa pengawatan dilaksanakan dalam pipa baja berulir atau menggunakan kabel berisolasi mineral berperisai logam.

**6.10. Gedung pertunjukan dan gedung musik.****6.10.1. Perlindungan bagian panggung.**

Sebagai tambahan pada pemasangan springkler biasa, harus dipasang kepala springkler pada setiap bagian panggung, misalnya di bawah konstruksi rangka besi, dibagian bawah lantai antara atap dan lantai panggung, di bawah panggung, dalam ruangan-ruangan yang berhubungan langsung dengan panggung kecuali apabila dilengkapi dengan pintu tahan api antara panggung dan ruangan lainnya.

Apabila dipasang layar tahan api, maka harus dilengkapi dengan sederet kepala springkler terbuka dan katup kendali harus dari jenis yang cepat terbuka dan ditempatkan sedemikian rupa sehingga mudah dicapai.

Penyediaan air untuk melayani springkler terbuka tersebut tidak boleh diambil dari sistem springkler otomatis.

**6.10.2. Perlindungan bagian penonton.**

Kepala springkler harus dipasang pada semua bagian dalam ruang penonton seperti :

- a). Bar
- b). Boks
- c). Dalam gang dan ruang pameran
- d). Balkon
- e). Bagian bawah balkon
- f). Di atas tempat penonton
- g). Antara atap dan langit-langit di atas ruang penonton
- h). Ruang penyimpanan minimum

i). Lobi.

## 6.11. Springkler dinding.

### 6.11.1. Penggunaan.

Springkler dinding seperti yang diatur dalam bab ini pada umumnya dimaksudkan untuk digunakan dalam ruangan yang berlangit-langit datar dan rata.

Tidak boleh ada penghalang di sekeliling kepala springkler pada langit-langit dengan jarak 1 mm sejajar dengan dinding dan 1,8 m tegak lurus pada dinding.

Tinggi balok yang terletak seperti ketentuan tersebut di atas harus kurang dari 100 mm. Perletakan balok yang mempunyai tinggi lebih dari 100 mm diatur dalam tabel 6.11.

Apabila persyaratan yang tercantum pada tabel 6.11 tidak dapat dipenuhi, maka bagian-bagian yang terhalang harus mendapat perlindungan tersendiri.

**Tabel 6.11.**

Tinggi balok minimum yang tidak boleh dilampaui (mm)	Jarak minimum dari springkler ke balok	
	Ke arah tegak lurus terhadap dinding (m)	Ke arah sejajar dinding (m)
100	1,8	1,0
125	2,1	1,2
150	2,4	1,4
175	2,7	1,6
200	3,0	1,8

### 6.11.2. Penempatan kepala springkler dinding.

Penempatan deflektor kepala springkler dinding tidak boleh lebih dari 150 mm atau kurang dari 100 mm dari langit-langit.

Sumbu kepala springkler tidak boleh lebih dari 150 mm atau kurang dari 50 mm dari dinding tempat kepala springkler dipasang.

## 6.12. Jarak maksimum untuk penempatan kepala springkler dinding samping.

### 6.12.1. Sepanjang dinding.

Sistem bahaya kebakaran ringan 4,6 m.

Sistem bahaya kebakaran sedang :

- 3,4 m (langit-langit tidak tahan api)
- 3,7 m (langit-langit tahan api)

### 6.12.2. Dari ujung dinding.

- Sistem bahaya kebakaran ringan 2,3 m
- Sistem bahaya kebakaran sedang 1,8 m

### 6.12.3. Jumlah deretan kepala springkler.

a). Untuk ruangan yang lebarnya lebih kecil atau sama dengan 3,7 m, cukup dilengkapi dengan sederet springkler sepanjang ruangan. Untuk ruangan yang lebarnya antara 3,7 m sampai 7,4 m harus dilengkapi dengan deretan springkler sepanjang ruangan pada tiap sisinya.

- b). Untuk ruangan yang panjangnya lebih dari 9,2 m (bahaya kebakaran ringan) atau lebih dari 7,4 m (bahaya kebakaran sedang) deretan springkler harus dipasang selang-seling, sehingga setiap kepala springkler terletak pada garis tengah antara dua kepala springkler yang berhadapan.
- c). Untuk ruangan yang lebarnya lebih dari 7,4 m deretan kepala springkler jenis konvensional (dipasang pada langit-langit) harus dipasang pada langit-langit di tengah-tengah antara dua deret kepala springkler sebagai tambahan.

## **7. Komponen dari sistem springkler.**

### **7.1. Spesifikasi dan standard.**

Pipa yang digunakan untuk sistem springkler harus dari jenis yang disebut dibawah ini :

- Pipa baja :
- Pipa baja galbani (pipa putih)
- Pipa besi tuang dengan flens
- Pipa besi tuang dengan mof
- Pipa tembaga

dengan standar minimum klas menengah (medium).

### **7.2. Ukuran pipa.**

**7.2.1.** Ukuran pipa sebagian ditentukan dengan tabel dan sebagian dengan perhitungan hidrolis. Untuk sistem bahaya kebakaran, tabel ukuran pipa hanya berlaku untuk pipa cabang seperti dalam butir 7.3.

Sedang untuk pipa pembagi, pipa tegak dan pipa lainnya harus dihitung. Untuk sistem bahaya kebakaran sedang dan sistem bahaya kebakaran berat dan dua bagian tabel pipa, satu tabel untuk semua pipa cabang dan satu tabel untuk sebagian pipa pembagi yang di ujung paling jauh pada setiap lantai.

Pipa pembagi selebihnya dan pipa tegak utama harus dihitung.

Gambar 7.2.1.a s/d 7.2.1.e memperlihatkan jaringan pipa dan batas dari mana perhitungan hidrolis dilakukan.

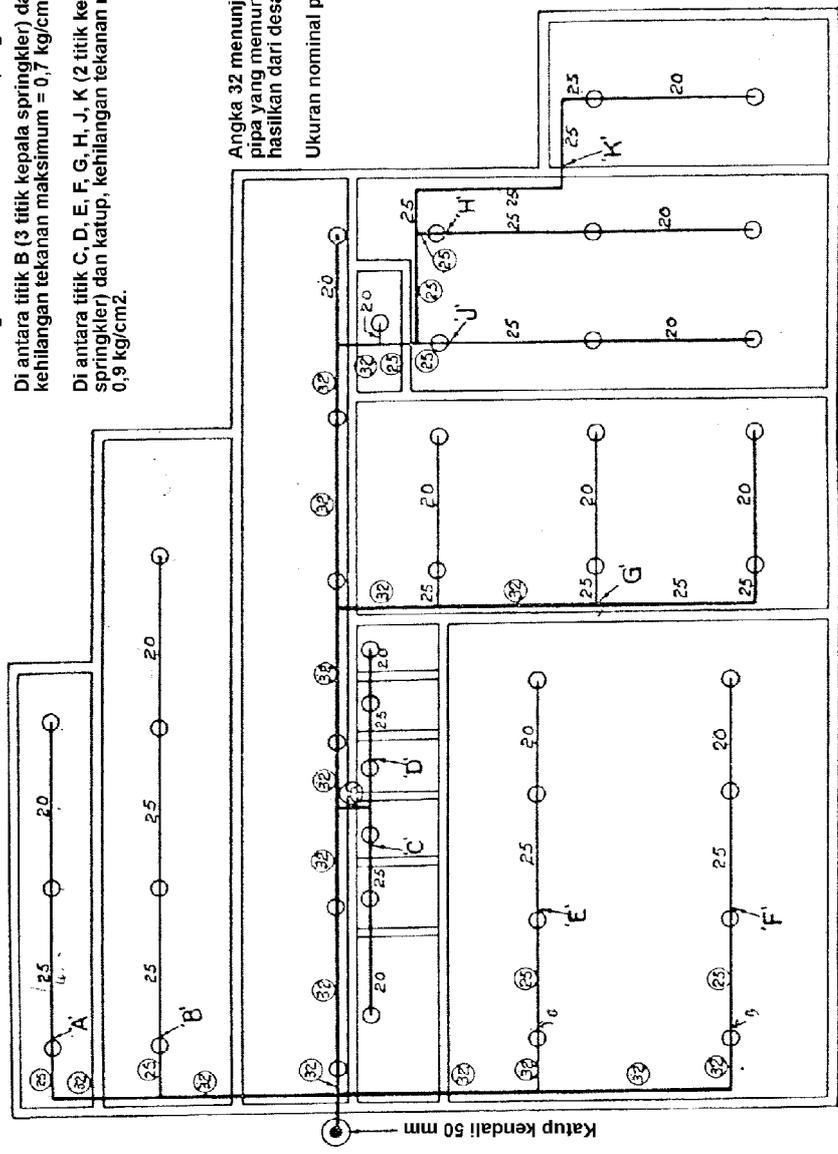
Jika dalam satu susun dalam satu ruangan jumlah kepala springkler lebih kecil atau sama dengan jumlah hasil perhitungan bagi pipa pembagi, maka perhitungan harus dimulai dari pipa cabang yang terdekat pada katup kendali.

Jika pipa cabang atau kepala springkler tunggal disambung pada pipa pembagi dengan pipa tegak, maka pipa tegak dianggap sebagai pipa pembagi.

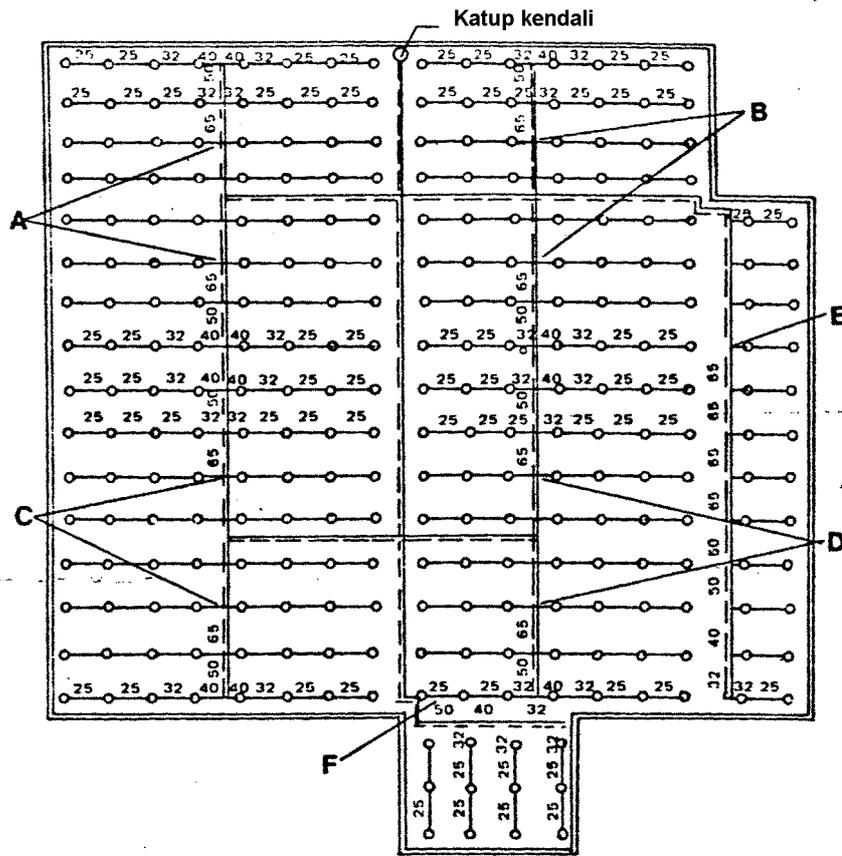
Titik desain adalah tempat dimana dimulai perhitungan pipa pembagi dan pipa cabang. Dalam perhitungan ukuran pipa pada sistem springkler, ukuran pipa hanya boleh mengecil sejalan dengan arah pengaliran air, kecuali yang ditentukan pada butir 7.6.4.

Di antara titik A (2 titik kepala springler) dan katup kehilangan tekanan maksimum = 0,7 kg/cm<sup>2</sup>.  
 Di antara titik B (3 titik kepala springler) dan katup kehilangan tekanan maksimum = 0,7 kg/cm<sup>2</sup>.  
 Di antara titik C, D, E, F, G, H, J, K (2 titik kepala springler) dan katup, kehilangan tekanan maksimum 0,9 kg/cm<sup>2</sup>.

Angka 32 menunjukkan ukuran pipa yang memungkinkan di hasilkan dari desain hidrolis.  
 Ukuran nominal pipa dalam mm



Gambar 7.2.1.a. : Sistem bahaya kebakaran ringan.



Ukuran pipa nominal = mm

— — — — — Pipa cabang

————— Pra kalkulasi pipa distribusi yaitu  $\leq 65$  mm

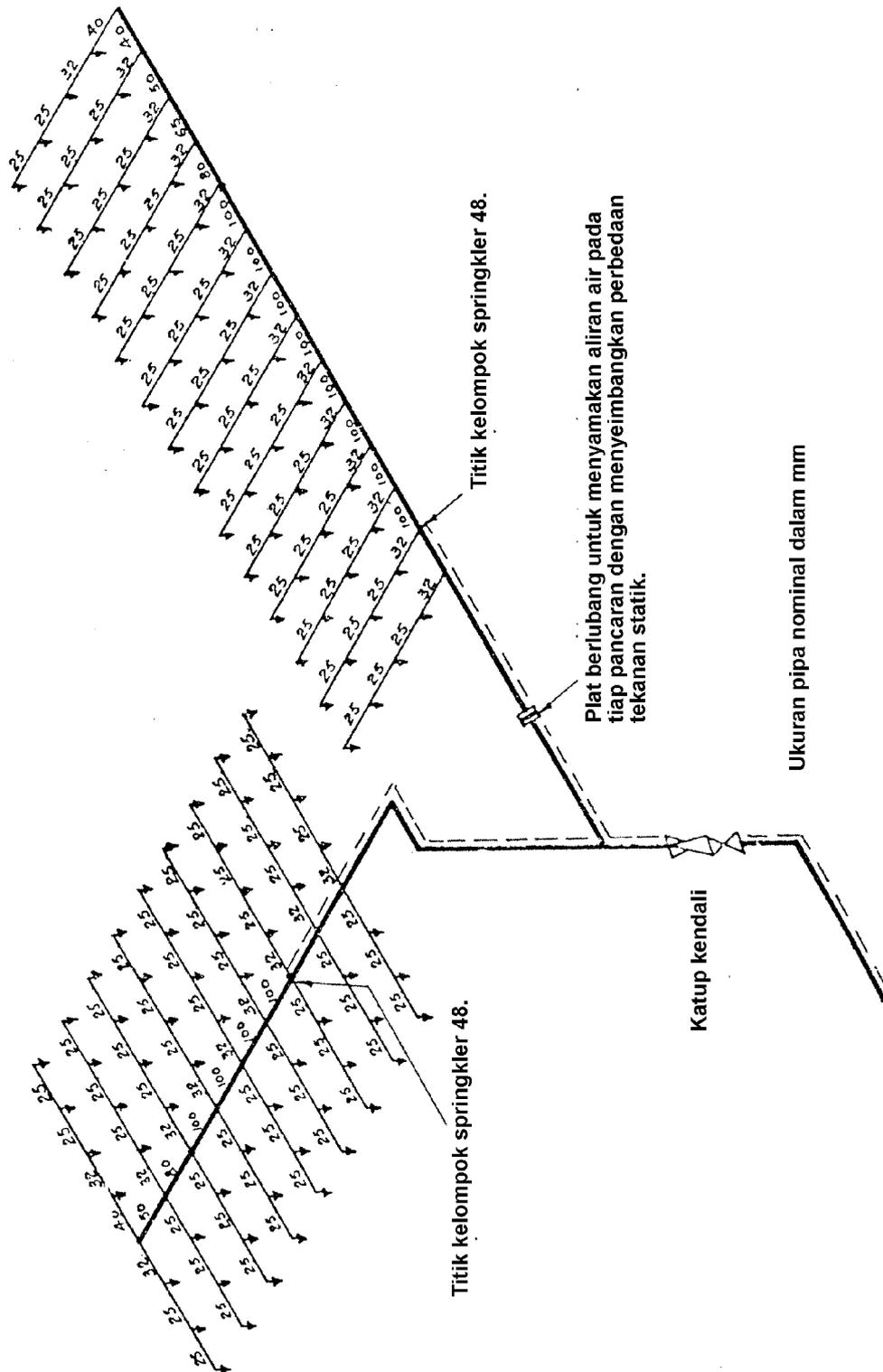
————— Pipa distribusi dihitung atas dasar laju aliran 1000 Liter/menit agar kehilangan tekanan karena gesekan harus tidak melebihi 0,5 kg/cm<sup>2</sup> yaitu di antara titik A, B, C, D, E dan katup kendali.

Sistem terdiri dari 276 kepala sprinkler.

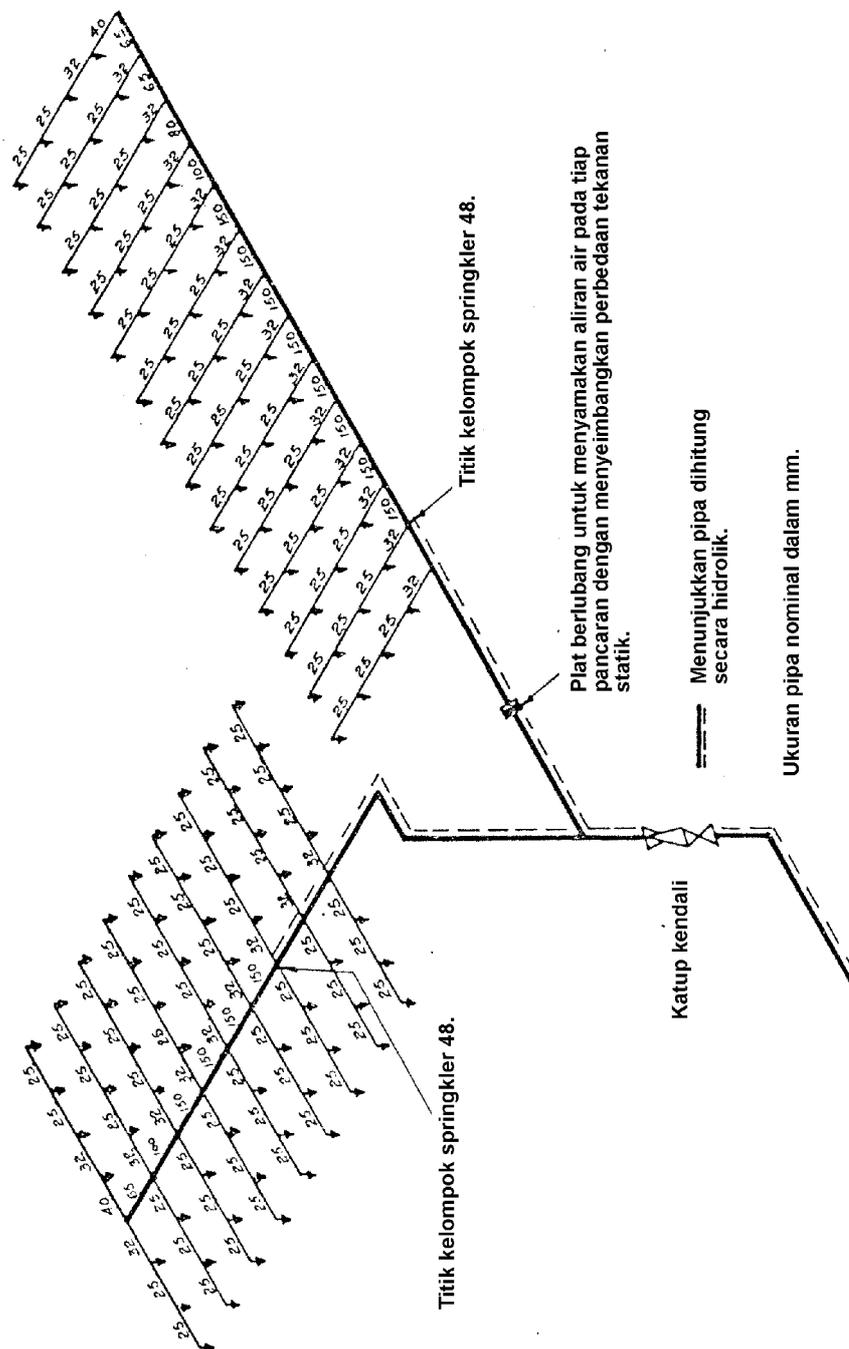
Perletakan 1 : 12 m<sup>2</sup> ( 3,46 m x 3,46 m ) sepanjang desain hidrolik antara :

Titik A dan katup kendali ± 46 m	Titik D dan katup kendali ± 71 m
Titik B dan katup kendali ± 43 m	Titik E dan katup kendali ± 69 m
Titik C dan katup kendali ± 64 m	Titik D dan katup kendali ± 73 m

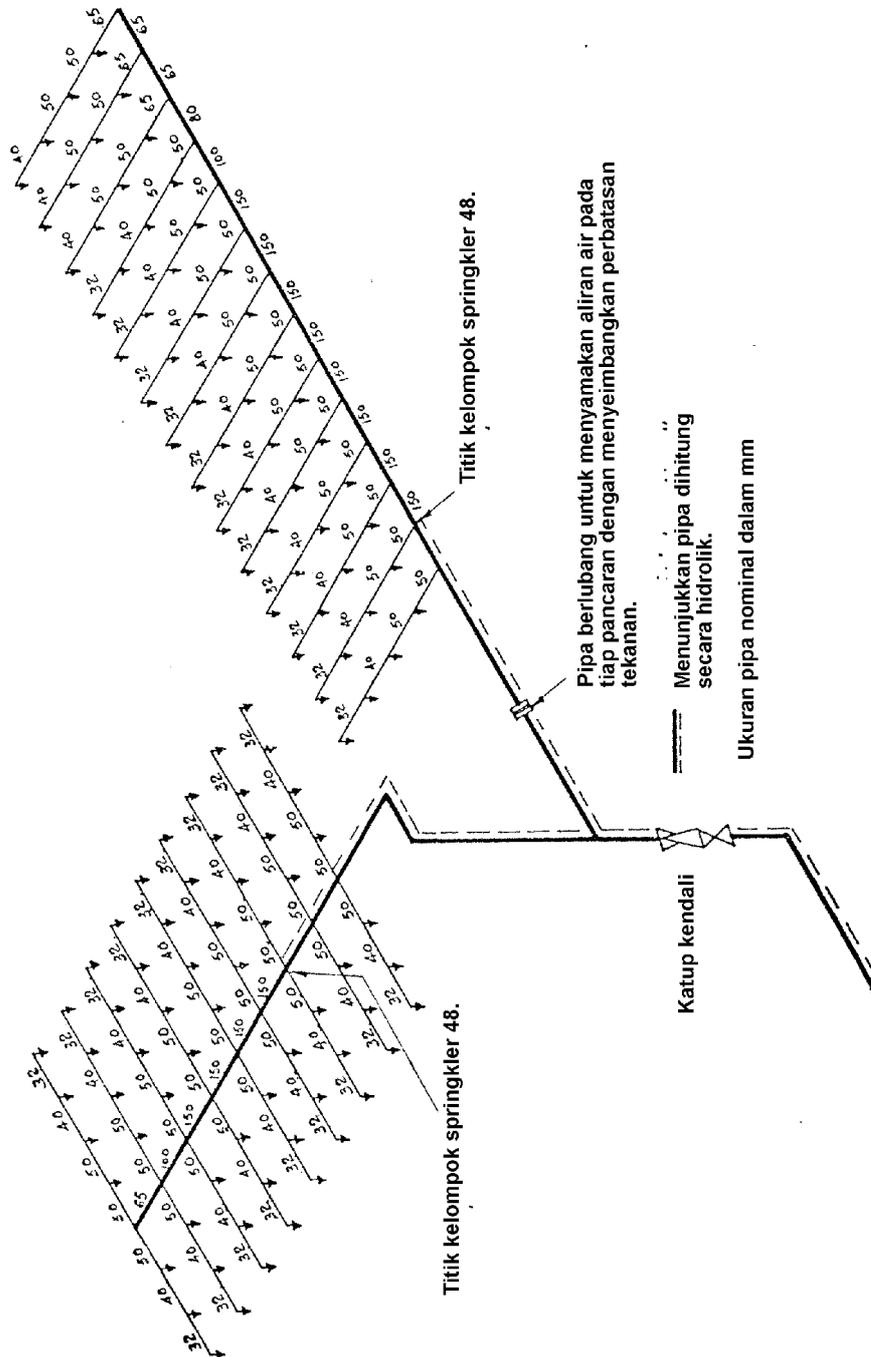
Gambar 7.2.1.b. Sistem bahaya kebakaran ringan.



Gambar 7.2.1.c. Sistem bahaya kebakaran berat.  
 ( Sistem dengan ukuran pipa sesuai tabel 7.6.1.a & b )



Gambar 7.2.1.d. : Sistem bahaya kebakaran berat.  
 ( Sistem dengan ukuran pipa menurut tabel 7.6.2. a & b )



Gambar 7.2.1.e : Sistem pada bahaya kebakaran berat  
 ( Sistem dengan ukuran pipa menurut tabel 7.6.3 a & b )

### 7.2.2. Pelat berlubang.

Apabila diperlukan memasang pelat berlubang dalam pipa demi keseimbangan sesuatu sistem atau demi penyesuaian dengan kurva pompa, garis tengah lubang pelat tidak boleh lebih kecil dari 50% dari ukuran pipa yang bersangkutan dan hanya diizinkan dipasang pada pipa berukuran sama atau lebih besar dari 50 mm.

Pelat dibuat dari kuningan atau logam tahan korosi dengan bagian lubangnya harus terletak ditengah dan licin.

Tebal pelat harus sesuai dengan tabel 7.2.2, jarak pelat sampai belokan atau siku tidak boleh lebih kecil dari 2x ukuran pipa diukur menurut arah arus air.

Pelat berlubang harus mempunyai tonjolan untuk tempat tanda pengenal ukuran nominal pipa dan faktor "K". Hubungan antara ukuran lubang pelat, aliran dan kehilangan tekanan dapat dilihat pada appendiks I.

**Tabel 7.2.2. : Pelat berlubang**

Ukuran pipa (mm)	Tebal pelat berlubang (mm)
50	3
65	
80	
100	6
150	
200	9

### 7.3. Sistem bahaya kebakaran ringan.

**7.3.1.** Sistem dengan pengadaan air sesuai dengan debit 225 liter/menit dan tekanan 2,2 kg/cm<sup>2</sup> ditambah tekanan statik dari kepala springkler tertinggi terhadap katup kendali.

**Tabel 7.3.1.: Pipa cabang untuk bahaya kebakaran ringan**

Ukuran pipa (mm)	Jumlah maksimum kepala springkler	K e t e r a n g a n
25	3	Masih dimungkinkan pemakaian pipa berukuran 25 mm di antara "2-3 titik kelompok springkler" dan katup kendali apabila perhitungan hidrolik mengizinkan. Apabila "titik kelompok springkler 2" sebagai titik desain, pipa berukuran 25 mm tidak boleh dipakai diantara kepala springkler ke 3 dan ke 4.

### 7.3.2. Perhitungan hidrolik untuk pipa pembagi (Sistem bahaya kebakaran ringan).

Ukuran pipa di antara "titik kelompok springkler 2" (gambar 4.3.1.a) pada ujung-ujung sistem dan katup kendali harus dihitung secara hidrolik. Jumlah kehilangan tekanan dalam pipa (termasuk semua pipa tegak dan belokan) diantara "titik kelompok springkler 2" dan katup kendali tidak boleh lebih besar dari 0,9 kg/cm<sup>2</sup>.

Apabila terdapat lebih dari 2 kepala springkler pada pipa cabang, kehilangan tekanan di bagian pipa cabang di antara "titik kelompok springkler 2" dan titik tempat masuk dalam pipa pembagi harus dihitung menurut kehilangan tekanan tiap meter sesuai dengan tabel 7.3.2 kolom 2.

Kehilangan tekanan pada jaringan pipa pembagi di antara sambungan pipa cabang di ujung terjauh dari sistem dan katup kendali harus dihitung menurut kehilangan tekanan tiap meter sesuai dengan tabel 7.3.2 kolom 3.

Pemakaian pipa ukuran 25 mm dimungkinkan di antara “titik kelompok springkler 2-3” dan katup kendali asal sesuai dengan perhitungan.

Hal ini tidak berarti bahwa pipa berukuran 25 mm selalu boleh dipasang antara titik springkler ke 3 dan ke 4 apabila titik desain ditentukan untuk “titik kelompok springkler 2”.

Apabila pipa cabang terdapat 3 kepala springkler atau lebih ditempatkan pada bubungan atap atau apabila 3 kepala springkler atau lebih di dalam lorong atau ruangan sempit memanjang, maka kehilangan tekanan yang terjadi,

- a). di antara “titik kelompok springkler 3” dan katup kendali dimana terdapat hanya kepala springkler pada pipa cabang.
- b). di antara “titik kelompok springkler 3” dan katup kendali dimana terdapat 4 kepala springkler atau lebih pada pipa cabang.
- c). tidak boleh lebih besar dari  $0,7 \text{ kg/cm}^2$  untuk “titik kelompok springkler 3” (lihat gambar 7.2.1.a) dan kehilangan tekanan tersebut dihitung sesuai dengan tabel 7.3.2 kolom 3.

**Tabel 7.3.2.**

Ukuran pipa (mm)	Kehilangan tekanan $10^{-3} \text{ atm/m}$ panjang pipa		
	Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3
25		44	200
32		12	51
40		5,5	25
50		1,7	7,8
65		0,49	2,2

Untuk gedung bertingkat atau gedung yang mempunyai ruang bawah tanah, kehilangan tekanan sesuai dengan perhitungan di atas dapat ditambah dengan tekanan statik antara kepala springkler bersangkutan dan kepala springkler tertinggi.

Apabila dipakai pipa kualitas berat, maka harus menggunakan tabel A.2.3.1. dengan memakai aliran 100 liter/men untuk kolom 2 dan 225 liter/men untuk kolom 3. Kehilangan tekanan untuk belokan, siku, te, sama dengan 2 meter panjang pipa.

#### **7.4. Sistem bahaya kebakaran sedang.**

##### **7.4.1. Bahaya kebakaran sedang kelompok I.**

Penyediaan air harus mengalirkan air dengan kapasitas 375 liter/menit dan bertekanan  $1,0 \text{ kg/cm}^2$  atau kapasitas 540 liter/menit dan bertekanan  $0,7 \text{ kg/cm}^2$  ditambah tekanan air yang ekuivalen dengan perbedaan tinggi antara katup kendali dengan springkler tertinggi. Tekanan diukur pada katup kendali.

##### **7.4.2. Bahaya kebakaran sedang kelompok II.**

Penyediaan air harus mampu mengalirkan air dengan kapasitas 725 liter/menit dan bertekanan  $1,4 \text{ kg/cm}^2$  atau kapasitas 1000 liter/menit dan bertekanan  $1,0 \text{ kg/cm}^2$  ditambah tekanan yang ekuivalen dengan perbedaan tinggi antara katup kendali dengan springkler tertinggi. Tekanan diukur pada katup kendali.

### 7.4.3. Bahaya kebakaran sedang kelompok III.

Penyediaan air harus mampu mengalirkan air dengan kapasitas 1100 liter/menit dan bertekanan 1,7 kg/cm<sup>2</sup> dan kapasitas 1350 liter/menit dan bertekanan 1,4 kg/cm<sup>2</sup> ditambah tekanan yang ekuivalen dengan perbedaan tinggi antara katup kendali dengan springkler tertinggi. Tekanan diukur pada katup kendali.

**Tabel 7.4.3. (1).  
Pipa cabang untuk sistem bahaya kebakaran sedang.**

No.	Pipa cabang	Ukuran pipa ( mm )	Jumlah maksimum kepala springkler yang diijinkan pada pipa cabang.
<b>A</b>	<b>Pipa cabang pada ujung pipa pembagi.</b>		
1	Susunan cabang tunggal dengan 2 kepala springkler.	25	1
	Dua pipa cabang terakhir.	32	2
2	Susunan cabang tunggal dengan 3 kepala springkler.	25	2
	Tiga cabang terakhir.	32	3
3	Susunan lain. Cabang terakhir.	25	2
		32	3
		40	4
		50	9
<b>B</b>	<b>Pipa cabang lain :</b>	25	3
		32	4
		40	6
		50	9

**Catatan :**

Pipa cabang yang dipasang memanjang di bawah atap yang mempunyai kemiringan lebih dari 6 derajat tidak boleh mempunyai lebih dari 6 kepala springkler.

**Tabel 7.4.3. (2) : Pipa pembagi untuk sistem bahaya kebakaran sedang**

No.	Pipa cabang	Ukuran pipa ( mm )	Jumlah maksimum kepala springkler yang diijinkan pada pipa cabang.
<b>A</b>	<b>Pipa cabang pada ujung sistem.</b>		
1	Susunan cabang tunggal dengan 2 kepala springkler.	32	2
		40	4
		50	8
		65*	16*
2	Susunan lain	32	3
		40	6
		50	9
		65*	18*
<b>B</b>	<b>Pipa pembagi di antara ujung sistem dan katup kendali.</b>		Perhitungan hidrolis dihitung tersendiri menurut butir 7.4.4. Sistem bahaya kebakaran sedang.

\* Pada tabel ini masih dimungkinkan pemakaian pipa berukuran 65 mm di antara “titik kelompok springkler 16 ~ 18” dan katup kendali apabila hasil perhitungan hidrolis mengijinkan.

#### 7.4.4. Pehitungan hidrolis pipa pembagi ( sistem bahaya kebakaran sedang ).

Ukuran pipa termasuk pipa pembagi utama dan semua pipa tegak di antara “titik kelompok springkler 16-18” pada ujung sistem yang tertinggi dan katup kendali harus dihitung secara hidrolis agar kehilangan tekanan tidak melebihi 0,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan kapasitas 1000 liter/men.

Perhitungan kehilangan tekanan dilakukan dengan tabel 7.4.4. Apabila suatu gedung bertingkat dilindungi oleh sistem springkler, maka perhitungan kehilangan tekanan dapat ditambah dengan tekanan statis yang besarnya sama dengan beda tinggi antara tingkat yang bersangkutan dan tingkat tertinggi.

Pada gambar denah blok harus diperlihatkan tekanan yang disyaratkan, diukur di tempat katup kendali didasarkan pada springkler tertinggi yang diperlukan pada waktu pengujian. Springkler tertinggi adalah kepala springkler yang dipasang atau akan dipasang pada titik tertinggi.

**Tabel 7.4.4.**

Ukuran pipa (mm)	Kehilangan tekanan 10 <sup>-3</sup> bar/m panjang pipa dengan kapasitas 1000 liter/men
65	35
80	16
100	4,4
150	0,65
200	0,16

**Catatan :** Untuk perhitungan kehilangan tekanan pipa kelas berat dipakai tabel A.2.3.1. dengan kapasitas air 1000 L/menit. Setiap siku, te, belokan dapat diperhitungkan sebagai pipa lurus panjang 3 m.

#### 7.5. Sistem bahaya kebakaran berat.

Penentuan ukuran pipa untuk hunian bahaya kebakaran berat berdasarkan pada :

- Kepadatan aliran yang diperlukan
- Jarak kepala springkler
- Ukuran kepala springkler, lubang standar 15 mm atau lubang besar 20 mm
- Karakteristik tekanan dan atau aliran dari penyediaan air.

Untuk perhitungan yang ekonomis digunakan 3 cara, dengan tabel 7.5.1.a & b, tabel 7.5.2.a & b dan tabel 7.5.3.a & b.

##### 7.5.1. Untuk sistem dengan kepadatan aliran yang direncanakan tidak melebihi 15 mm/men.

Penyediaan air sesuai dengan persyaratan tekanan/aliran pada tabel 5.2.3.(1) dan menggunakan kepala springkler berukuran nominal 15 mm.

**Tabel 7.5.1.(1).: Pipa cabang untuk bahaya kebakaran berat.**

No.	Pipa cabang	Ukuran pipa nominal ( mm )	Jumlah maksimum kepala springkler yang diijinkan pada pipa cabang.
A	Pipa cabang pada ujung pipa pembagi.		
1	Susunan cabang tunggal dengan 2 kepala springkler.	25	1
	Dua pipa cabang terakhir.	32	2
2	Susunan cabang tunggal dengan 3 kepala springkler.	25	2
	Tiga pipa cabang terakhir.	32	3
3	Susunan lain.	25	2
	Pipa cabang terakhir,	32	3
		40	4
B	Pipa cabang lain	25	3
		32	4

**Catatan :**

1. Pada satu pipa cabang tidak diizinkan dipasang lebih dari 4 kepala springkler.
2. Pipa cabang tidak boleh disambung pada pipa pembagi yang berukuran lebih besar dari 150 mm.

**Tabel 7.5.1.(2).: Pipa pembagi untuk bahaya kebakaran berat**

No.	Pipa cabang	Ukuran pipa nominal ( mm )	Jumlah maksimum kepala springkler yang diijinkan pada pipa cabang.
A	Pipa pada ujung sistem.	32	2
		40	4
		50	8
		65	12
		80	18
		100	48*
B	Pipa pembagi di antara ujung sistem dan katup kendali.		Perhitungan hidrolis dihitung tersendiri menurut butir 7.5.4.

\* Pemakaian pipa berukuran 100 mm masih dimungkinkan di antara "titik kelompok springkler 48" dan katup kendali apabila hasil perhitungan hidrolis mengijinkan.

### 7.5.2. Untuk sistem dengan kepadatan aliran yang direncanakan tidak melebihi 15 mm/men.

Penyediaan air sesuai dengan persyaratan tekanan/aliran pada tabel 5.2.3.(2) dan menggunakan kepala springkler berukuran nominal 15 mm.

**Tabel 7.5.2.a.: Pipa cabang untuk bahaya kebakaran berat.**

Pipa cabang		Ukuran pipa nominal (mm).	Jumlah maksimum kepala springkler yang diijinkan pada pipa cabang.
<b>A</b>	<b>Pipa cabang pada ujung.</b>		
1	Susunan cabang tunggal dengan 2 kepala springkler	25	1
	Dua pipa cabang terakhir	32	2
2	Susunan cabang tunggal dengan 3 kepala springkler.	25	2
	Tiga pipa cabang terakhir	32	3
3	Susunan lain.	25	2
	Pipa cabang terakhir.	40	4
B	Pipa cabang lain.	25	3
		32	4

**Catatan :**

1. Pada satu pipa cabang tidak diizinkan dipasang lebih dari 4 kepala springkler.
2. Pipa cabang tidak boleh disambung pada pipa pembagi yang berukuran lebih besar dari 150 mm.

**Tabel 7.5.2.b.: Pipa pembagi untuk bahaya kebakaran berat.**

Pipa pembagi		Ukuran pipa nominal (mm)	Jumlah maksimum kepala springkler yang dapat dilayani oleh pipa pembagi
A.	Pipa pada ujung sistem.	50 **	4
		65	8
		80	12
		100	16
		150	48*
B.	Pipa pembagi di antara ujung sistem dan katup kendali.		Perhitungan hidrolis dihitung tersendiri menurut butir 7.5.4.

- Pemakaian pipa berukuran 150 mm masih dimungkinkan di antara "titik kelompok kepala springkler 48" dan katup kendali apabila hasil perhitungan hidrolis mengijinkan.

- \*\* Tidak boleh dipakai pipa pembagi berukuran kurang dari 65 mm pada susunan cabang tunggal dengan 4 kepala springkler.

### **7.5.3. Untuk sistem dengan kepadatan aliran yang direncanakan tidak melebihi 30 mm/men.**

Penyediaan air sesuai dengan persyaratan tekanan/aliran pada tabel 2.3.3.b.(1) dan menggunakan kepala springkler berukuran nominal 15 mm.

**Tabel 7.5.3.a : Pipa cabang untuk bahaya kebakaran berat**

Pipa cabang		Ukuran pipa nominal (mm)	Jumlah maksimum kepala springkler yang diizinkan pada pipa cabang.
<b>Cabang Tunggal.</b>			
a.	3 Pipa cabang terakhir pada ujung susunan pipa pembagi	40	1
		50	3
		65	6
b	Pipa cabang lain.	32	1
		40	2
		50	4
		65	6
<b>Cabang Ganda</b>			
	Susunan cabang dengan 2 kepala springkler.		
a.	Tiga pipa cabang terakhir pada ujung pipa pembagi	32	1
		40	2
b	Pipa cabang lain 3 dan 4 kepala springkler pada susunan cabang. Semua pipa cabang	32	2
		32	2
		40	1
		50	2
		50	4

**Catatan :**

Pada susunan cabang tunggal, maksimum 6 kepala springkler boleh dipasang pada satu pipa cabang.  
 Pada susunan cabang ganda, maksimum 4 kepala springkler boleh dipasang pada satu pipa cabang.  
 Pipa cabang tidak disambung pada pipa pembagi dengan ukuran lebih besar dari 150 mm.

**Tabel 7.5.3.b : Pipa pembagi untuk bahaya kebakaran berat.**

Pipa pembagi		Ukuran pipa nominal (mm)	Jumlah maksimum kepala springkler yang dapat dilayani oleh pipa pembagi
A.	Pipa pada ujung sistem	50	4
		65	8
		80	12
		100	16
		150	48
B.	Pipa pembagi di antara ujung sistem dan katup kendali.		Perhitungan hidrolis dihitung tersendiri menurut ayat 7.5.4.

**Catatan :**

- \*) Pemakaian pipa berukuran 150 mm, masih dimungkinkan di antara "titik kelompok kepala springkler 48" dan katup kendali apabila hasil perhitungan hidrolis mengizinkan.
- \*\*). Pada susunan cabang tunggal dengan 4 kepala springkler, tidak boleh dipakai pipa pembagi berukuran kurang dari 65 mm pada susunan cabang tunggal dengan 4 kepala springkler.

#### 7.5.4. Perhitungan hidrolis pada pipa pembagi (Sistem bahaya kebakaran berat).

Pipa pembagi pada pipa tegak di antara katup kendali dan titik akhir pada jaringan pipa (dengan perkataan lain pada “titik kepala springkler 48”), atau titik pemasukan deretan kepala springkler dengan jumlah kepala springkler kurang dari 48 (lihat butir 5.2.3) harus dihitung dengan cara hidrolis berdasarkan kondisi aliran yang tercantum pada tabel 5.2.3.(1). dan 5.2.3.(2).

Kehilangan tekanan dalam pipa yang telah dihitung untuk tekanan seperti tertera dalam tabel 5.2.3.(1) dan 5.2.3.(2) ditambah tekanan statis yang disebabkan oleh letak kepala springkler tertinggi di atas katup kendali tidak boleh melebihi sisa tekanan yang tersedia pada sistem penyediaan air. Bila kepala springkler tertinggi tidak melampaui “titik kelompok kepala springkler 48”, maka bagian tersebut yang memerlukan “tekanan statik” lebih tinggi, harus mempunyai akhir pipa pembagi tersendiri.

Kehilangan tekanan pada pipa pembagi ke setiap bagian dari sistem pada bahaya kebakaran berat harus disesuaikan dengan ketentuan tersebut, baik dengan cara penentuan ukuran pipa pembagi ataupun dengan pemasangan pelat berlubang pada pipa utama (lihat appendix 1) atau dengan cara gabungan kedua cara tersebut. Kehilangan tekanan yang tercantum pada tabel 7.5.4. harus digunakan dalam perhitungan tersebut di atas.

**Tabel 7.5.4.**

Aliran air ( liter / menit )	Kehilangan tekanan $10^{-3}$ bar / m panjang pipa			
	100 mm	150 mm	200 mm	250 mm
1.000	4,4	0,65	0,16	0,054
1.500	9,3	1,4	0,35	0,12
2.000	16	2,4	0,59	1,20
2.300	21	3,0	0,76	0,25
3.050	34	5,1	1,3	0,43
3.800	52	7,7	1,9	0,64
4.550	72	11	2,7	0,90
4.850	81	12	3,0	1,0
6.400	140	20	5,1	1,7
7.200	170	25	6,3	2,1
8.000	210	31	7,7	2,6
8.800	250	36	9,1	3,0
9.650	290	43	11	3,6

**Catatan :**

Apabila digunakan pipa kualitas berat, perhitungan kehilangan tekanan yang tercantum pada tabel di atas diganti dengan tabel A.2.3.1. dengan menggunakan aliran air yang sesuai. Kehilangan tekanan pada setiap belokan, siku, te, dapat disamakan senilai dengan kehilangan tekanan dalam pipa lurus sepanjang 3 m.

#### 7.5.5. Perhitungan hidrolis untuk sistem bahaya kebakaran berat.

Untuk mendapatkan pemipaan yang ekonomi pada jaringan pipa yang kompleks dilakukan perhitungan hidrolis pada setiap bagian.

Dalam hal ini dibuat diagram perpipaan yang memperlihatkan panjang dan ukuran pipa, perubahan arah aliran, debit air pada setiap pipa dan setiap kepala springkler, tekanan pada setiap pertemuan aliran dan juga memperlihatkan setiap pengaruh dari perubahan ketinggian yang harus disetujui oleh instansi yang berwenang.

Data tersebut harus menunjukkan tekanan dan debit yang disyaratkan dari penyediaan air apabila sistem springkler dalam keadaan bekerja meliputi daerah lingkup yang direncanakan., yaitu :

- a). Debit air minimum; dalam hal ini kepala springkler yang bekerja pada keadaan yang tidak menguntungkan terhadap penyediaan air.
- b). Debit maksimum; dalam hal ini kepala springkler yang bekerja berada pada tempat yang terdekat dengan penyediaan air.

(lihat appendix 2 untuk cara yang harus diikuti dalam perhitungan).

#### **7.5.6. Pemipaan untuk perlindungan tambahan di dalam rak penyimpanan yang termasuk sistem bahaya kebakaran berat.**

Apabila kepala springkler tambahan dipasang pada tingkat antara di dalam rak, pemipaan cukup memenuhi persyaratan sistem bahaya kebakaran sedang (tabel 4.5.1.a & b) kecuali apabila pemipaan disambungkan dengan pipa tegak pada pipa pembagi di langit-langit atau di atap.

Ukuran pipa tegak tersebut harus dihitung secara hidrolik atau digunakan pelat berlubang untuk membatasi pemakaian air, sehingga kelebihan pemakaian air tidak lebih besar dari 15% dari permukaan air menurut persyaratan teoritis yang dihitung dengan perhitungan :

“ Daerah lingkup operasi x kepadatan aliran yang direncanakan x jumlah tingkat antara. “

Pipa pembagi untuk kepala springkler tersebut harus disambungkan pada pipa pembagi untuk kepala springkler atau pada tempat di antara “titik kelompok kepala springkler 48” dan katup kendali, kecuali jika dilakukan perhitungan hidrolik dan disetujui oleh instansi yang berwenang.

Dalam menentukan ukuran pipa pembagi untuk kepala springkler atap tersebut diatas, debit air yang dibutuhkan adalah jumlah debit air untuk kepala springkler tingkat antara dan untuk kepala springkler atap.

Apabila rak-rak berdiri bebas dan kepala springkler tingkat antara disambung dengan pipa tegak pada pipa pembagi untuk kepala springkler atap, pipa tegak lurus harus disambung dengan pipa logam fleksibel atau disambungkan universal pada tempat sambungan di pipa pembagi.

### **7.6. Kepala springkler dalam ruangan tersembunyi.**

#### **7.6.1. Sistem bahaya kebakaran ringan.**

Kepala springkler untuk ruangan tersembunyi harus dilayani oleh jaringan pipa terpisah dari pipa yang melayani kepala springkler untuk ruangan dibawahnya.

#### **7.6.2. Sistem bahaya kebakaran sedang.**

Kepala springkler untuk ruang tersembunyi boleh dilayani terpisah dari jaringan pipa yang melayani kepala springkler untuk ruangan di bawahnya, dengan ketentuan bahwa dalam menentukan ukuran pipa cabang dan pipa pembagi sampai dengan “titik kelompok kepala springkler 18” harus didasarkan pada jumlah kepala springkler di ruangan tersembunyi dan ruang bawahnya.

#### **7.6.3. Sistem bahaya kebakaran berat.**

Untuk menentukan ukuran pipa yang melayani kepala springkler ke ruang tersembunyi dapat dipakai tabel 4.5.a & b (sistem bahaya kebakaran sedang). Kepala springkler tersebut harus dilayani oleh jaringan pipa terpisah dari pipa yang melayani kepala springkler di ruang bawahnya.

Sambungan pipa untuk ruangan tersembunyi tersebut dapat dilakukan pada pipa pembagi utama antara katup kendali dan “titik kelompok kepala springkler 48” yang terjauh.

Keperluan air untuk ruang tersembunyi tidak diperhitungkan pada pemipaan.

#### **7.6.4. Keadaan khusus.**

Pada keadaan yang sesuai dengan ketentuan pada butir 6.4.1.e. ruangan tersembunyi dilindungi berdasarkan sistem bahaya kebakaran ringan, perpipaannya boleh dihubungkan dengan pipa pembagi untuk ruangan dibawahnya dengan ketentuan ukuran minimum pipa pembagi 65 mm. Apabila disyaratkan perlindungan bahaya kebakaran sedang untuk ruangan tersembunyi, dapat dipakai kepala springkler berukuran nominal 10 mm.

#### **7.7. Penyambungan slang kebakaran ukuran kecil.**

##### **7.7.1. Slang kebakaran ukuran kecil.**

Slang kebakaran ukuran kecil yang hanya digunakan untuk pemadam kebakaran boleh disambungkan pada pipa springkler dengan ketentuan sebagai berikut :

- a). Ukuran pipa penyambungan sampai 25 mm dengan panjang slang yang memenuhi tekanan  $4 \text{ kg/cm}^2$  harus mencapai pancaran 7 m, nozle 6 mm dan mengeluarkan air 28 Liter /men.
- b). Ukuran pipa penyambungan 32 mm untuk panjang slang sampai 25 mm.
- c). Ukuran slang tidak boleh lebih dari 40 mm.
- d). Kapasitas air yang keluar dari mulut pancar tidak boleh melebihi kapasitas air yang keluar dari dua kepala springkler ukuran 15 mm.
- e). Slang tidak boleh dhubungkan pada pipa sistem springkler yang lebih kecil dari 65 mm.
- f). Pipa penyambung harus dihubungkan pada sistem perpipaan springkler sebelum katup kendali.

##### **7.7.2. Penyambungan untuk slang barisan pemadam kebakaran.**

Pada gedung kelompok hunian kebakaran ringan dan hunian bahaya kebakaran sedang dilengkapi dengan katup untuk slang barisan pemadam kebakaran berukuran 65 mm yang dihubungkan dengan sistem springkler dengan ketentuan sebagai berikut :

- a). Pipa tegak dan katup untuk slang petugas pemadam kebakaran harus ditempatkan dalam ruang tangga yang tahan api.
- b). Springkler harus dikendalikan oleh katup kendali yang terpisah di tiap lantai dan ditempatkan dalam ruang tangga yang tahan api.
- c). Ukuran minimum pipa tegak harus 100 mm kecuali bila perhitungan hidrolis menghasilkan ukuran pipa yang lebih kecil dan memenuhi kebutuhan air untuk springkler dan slang sekaligus.
- d). Penyediaan air harus mencukupi kebutuhan gabungan springkler dan slang pemadam kebakaran.
- e). Pipa penyambung harus dihubungkan pada perpipaan sistem springkler sebelum katup kendali.

## 7.8. Pipa penguji sistem.

### 7.8.1. Persyaratan.

Pada setiap sistem harus dipasang pipa penguji yang berukuran sekurang-kurangnya 25 mm. Ujung pipa harus licin, tahan karat dan dapat mengalirkan air ekivalen dengan satu kepala springkler. Pipa ini ditempatkan pada ujung pipa cabang terjauh, kecuali ditentukan lain.

### 7.8.2. Alat tanda bahaya lebih dari satu.

Apabila alat tanda bahaya aliran air disediakan pada setiap pipa tegak, di setiap lantai pada gedung bertingkat banyak atau apabila disediakan lebih dari satu alat tanda bahaya aliran air pada satu sistem springkler, maka pipa penguji sistem harus disediakan pada tiap alat tanda bahaya aliran air tersebut.

## 7.9. Perlindungan pipa.

### 7.9.1. Perlindungan pipa terhadap korosi.

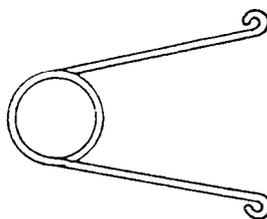
- a). Pada tempat-tempat seperti tempat pengelantangan bahan, ruang pengecatan, pengolahan alat metal, kandang hewan, tempat pengolahan kimia tertentu dan tempat lain yang menghasilkan gas atau uap yang dapat menimbulkan korosi, maka setiap jenis pipa, tabung, alat sambung dan penggantung harus diberi lapisan pelindung.
- b). Pipa baja yang menghubungkan dua gedung dan dipasang terhadap udara harus digalvanis atau dilindungi terhadap korosi secara lain.
- c). Pipa baja yang menghubungkan dua gedung dan ditanam di dalam tanah harus dilindungi terhadap korosi sebelum ditanam.

### 7.9.2. Perlindungan pemipaan terhadap gempa bumi.

Untuk memperkecil atau mencegah pecahnya pipa karena gempa bumi, sistem springkler harus dilindungi sebagai berikut :

- a). Pada gedung yang tidak direncanakan tahan gempa, kopling fleksibel harus dipasang dengan ketentuan :
  - 1). 60 mm di bawah ujung atas dan di bawah di setiap pipa tegak kecuali ditentukan lain seperti pada butir 7.9.2.c.
  - 2). Pada bagian pipa yang menembus langit-langit di setiap lantai dalam gedung bertingkat banyak.
  - 3). Cukup satu buah pipa tegak yang berukuran 65 mm dengan panjang 1 m atau pipa tegak yang berukuran lebih dari 65 mm dengan panjang sampai 2 m.
  - 4). Pada tiap ujung dari pemipaan antara dua gedung.
  - 5). Pada tiap sisi sambungan dilatasi gedung.
- b). Khusus untuk gedung yang direncanakan tahan gempa bumi, kopling fleksibel harus dipasang pada bagian gedung tempat keluar atau masuknya pipa.
- c). Selubung pipa harus dipasang pada semua bagian yang menembus dinding, lantai, platform dan pondasi dengan ketentuan :
  - 1). Celah minimum antara pipa dengan selubung pipa sekurang-kurangnya 25 mm untuk pipa berukuran 25 mm sampai 90 mm dan 50 mm untuk pipa berukuran lebih besar atau sama dengan 100 mm.

- 2). Celah antara pipa dengan selubung pipa harus diisi dengan bahan elastik yang tidak mudah terbakar seperti serat kaca atau bahan lain yang setaraf.
  - 3). Selubung pipa pada lantai harus menonjol paling sedikit 80 mm di atas permukaan lantai.
- d). Penahan ayun untuk menghadapi pengaruh gempa bumi.
- 1). Pipa pemasukan dan pipa pembagi utama yang berukuran lebih besar atau sama dengan 65 mm harus digantung dengan menggunakan penahan ayun dua arah, untuk melawan gaya tarik dan tekan yang ekuivalen dengan 50% dari berat air dalam pipa.
  - 2). Bagian teratas dari pipa tegk harus diamankan terhadap guncangan dengan menggunakan penahan ayun empat arah.
  - 3). Apabila di tempat-tempat tertentu pada pipa cabang digunakan gantungan jenis U, maka harus digunakan gantungan jenis U ujung melingkar (Gambar 7.9.2.a)



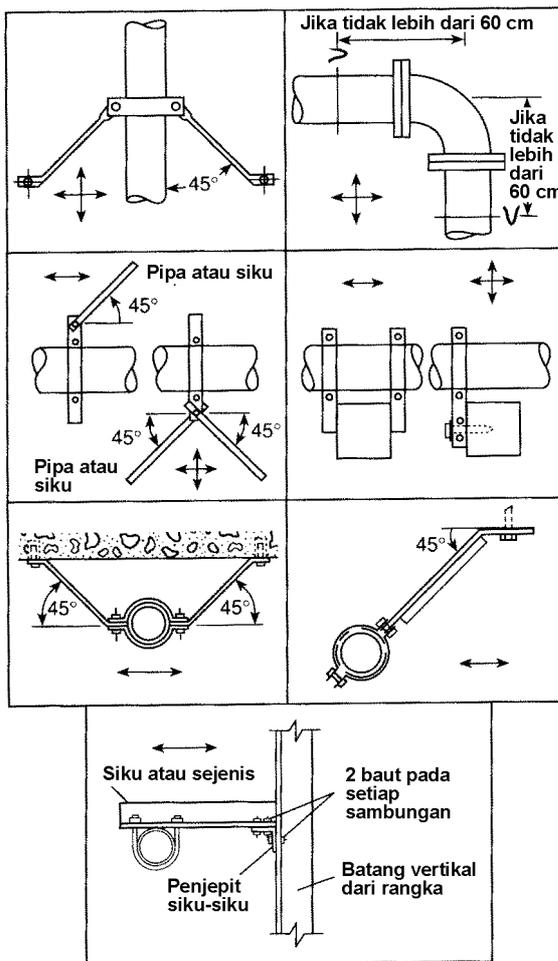
Gambar 7.9.2.a : Gantungan jenis U ujung melingkar.

- 4). Penggunaan gantungan jenis U untuk menunjang suatu sistem springkler telah memenuhi sebagian besar persyaratan penahan ayun, kecuali pada umumnya gantungan memanjang seperti gambar 7.9.2.b dan 7.9.2.c. harus juga digunakan untuk pemipaan berukuran lebih besar atau sama dengan 65 mm.

Dalam merencanakan penahan ayun, perbandingan kelangsingan  $I/r$  tidak boleh melebihi 200 dengan pengertian "I" adalah jarak ( dalam cm ) antara garis sumbu penahan dan "r" adalah jari-jari inersia ( dalam cm ) yang terkecil.

Contoh : Suatu batang pipih ukuran 5 cm x 1,0 cm hendaklah jangan lebih dari 54 cm di antara penguat.

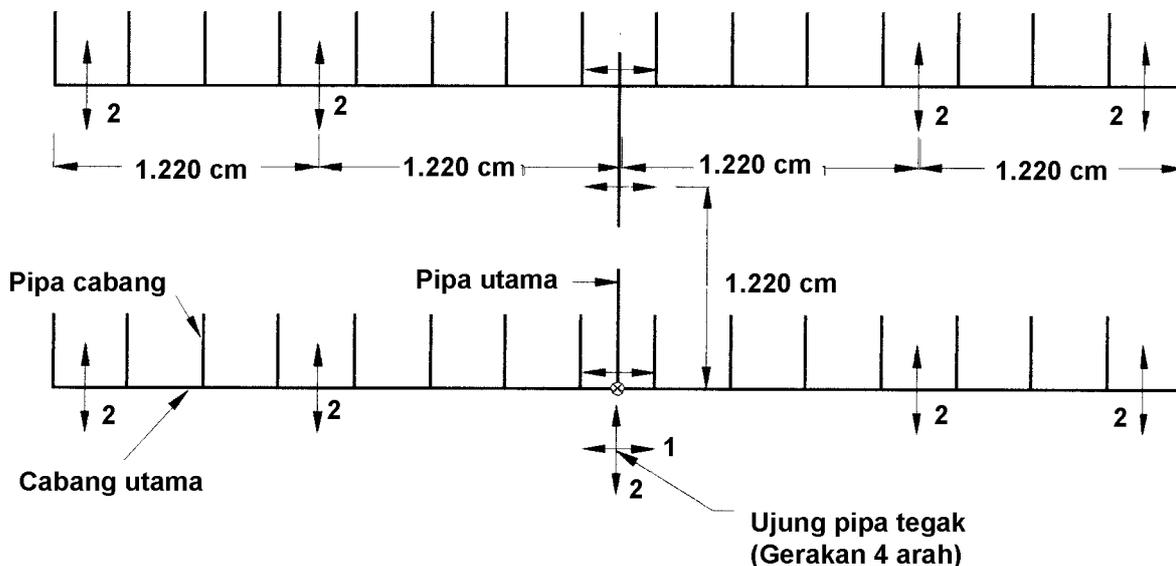
Panjang maksimum penahan ayun dengan berbagai penampang diperlihatkan dalam tabel 7.9.2.



Gambar 7.9.2.b. Jenis penahan ayun yang dapat diterima.

Tabel 7.9.2.

Penampang penahan ayun	Ukuran (mm)	Panjang maksimum (cm) $l / r = 200$
Besi siku	40 x 40 x 6	154
	50 x 50 x 6	192
	50 x 65 x 7	210
	65 x 65 x 7	252
	65 x 80 x 6	272
	80 x 80 x 8	310
Batang bulat	19	94
	22	109
	40 x 6	33
	50 x 6	33
	50 x 10	53
	25	213
	32	274
	40	315
50	399	



Gambar 7.9.2.c. Lokasi khusus penahan ayun.

Gambar ↔ menunjukkan lokasi yang cocok untuk penahan yang mencegah gerakan pipa pemasukan utama atau silang dalam arah sepanjang pipa utama.

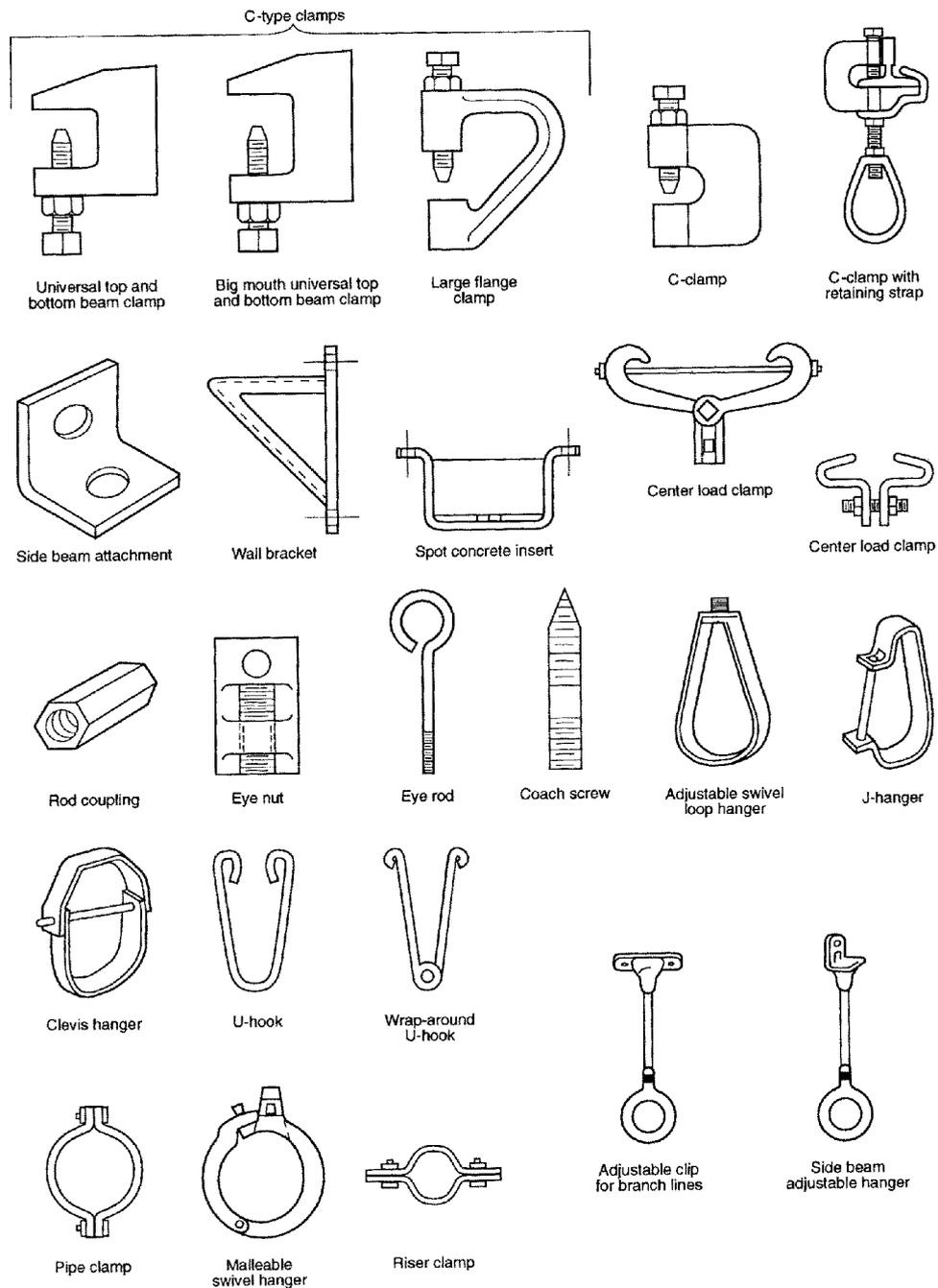
Sebuah penahan ayun dianggap cukup untuk setiap pipa utama, kecuali bila pipa tersebut panjang sekali atau bila terdapat ofset atau perubahan arah. Pipa 50 mm atau pipa yang lebih kecil tidak memenuhi persyaratan penahan ayun ini.

Gambar □ menunjukkan lokasi yang cocok untuk penahan ayun yang mencegah gerakan tegak lurus dari pipa pemasukan utama atau cabang utama.

Penahan ayun tersebut harus ditempatkan dengan jarak antara 910 cm sampai 1.220 cm. Jenis penahan ayun ini harus dipasang pada bagian ujung akhir pipa cabang utama atau pemasukan utama.

- 5). Sudut belokan kaki gantungan jenis U yang dipasang dengan pegangan sisi harus 10 derajat.
- 6). Apabila pipa pemasukan dan pipa pembagi utama digantung dengan gantungan batang tunggal yang panjangnya lebih dari 150 mm harus disediakan penahan ayun. Penahan ayun harus dipasang langsung pada pipa pemasukan dan pipa pembagi utama.
- 7). Pengikatan bagian pipa pada bagian-bagian yang mempunyai pergerakan berlainan seperti pengikatan pada dinding dan pengikatan pada atap harus dihindari.
- 8). **Gantungan pipa.**

Penggantung, angker, pilar dan sejenis lainnya yang digunakan dan cukup kuat untuk menahan beban pipa beserta isinya.



Gambar 7.9.8. : Gantungan pipa

**7.10. Drainase.**

**7.10.1. Pemasangan pipa drainase.**

- a). Seluruh pemipaan sistem springkler harus dipasang sedemikian rupa sehingga dapat dikeringkan, sejauh memungkinkan seluruh pemipaan harus diatur untuk dapat dikeringkan melalui katup pengering yang berukuran sekurang-kurangnya 50 mm untuk hunian bahaya

kebakaran sedang dan hunian bahaya kebakaran berat atau berukuran sekurang-kurangnya 40 mm untuk hunian bahaya kebakaran ringan.

- b). Seluruh bagian pemipaan yang merupakan perangkat harus dapat dikeringkan melalui pipa permanen yang dilengkapi dengan katup yang dipasang pada ketinggian kurang dari 3 m di atas lantai untuk memudahkan pengeringan.
- c). Pemipaan dan katup dipasang untuk pengeringan harus memenuhi tabel 7.10.1.

**Tabel 7.10.1.**

Ukuran pipa yang dikeringkan (mm)	Ukuran pipa dan katup pengering (mm)
sampai 50	20
65 s.d. 90	32
100 ke atas	50

**Catatan :** Bagian yang terperangkap pada pipa cabang dapat dikeringkan melalui pipa dan katup pengering berukuran 25 mm.

## **7.11. Penyambungan pipa dan alat penyambung.**

### **7.11.1. Pipa ulir dan alat penyambung.**

- a). Perhatian khusus harus diberikan pada pemasangan pipa berulir supaya tidak masuk terlalu dalam menembus alat penyambung, sehingga mengurangi pengaliran.
- b). Setelah pemotongan, pipa harus dibersihkan terhadap semua serpih dan gram.
- c). Kompon atau pita penyambung harus digunakan pada ulir jantan pipa dan tidak pada ulir betina alat penyambung.

### **7.11.2. Pipa las.**

- a). Pipa cabang, pipa pembagi, pipa pemasukan utama atau pipa tegak bagian demi bagian boleh dilas di bengkel sebelum pemasangan.
- b). Bagian-bagian dari pemipaan yang dilas harus disambung dengan sambungan flens (menggunakan mur baut) atau penyambungan gasket fleksibel atau cara penyambungan lain yang dibenarkan.
- c). Pemotongan pipa dengan busur las tidak diijinkan dalam perbaikan dan perubahan sistem springkler.
- d). Penyambungan pipa berukuran kurang dari 50 mm tidak diperbolehkan dengan las.
- e). Tukang las dan tukang solder tembaga harus mempunyai sertifikat dari instansi yang berwenang.
- f). Apabila direncanakan suatu pengelasan, kontraktor harus memperinci dalam gambar bagian-bagian yang akan dilas di bengkel, dan juga jenis alat-alat penyambung las yang digunakan.
- g). Apabila alat penyambung las digunakan untuk membentuk lubang keluar, maka :
  - 1). lubang pada pemipaan luar harus sesuai dengan ukuran alat penyambung.
  - 2). keping hasil perlubangan pipa harus dikeluarkan.
  - 3). kerak dan sisa pengelasan harus dibuang.

**7.11.3. Sambungan solder tembaga.**

- a). Sambungan pada pipa tembaga harus disolder tembaga kecuali ditentukan lain.
- b). Sambungan solder dapat diijinkan pada hunian bahaya kebakaran ringan dimana klasifikasi kepala springkler yang terpasang dari hunian bahaya kebakaran sedang.
- c). Sambungan solder dapat diijinkan pada hunian bahaya kebakaran sedang kelompok I untuk pemipaan di tempat yang tersembunyi.
- d). Sambungan jenis lain boleh digunakan atau dipasang sesuai dengan persyaratan yang dikeluarkan instansi yang berwenang.

**7.12. Alat penyambung.****7.12.1. Jenis alat penyambung.**

- a). Alat penyambung yang digunakan dalam sistem springkler harus sesuai dengan bahan yang tercantum dalam tabel 7.12.1.

**Tabel 7.12.1.**

Bahan	Alat penyambung yang digunakan dalam sistem springkler.
Besi tuang.	- Alat penyambung berulir.
	- Pipa dan alat penyambung flens.
	- Besi lunak alat penyambung berulir.
Baja	- Alat penyambung yang dilas.
	- Ujung yang dilas untuk pipa, katup, pipa flens dan sambungan flens.
	- Penyambungan baja tempa, soket berulir dan soket yang dilas.
Tembaga	- Sambungan perunggu dan tembaga yang disolder.
	- Sambungan perunggu tuang yang disolder.

- b). Alat penyambung yang digunakan dalam sistem springkler harus direncanakan untuk menahan tekanan kerja, tetapi tidak boleh lebih kecil dari 12 kg/cm<sup>2</sup>.
- c). Apabila pipa tegak berukuran lebih besar atau sama dengan 80 mm, harus digunakan sambungan flens pada pipa tegak di setiap lantai.

**7.13. Katup.****7.13.1. Jenis katup yang digunakan.**

- a). Semua katup yang disambungkan pada penyediaan air dan pada pipa penyediaan sistem springkler harus dari jenis katup penunjuk yang menunjukkan keadaan katup terbuka atau tertutup yang dibenarkan.

Kalau tidak digunakan katup penunjuk, dapat digunakan katup sorong bawah tanah yang ditempatkan dalam bak katup jalan yang dilengkapi dengan kunci T yang harus disetujui oleh instansi yang berwenang. Katup tersebut tidak boleh tertutup dalam waktu kurang dari 5 detik apabila ditutup dengan cepat keadaan terbuka penuh, untuk mencegah terjadinya kerusakan pipa yang disebabkan pukulan air.

Katup seperti tersebut di bawah ini tidak termasuk jenis katup penunjuk, akan tetapi pengaturannya dapat memenuhi persyaratan sebagai katup penunjuk.

- 1). Katup sorong bawah tanah yang dilengkapi dengan tonggak penunjuk yang menunjukkan posisi terbuka dan menutupnya katup.

- 2). Katup pengatur yang dibenarkan dan diatur terbuka pada keadaan normal dan memerlukan suatu tenaga untuk menutup dan mempertahankan keadaan tetap tertutup.
  - 3). Katup pengatur yang dibenarkan dan mempunyai penunjuk yang diandalkan yang dapat menunjukkan terbuka dan tertutupnya katup dan dihubungkan dengan gardu pengawas yang jauh.
- b). Katup pengering dan penguji harus dari jenis yang dibenarkan.
- c). Katup penahan balik harus dari jenis yang dibenarkan dan dapat dipasang pada posisi tegak dan datar.

#### **7.13.2. Katup pengatur.**

- a). Setiap sistem harus dilengkapi dengan sebuah katup penunjuk yang dibenarkan dan ditempatkan sedemikian rupa, sehingga dapat mengatur semua sumber penyediaan air, kecuali sambungan ke sambungan pemadam kebakaran sesuai dengan apa yang diatur dalam ayat 7.1.1.d.
- b). Pad setiap sumber penyediaan harus dipasang sekurang-kurangnya satu buah katup penunjuk yang dibenarkan, kecuali sambungan pemadam kebakaran.
- c). Kecuali katup sorong bawah jalan, katup pengatur sistem springkler harus diamankan dalam keadaan terbuka dengan cara sebagai berikut :
  - 1). Pemasangan tanda bahaya lokal yang akan mengeluarkan suara pada suatu tempat yang selalu dijaga.
  - 2). Penguncian katup pada keadaan terbuka.
  - 3). Penyegelan katup, tiap minggu dicatat apakah segel dalam keadaan baik.  
Penyegelan hanya bisa dilakukan apabila katup diletakkan di ruangan tertutup di bawah penguasaan pemilik gedung.
- d). Apabila terdapat lebih dari satu sumber penyediaan air, katup penahan balik harus dipasang di tiap sambungan. Apabila dipakai pompa kebakaran otomatis yang dilengkapi dengan tangki udara atau peredam, katup penahan balik tidak diperlukan.
- e). Katup penahan balik harus dipasang pada masing-masing sambungan penyediaan air, jika terdapat sambungan pemadam kebakaran pada sistem.
- f). Bila suatu sistem springkler pipa tunggal dilengkapi dengan sambungan pemadam kebakaran, maka katup kendali dianggap sebagai suatu katup penahan balik dan tidak diperlukan suatu katup penahan balik lagi.
- g). Pada sambungan jaringan kota yang bekerja sebagai satu-satunya sumber penyediaan air, katup jaringan kota pada sambungan tersebut diatas dapat bekerja sebagai suatu katup yang disyaratkan. Suatu katup penunjuk yang dibenarkan atau suatu katup dengan tonggak penunjuk harus dipasang pada sistem di sebelah katup penahan balik.

#### **7.13.3. Penandaan katup.**

Apabila terdapat lebih dari satu katup pengatur, harus disediakan tanda yang menunjukkan bagian sistem yang diatur oleh tiap katup.

## 7.14. Gantungan.

### 7.14.1. Umum.

- a). Pemipaan springkler harus dapat ditahan dengan baik oleh kerangka gedung yang dapat menahan beban tambahan dari pemipaan yang berisi air, ditambah dengan beban minimum sebesar 113 kg yang berlaku pada titik gantungan.
- b). Jenis gantungan dan cara pemasangannya harus disesuaikan dengan persyaratan pasal ini. Penyimpangan terhadap pasal ini haerus memenuhi syarat berikut dan disyahkan oleh asosiasi profesi.
  - 1). Jenis gantungan direncanakan untuk dapat menahan lima kali berat pipa berisi air, ditambah 113 kg pada masing-masing titik penahan pemipaan.
  - 2). Semua titik-titik penahan cukup kuat untuk menahan sistem springkler.
  - 3). Bahan dari besi digunakan pada komponen gantungan.

Perhitungan detail yang menggambarkan tegangan yang terjadi pada penggantung dan pemipaan, termasuk faktor keamanan, harus diserahkan, apabila disyaratkan oleh instansi yang berwenang untuk penilaian.
- c). Pemipaan springkler harus digantung terpisah dari gantungan langit-langit, kecuali ditentukan lain oleh butir 7.14.1.h.
- d). Apabila pemipaan springkler dipasang di bawah saluran tertutup, pemipaan harus digantung dengan kokoh pada kerangka gedung atau pada baja siku yang menahan saluran tertutup tersebut di atas dengan ketentuan sesuai tabel 7.14.1.
- e). Komponen gantungan yang dirakit, dimana dipasang secara langsung pada pipa atau rangka gedung harus didaftar, kecuali untuk gantungan baja lunak yang terbuat dari besi batangan.
- f). Ukuran minimum besi siku atau pipa pada gantungan trapis yang membentang antara gordeng atau anak balok tercantum dalam tabel 7.14.1.f, penggunaan besi siku harus dengan sisi yang lebar pada kedudukan tegak. Ukuran atau bentuk lain yang mempunyai momen inersia sama atau lebih besar dari besi siku atau pipa boleh digunakan.
- g). Ukuran batang gantungan dan mur pengikat untuk menahan besi siku atau pipa yang ditunjukkan dalam tabel 7.14.1. harus memenuhi butir 7.14.3.
- h). Batang kait dan gantungan cincin harus diperkuat dengan mur pengunci untuk mencegah gerakan lateral pada titik penahan.

Tabel 7.14.1.f.

Ukuran pipa (mm)	65	80	90	100	125	150	200	250
Jarak gantungan trapis (cm)	Ukuran gantungan trapis : besi siku ( pipa ) ( mm )							
45	40x40x5	40x40x5	40x40x5	40x40x5	40x40x5	50x65x5	55x75x5	55x75x7
	(25)	(25)	(25)	(25)	(32)	(32)	(40)	(50)
60	40x40x5	40x50x5	40x50x5	40x50x6	40x60x6	40x60x6	55x75x5	55x75x7
	(25)	(25)	(25)	(32)	(32)	(40)	(50)	(50)
75	40x50x5	40x50x5	40x50x5	40x60x6	55x75x5	55x75x5	65x100x7	65x100x7
	(25)	(25)	(32)	(32)	(40)	(50)	(50)	(50)
90	40x50x5	40x50x5	40x60x6	40x60x6	55x75x5	55x75x5	65x100x7	65x100x7
	(25)	(32)	(32)	(32)	(40)	(50)	(65)	(65)
120	40x50x6	40x60x6	40x60x6	55x75x5	55x75x5	55x75x5	65x100x7	75x100x7
	(32)	(32)	(40)	(40)	(50)	(50)	(65)	(90)
150	40x60x6	40x60x5	55x75x5	55x75x5	55x75x5	65x100x7	75x100x7	75x130x8
	(32)	(40)	(40)	(50)	(50)	(65)	(65)	(100)
180	40x60x6	55x75x5	55x75x7	55x75x7	65x100x7	75x100x7	75x130x8	75x150x9
	(40)	(50)	(50)	(50)	(65)	(65)	(80)	(100)
210	55x75x5	55x75x5	55x75x7	55x75x7	65x100x7	75x100x9	75x130x8	75x150x9
	(50)	(50)	(50)	(65)	(65)	(80)	(80)	(100)
240	55x75x5	55x75x7	65x100x7	65x100x7	75x100x7	75x100x9	75x130x8	75x150x9
	(50)	(65)	(65)	(65)	(80)	(80)	(90)	(100)
270	55x75x5	55x75x7	65x100x9	65x100x9	65x100x9	75x100x9	75x130x8	75x150x9
	(50)	(65)	(65)	(80)	(90)	(90)	(100)	(125)
300	55x75x7	55x75x7	65x100x9	65x100x9	75x100x9	75x130x8	75x150x9	75x150x9
	(65)	(65)	(65)	(80)	(90)	(90)	(100)	(125)

### 7.14.2. Gantungan pada beton.

- Komponen yang dibenarkan yang tertanam dalam beton, boleh dipasang untuk penahan gantungan. Klos kayu tidak boleh digunakan.
- Lubang melalui balok beton boleh juga dianggap sebagai suatu pengertian gantungan untuk menahan pemipaan.

### 7.14.3. Batang penggantung dan gantungan "U".

- Ukuran batang penggantung harus sama dengan ukuran batang pada rakitan yang dibenarkan, dan ukuran batang tidak boleh kurang dari apa yang tercantum dalam tabel 7.14.3.a.

Tabel 7.14.3.a.

Ukuran pipa (mm).	Ukuran batang penggantung (mm).
sampai dengan 100	10
125, 150 dan 200	13
250 dan 300	15

## b). Gantungan “U”.

Ukuran batang yang dipergunakan untuk membuat gantungan “U” tidak boleh kurang dari apa yang tercantum dalam tabel 7.14.3.b.

Tabel 7.14.3.b.

Ukuran pipa (mm)	Ukuran bahan batang penggantung (mm)
sampai dengan 50	8
65, 80	10
90, 100	11
125	13
150	15
200	20

## c). Sekerup.

Kecuali seperti apa yang ditentukan dalam butir 7.14.3.e. ukuran sekerup flens langit-langit dan gantungan “U” tidak boleh kurang dari apa yang tercantum dalam tabel 7.14.3.c.

Tabel 7.14.3.c.

Ukuran pipa (mm)	Ukuran sekerup mm (inci)
<b>Flens dengan 2 sekerup</b>	
Sampai dengan 50	Sekerup kayu 18 x 40 ( $\frac{3}{4} \times 1\frac{1}{2}$ )
<b>Flens dengan 3 sekerup</b>	
sampai dengan 50	sekerup kayu 18 x 40 ( $\frac{3}{4} \times 1\frac{1}{2}$ )
65, 80, 90	sekerup putar 10 x 50 ( $\frac{3}{8} \times 2$ )
100, 125, 150	sekerup putar 13 x 50 ( $\frac{1}{2} \times 2$ )
200	sekerup putar 15 x 80 ( $\frac{5}{8} \times 3$ )
<b>Flens dengan 4 sekerup</b>	
sampai dengan 50	sekerup kayu No.18 – 40 ( $\frac{3}{4} \times 1\frac{1}{2}$ )
65, 80, 90	sekerup putar 10 – 40 ( $\frac{3}{8} \times 1\frac{1}{2}$ )
100, 125, 150	sekerup putar 13 x 50 ( $\frac{1}{2} \times 2$ )
200	sekerup putar 15 x 80 ( $\frac{5}{8} \times 3$ )
<b>Gantungan “U”</b>	
sampai dengan 50	sekerup kayu 16 x 50 ( $\frac{5}{8} \times 2$ )
65, 80, 90	sekerup putar 10 x 65 ( $\frac{3}{8} \times 2\frac{1}{2}$ )
100, 125, 150	sekerup putar 13 x 80 ( $\frac{1}{2} \times 3$ )
200	sekerup putar 15 x 80 ( $\frac{5}{8} \times 3$ )

- d). Kecuali ditentukan lain seperti dalam butir 6.15.3.g. ukuran baut atau sekerup yang dipasang untuk batang kait atau flens pada sisi dari suatu balok, tidak boleh kurang dari yang ditentukan dalam tabel 7.14.3.d.

Tabel 7.14.3.d.

Ukuran pipa (mm)	Ukuran baut/sekerup mm (inci)	Panjang sekerup yang digunakan untuk balok kayu mm (inci).
sampai dengan 50	10 ( $\frac{3}{8}$ )	65 ( $2\frac{1}{2}$ )
65 s.d 150	13 ( $\frac{1}{2}$ )	80 (3)
200	15 ( $\frac{5}{8}$ )	80 (3)

- e). Sekerup hanya digunakan dalam posisi datar seperti pada sisi balok. Sekerup kayu tidak boleh dipukul. Paku tidak boleh digunakan untuk pengikat gantungan.
- f). Sekerup pada sisi balok kayu atau balok kuda-kuda untuk penahan pipa cabang tidak boleh kurang dari 65 mm dari tepi sebelah bawah balok atau tidak kurang dari 80 mm bila digunakan untuk penahan pipa utama.
- g). Apabila sekerup yang panjangnya 50 mm tidak mungkin dipakai untuk papan dan flens, maka sekerup yang panjangnya 45 mm dapat dipakai dengan jarak penggantung tidak lebih dari 3 m. Apabila sekerup yang panjangnya 80 mm tidak mungkin dipakai untuk balok atau balok kuda-kuda maka sekerup yang panjangnya 50 dapat dipakai dengan jarak penggantung tidak lebih dari 3 m.
- h). Tebal minimum papan dan lebar minimum bagian bawah balok atau balok kuda-kuda di mana digunakan sekerup batang, harus sesuai dengan tabel 6.15..3.h.

Sekerup batang tidak dapat digunakan untuk menahan pipa yang berukuran lebih besar dari 150 mm. Semua lubang untuk sekerup batang harus dibor 3 mm lebih kecil dari ukuran luar ulir sekerup batang.

Tabel 7.14.3.h.

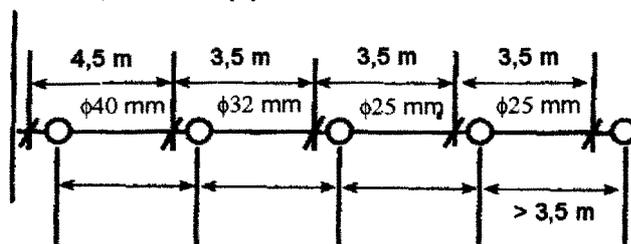
Ukuran pipa (mm)	Tebal papan nominal (mm)	Lebar nominal permukaan balok (mm)
sampai dengan 50	80	50
65 s.d 90	100	50
100 dan 125	100	80
150	100	100

**7.14.4. Jarak maksimum antara gantungan.**

Jarak maksimum antara gantungan tidak boleh lebih dari 3,5 m untuk pipa berukuran 25 mm dan 32 mm, serta tidak lebih dari 4,5 m untuk pipa berukuran 40 mm dan yang lebih besar, kecuali ditentukan lain seperti butir 7.14.7. (lihat gambar 7.14.4).

Jarak maksimum untuk gantungan :

Jarak maksimum untuk gantungan :  
 3,5 m untuk pipa 32 mm dan lebih kecil.  
 4,5 m untuk pipa 40 mm dan lebih besar.



Gambar 7.14.4. Jarak antara gantungan

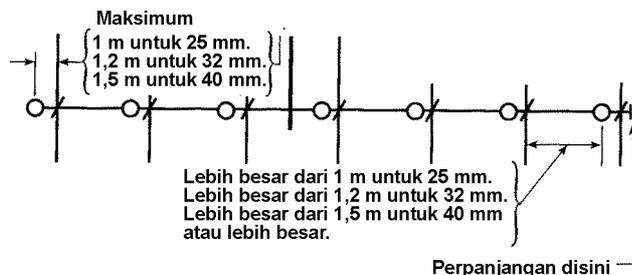
**7.14.5. Penempatan gantungan pada pipa cabang.**

- a). Pada setiap pipa cabang harus terdapat sekurang-kurangnya sebuah gantungan atau sebuah gantungan pada setiap panjang pipa, kecuali ditentukan lain oleh butir 7.14.5.b. dan 7.14.5.f.
- b). Jarak antara gantungan dan poros kepala springkler arah ke atas tidak boleh kurang dari 80 mm.
- c). Untuk ukuran pipa berukuran 25 mm, panjang pipa antara kepala springkler ujung sampai ke gantungan terakhir tidak boleh lebih dari 0,9 m atau untuk pipa berukuran 32 mm tidak boleh lebih dari 1,2 m. Apabila batas-batas tersebut dilampaui maka pipa harus diperpanjang sampai melewati springkler ujung dan ditahan dengan gantungan tambahan (lihat gambar 7.14.5.c).

Maksimum:

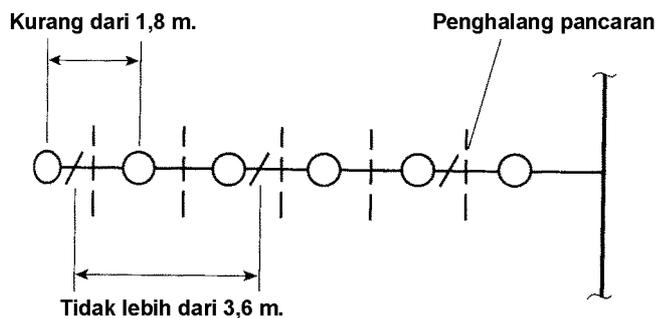
0,9 m untuk 25 mm.

1,2 mm untuk 32 mm.



Gambar 7.14.5.c. Jarak kepala springkler ke gantungan.

- d). Apabila jarak antara kepala springkler kurang dari 1,8 m, gantungan boleh ditempatkan dengan jarak tidak lebih dari 3,6 m ( lihat gambar 7.14.5.d.).



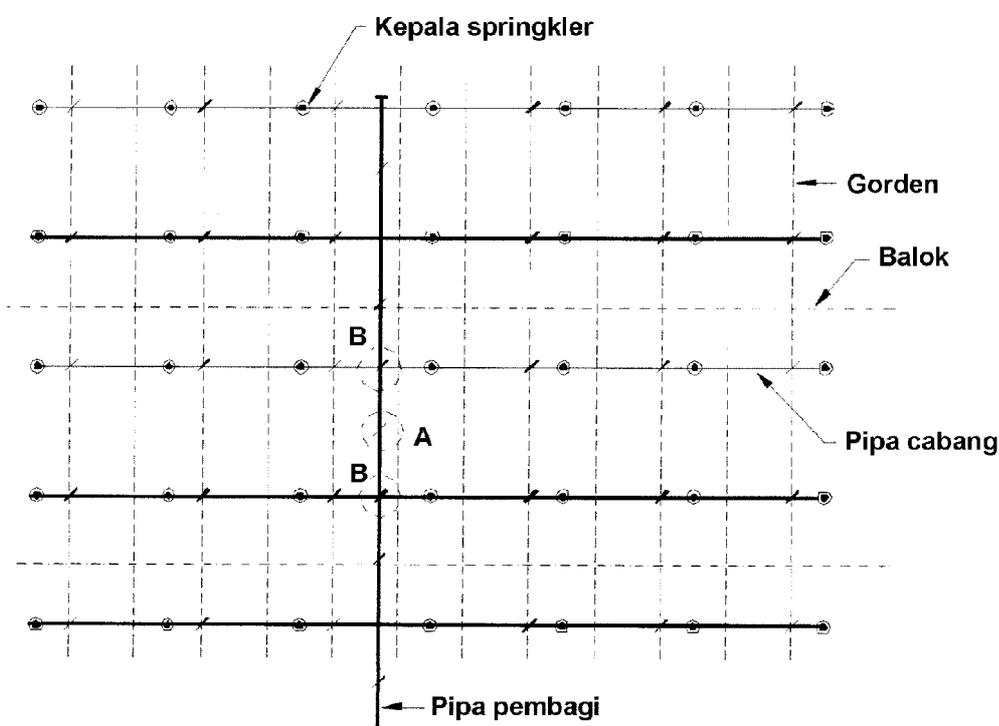
Gambar 7.14.5.d. : Jarak antara gantungan.

- e). Pangkal pipa cabang yang panjangnya kurang dari 1,8 m tidak memerlukan gantungan kecuali apabila gantungan pada ujung pipa dari sistem pemasukan sisi atau gantungan tengah dari pipa pembagi ditiadakan.

- f). Gantungan tidak diperlukan pada lengan pipa cabang yang berukuran 25 mm dan panjang 0,3 m untuk pipa tembaga dan 0,6 m untuk pipa baja diukur dari pipa cabang atau pipa pembagi.

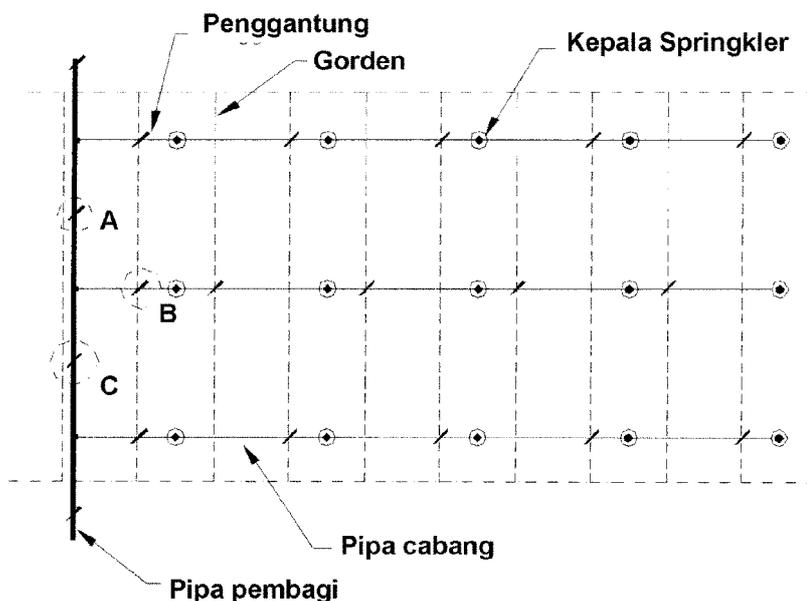
#### 7.14.6. Penempatan gantungan pada pipa pembagi.

- a). Pada pipa pembagi harus terdapat sekurang-kurangnya satu gantungan diantara dua pipa cabang. Gantungan tengah boleh dihilangkan seperti apa yang diuraikan pada butir 7.14.6.b. s.d. 7.14.6.d.
- b). Pipa pembagi pada trafe yang mempunyai dua pipa cabang, gantungan tengahnya boleh dihilangkan dengan ketentuan bahwa gantungan yang diletakkan pada gordeng harus dipasang pada tiap pipa cabang dan diletakkan sedekat mungkin pada pipa pembagi bila letak gordeng memungkinkannya (lihat gambar 7.14.6.b). Gantungan pipa cabang lainnya harus dipasang sesuai dengan butir 7.14.6.



Gambar 7.14.6.b. Gantungan pada pipa pembagi.

- c). Pipa pembagi pada trafe yang mempunyai tiga pipa cabang atau lebih yang mendapat pemasukan sisi atau tengah, hanya satu gantungan tengah boleh dihilangkan, dengan ketentuan bahwa gantungan yang diletakkan pada gordeng dipasang pada tiap pipa cabang dan diletakkan sedekat mungkin dengan pipa pembagi bila letak gordeng memungkinkannya (lihat gambar 7.14.6.c).
- d). Gantungan trapis tengah harus dipasang pada ujung pipa pembagi kecuali kalau pipa pembagi diperpanjang sampai tempat penggantungan berikutnya dengan memasang suatu gantungan biasa, dalam keadaan tersebut gantungan tengah boleh dihilangkan sesuai butir 7.14.6.b dan 7.14.6.c.



Gambar 6.15.6.c. Gantungan dihilangkan pada sistem pemasukan sisi.

#### 7.14.7. Penempatan gantungan pada pipa masuk utama.

Pada pipa masuk utama harus terdapat sekurang-kurangnya satu gantungan untuk setiap 4,5 m panjang pipa.

#### 7.14.8. Penahan pipa tegak.

- Pipa tegak harus ditahan dengan pengikat langsung pada pipa tegaknya atau dengan gantungan yang ditempatkan pada offset datar yang dekat pada pipa tegak.
- Penahan pipa tegak harus disediakan pada setiap lantai.
- Pemasangan klem penahan pipa pada bagian gedung harus kuat menahan pipa.

#### 7.15. Kepala Springkler.

##### 7.15.1. Kepala springkler standar.

Kepala springkler yang digunakan harus kepala springkler standar.

##### 7.15.2. Jenis kepala springkler.

- Kepala springkler yang boleh digunakan hanya kepala springkler yang terdaftar. Perubahan apapun tidak dibolehkan pada kepala springkler setelah keluar dari pabrik.
- Sifat-sifat aliran kepala springkler harus dibedakan dalam tiga hal :
  - yang dibenarkan untuk penggunaan sebagai kepala springkler pancaran atas.
  - yang dibenarkan untuk penggunaan sebagai kepala springkler pancaran bawah.
  - yang dibenarkan untuk penggunaan sebagai kepala springkler dinding.
- Kepala springkler yang digunakan untuk maksud khusus dan ditempatkan sesuai dengan uraian pada butir 7.15.2.d. s/d 7.15.4. harus dari jenis yang khusus dibenarkan untuk penggunaan tersebut.

- d). Kepala springkler terbuka boleh digunakan untuk melindungi bahaya kebakaran khusus seperti tempat-tempat terbuka atau untuk tempat khusus lainnya.
- e). Kepala springkler dengan ukuran lubang yang lebih kecil boleh digunakan untuk daerah atau keadaan yang tidak membutuhkan air sebanyak yang dipancarkan oleh sebuah kepala springkler dengan ukuran lubang nominal 10 mm.
- f). Kepala springkler dengan ukuran lubang nominal lebih besar dari 10 mm boleh digunakan untuk daerah atau keadaan yang membutuhkan air lebih banyak dari jumlah yang dipancarkan oleh sebuah kepala springkler dengan ukuran lubang nominal 10 mm. Kepala springkler dengan ukuran lubang nominal lebih besar dari 10 mm yang mempunyai ulir pipa besi 10 mm tidak boleh dipasang pada sistem springkler terbaru.

#### 7.15.3. Kepala springkler tahan korosi.

Pada tempat-tempat pengolahan kertas, pabrik alkali, pabrik pupuk organik, prengepakan, penyamakan kulit, pengecoran, penempaan, rumah asap, pabrik cuka, kandang hewan, ruang baterai, ruang penyepuhan secara listrik, runag penggalbani, semua jenis ruang penguapan, termasuk ruang pengeringan beruap lembab, ruang penyimpanan garam, dipo lokomotif, drive way (terowongan masuk tempat parkir), bagian yang terbuka terhadap cuaca luar seperti yang terbuka terhadap udara laut, sekitar alat pengelantang di dalam kilang tepung, semua bagian gedung pendingin yang menggunakan sistem pemuaiam amoniak langsung di setiap bagian dari pabrik di mana terdapat uap korosif, harus dipasang kepala springkler tahan korosi atau kepala springkler yang diberi lapisan pelindung sesuai dengan persyaratan pabrik.

#### 7.15.4. Kapasitas pancaran.

##### a). Perhitungan kapasitas pancaran air di kepala springkler.

Untuk menghitung kapasitas pancaran air di kepala springkler, berlaku rumus :

$$Q = k \cdot \sqrt{P}$$

dimana :

Q = kapasitas pancaran tiap kepala springkler, dalam liter/menit.

k = konstanta yang ditentukan oleh ukuran nominal lubang kepala springkler.

P = tekanan air di kepala springkler dalam  $\text{kg/cm}^2$ .

##### b). Ukuran lubang kepala springkler.

Ukuran nominal lubang kepala springkler yang dibenarkan untuk masing-masing sistem bahaya kebakaran adalah sebagai berikut :

No.	Klasifikasi bahaya kebakaran	Ukuran nominal lubang kepala springkler ( mm ).
1	Sistem bahaua kebakaran ringan.	10
2	Sistem bahaya kebakaran sedang.	15
3	Sistem bahaya kebakaran berat	20

##### c). Konstanta “k”.

Konstanta “k” untuk ketiga ukuran lubang kepala springkler tersebut di atas adalah sebagai berikut

No.	Ukuran nominal lubang kepala springkler ( mm ).	Konstanta "k"
1	10	57 ± 5%
2	15	80 ± 5%
3	20	115 ± 5%

#### 7.15.5. Tingkat suhu kepala springkler.

a). Tingkat suhu kepala springkler otomatis ditunjukkan dalam tabel di bawah ini :

Tingkat suhu untuk jenis sambungan lebur (°C )	Warna tangkai
68 / 74	Tanpa warna
93 / 100	Putih
141	Biru
182	Kuning
227	Merah

Tingkat suhu untuk jenis glass bulb (°C )	Warna cairan dalam gelas
57	Jingga
68	Merah
79	Kuning
93	Hijau
141	Biru
182	Ungu
203 / 260	Hitam

Pemilihan tingkat suhu kepala springkler tidak boleh kurang dari 30°C di atas suhu ruangan.

- b). Kepala springkler dalam ruangan tersembunyi atau pada ruang peragaan tanpa dilengkapi ventilasi harus dari tingkat suhu antara 79°C ~ 100°C.
- c). Kepala springkler yang digunakan untuk melindungi peralatan masak jenis komersial, tutup mesin pembuat kertas atau yang dipasang dalam dapur pengering harus dari tingkat suhu tinggi,
- d). Apabila ada langit-langit atau atap yang dipasang di atas oven, maka pada langit-langit atau atap tersebut sampai radius 3 m harus dipasang kepala springkler dengan tingkat suhu yang sama dengan 141°C.

#### 7.15.6. Jumlah maksimum kepala springkler.

Jumlah maksimum kepala springkler yang dapat dipasang pada satu katup kendali adalah :

Klasifikasi bahaya kebakaran	Jumlah kepala springkler (buah).
Sistem bahaya kebakaran ringan.	500
Sistem bahaya kebakaran sedang.	1.000
Sistem bahaya kebakaran berat	1.000

**Catatan :** Jumlah kepala springkler di tempat tertutup dapat diabaikan.

#### 7.15.7. Penggantian sifat hunian.

Dalam hal ini ada penggantian sifat hunian yang mengakibatkan perubahan suhu, kepala springkler harus diganti sesuai dengan penggantian dan perubahan tersebut.

**7.15.8. Persediaan kepala springkler cadangan.**

Persediaan kepala springkler cadangan dan kunci kepala springkler harus disimpan dalam satu kotak khusus yang ditempatkan dalam ruangan yang setiap suhunya tidak lebih dari 38°C.

Persediaan kepala springkler cadangan tersebut paling sedikit adalah sebagai berikut :

No.	Klasifikasi bahaya kebakaran	Persediaan kepala springkler cadangan
1	Sistem bahaya kebakaran ringan.	6
2	Sistem bahaya kebakaran sedang.	24
3	Sistem bahaya kebakaran berat.	36

**Catatan :**

- 1). Perasediaanan kepala springkler cadangan harus meliputi semua jenis dan tingkat suhu dari kepala springkler yang terpasang.
- 2). Apabila terdapat lebih dari 2 sistem, maka jumlah persediaan springkler cadangan harus ditambah 50% dari ketentuan tersebut di atas.

**7.15.9. Perlindungan terhadap kepala springkler.**

Kepala springkler yang dipasang di tempat yang mungkin mendapat kerusakan mekanis harus dilindungi dengan pelindung yang dibenarkan.

**7.15.10. Pengecatan dan warna lapisan.**

- a). Apabila pemipaan sistem springkler diberi suatu macam lapisan seperti pengapuran atau cat, perlu diperhatikan bahwa kepala springkler otomatis tidak boleh terkena lapisan.
- b). Kepala springkler tidak boleh di cat kecuali pemberian lapisan warna yang dilakukan oleh pabrik, setiap kepala springkler yang kena cat harus diganti dengan kepala springkler baru yang telah ditentukan.
- c). Warna lapisan tidak boleh diberikan pada kepala springkler oleh siapapun, kecuali oleh pabrik pembuatnya dengan warna lapisan yang diijinkan.

**7.16. Tanda bahaya.****7.16.1. Definisi.**

Unit tanda bahaya lokal adalah suatu peralatan yang dibenarkan dan dipasang sedemikian rupa, sehingga dengan aliran air yang sama atau lebih besar dari aliran air untuk satu kepala springkler dari suatu sistem springkler akan menghasilkan suatu isyarat tanda bahaya dalam bentuk suara.

**7.16.2. Alat tanda bahaya.**

- a). Tanda bahaya lokal dengan aliran air harus digunakan pada semua sistem springkler yang mempunyai kepala springkler lebih dari 20 buah.
- b). Pada sistem springkler yang mempunyai kepala springkler kurang dari 20 buah dapat dipakai alat deteksi aliran air (*flow switch*).

**7.16.3. Alat deteksi aliran air.**

- a). Perlengkapan tanda bahaya untuk sistem springkler harus terdiri dari katup kendali tanda bahaya (*alarm control valve*) atau alat deteksi aliran air (*flow switch*) yang dibenarkan dengan perlengkapan yang diperlukan untuk memberikan suatu isyarat tanda bahaya.

- b). Perlengkapan tanda bahaya untuk sistem pancaran serentak harus terdiri dari perlengkapan tanda bahaya yang dibenarkan yang bekerja karena sistem deteksi dan tergantung oleh aliran air dalam sistem tersebut.

#### **7.16.4. Perlengkapan umum.**

- a). Unit tanda bahaya harus meliputi tanda bahaya mekanik atau tanda bahaya listrik yang tahan cuaca dan dibenarkan, antara lain gong, bel, klakson, sirenen.
- b). Tanda bahaya mekanik atau tanda bahaya listrik yang dipasang di luar gedung harus dari jenis tahan cuaca dan mempunyai pelindung.
- c). Pada setiap katup kendali tanda bahaya (*alarm control*) yang digunakan pada kondisi tekanan air tidak tetap, harus dipasang suatu tabung pengimbang tekanan air. Pada pipa tabung pengimbang tekanan harus dipasang sebuah katup yang digunakan pada waktu perbaikan tabung tanpa menutup aliran ke kepala springkler. Katup tersebut harus dipasang sedemikian rupa sehingga dapat dikunci atau disegel dalam kedudukan terbuka.
- d). Pada pancaran air serentak, harus dipasang sambungan pengujian untuk tanda bahaya listrik dan atau gong motor air. Sambungan tersebut pada bagian yang berair harus dilengkapi dengan katup pengatur dan pipa pengering untuk pemipaan tanda bahaya.
- e). Katup dari katup kendali harus dipasang di depan kontaktor atau gong motor air yang bekerja karena tekanan air.
- f). Katup dari katup kendali harus dari jenis yang dapat jelas menunjukkan terbuka atau tertutup dan harus dibuat sedemikian rupa sehingga dapat dikunci atau disegel dalam kedudukan terbuka.

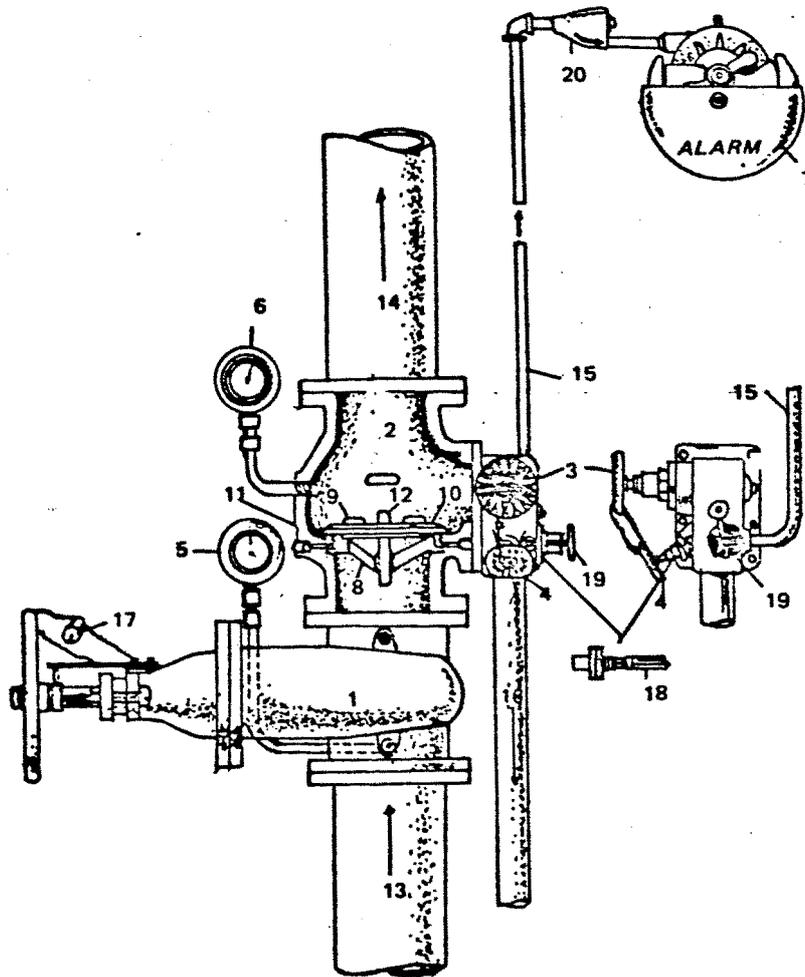
#### **7.16.5. Perlengkapan yang bekerja secara mekanik.**

- a). Semua sistem springkler yang menggunakan gong motor air, harus dilengkapi saringan air yang berukuran 19 mm dan dibenarkan. Saringan tersebut harus dipasang pada pipa keluar alat deteksi aliran air.  

Apabila digunakan tabung pengimbang, saringan tersebut dapat dipasang pada bagian pipa keluar tabung pengimbang. Pada tabung pengimbang yang telah memiliki saringan terpadu tidak diperlukan saringan tambahan.
- b). Gong motor air harus dilindungi terhadap cuaca, disetel setepat-tepatnya dan dipasang sedemikian rupa, sehingga tidak mudah berubah setelahnya.
- c). Semua pemipaan yang melayani peralatan tersebut harus dari pipa galbani, pipa perunggu atau pipa tahan karat lainnya yang dibenarkan dan berukuran tidak kurang dari 19 mm.

#### **7.16.6. Perlengkapan yang bekerja secara listrik.**

- a). Semua perlengkapan tanda bahaya yang bekerja secara listrik harus sesuai dengan pedoman sistem tanda bahaya kebakaran otomatis yang berlaku.
- b). Sakelar deteksi aliran air dapat digunakan dari jenis rangkaian terbuka.
- c). Peralatan deteksi aliran air termasuk rangkaian tanda bahaya, harus diuji dengan aliran air yang sebenarnya dengan membuka sambungan penguji.
- d). Semua peralatan listrik harus mengikuti Peraturan Umum Instalasi Listrik yang berlaku di Indonesia.



- |   |  |
|---|--|
| 1. Katup pengatur.                                  | 15. Sambungan ke peralatan tanda bahaya. |
| 2. Katup tanda bahaya.                              | 16. Pipa pengering.                      |
| 3. Katup uji dan pengering (50 mm)                  | 17. Kunci gantung dan rantai.            |
| 4. Katup uji (13 mm).                               | 18. Sumbat untuk air tetesan.            |
| 5. Pengukur tekanan air pada sistem penyediaan air. | 19. Katup penyetop tanda bahaya.         |
| 6. Pengukur tekanan air pada sistem springkler.     | 20. Saringan.                            |
| 7. Motor dan gong tanda bahaya.                     |  |
| 8. Gabungan dudukan dan pengarah katup.             |  |
| 9. Katup balik kecil.                               |  |
| 10. Piringan komposisi.                             |  |
| 11. Alur melingkar pada dudukan katup.              |  |
| 12. Pengimbang (kompensator).                       |  |
| 13. Pipa pemasukan air.                             |  |
| 14. Pemasukan utama ke sistem springkler.           |  |

Gambar 7.16.4. Tanda bahaya listrik dan gong motor air.

**Apendiks – 1.**

**Plat berlubang.**

Tabel A.1.1. dan A.1.2. tersebut di bawah ini digunakan untuk membantu perhitungan ukuran lubang pelat agar diperoleh keseimbangan hidrolik yang tersebut dalam butir 7.3.2.

Tabel ini menunjukkan ukuran lubang plat yang betul untuk pipa berukuran dari 50 mm sampai dengan 200 mm, dengan nilai kehilangan tekanan ( $P_0$ ) dalam  $kg/cm^2$  dan perkiraan debit ( $Q_0$ ) dalam liter/menit.

Tabel A.1.1. digunakan untuk pipa kecil didasarkan pada debit 500 liter/menit dan tabel A.1.2. digunakan untuk pipa besar dengan debit 5000 liter/menit. Untuk memilih plat berlubang yang mengakibatkan kehilangan tekanan sebesar  $P_x$   $kg/cm^2$  dengan debit  $Q_x$  liter/menit, harus dihitung nilai  $P_0$  menurut rumus berikut dan digunakan tabel yang sesuai guna memperoleh ukuran lubang yang betul. Bila diperlukan dapat digunakan interpolasi.

Untuk pipa & 50 mm dan & 65 mm :

$$P_0 = P_x \cdot \left\langle \frac{500}{Q_x} \right\rangle \dots\dots\dots [ A.1.(1) ].$$

Untuk pipa & 80 mm sampai dengan & 200 mm :

$$P_0 = P_x \cdot \left\langle \frac{5.000}{Q_x} \right\rangle \dots\dots\dots [ A.1.(2) ].$$

dimana :

$P_0$  = kehilangan tekanan (  $kg/cm^2$  ).

$Q_0$  = debit air (liter/menit).

**Tabel A.1.1.: Plat berlubang untuk pipa berukuran 50 mm dan 65 mm.**

Kehilangan tekanan $P_0$ ( $kg/cm^2$ )	Ukuran plat berlubang		Faktor "K"
	50 mm	65 mm	
2,50	25,9		316
2,25	26,5		333
2,00	27,1		354
1,75	27,9		378
1,50	28,8		408
1,25	29,6		447
1,00	30,9		500
0,90	31,5		527
0,80	32,2	34,5	559
0,70	32,8	35,3	598
0,60	33,7	36,3	645
0,50	34,7	37,6	707
0,40	35,9	39,3	791
0,30	37,5	41,2	913
0,20	39,7	44,2	1118
0,10	42,7	49,1	1581
0,05		53,6	2236

Tabel A.1.(2).: Plat berlubang untuk pipa berukuran : 80 mm, 100 mm, 150 mm dan 200 mm

Kehilangan tekanan $P_0$ kg/cm <sup>2</sup>	Ukuran plat berlubang				Faktor "K"
	80 mm	100 mm	150 mm	200 mm	
35	41,9				845
30	43,0				913
25	44,8				1.000
20	46,4				1.118
15	48,9				1.291
10	52,3	55,6			1.581
9	53,2	57,6			1.667
8	54,1	59,0			1.768
7	55,3	60,4			1.890
6	56,6	62,0			2.041
5	58,2	63,9			2.236
4	59,8	66,5			2.500
3	62,0	69,7			2.887
2	65,0	74,2	82,3		3.536
1		81,1	95,8		5.000
0,9		82,2	97,1	105,7	5.270
0,8		83,3	99,3	108,1	5.590
0,7		84,4	101,7	111,1	5.976
0,6		85,7	104,0	113,9	6.455
0,5		87,0	106,8	117,7	7.071
0,4			110,1	122,2	7.906
0,3			115,1	129,1	9.129
0,2			120,6	137,7	11.180
0,1				152,6	15.810
0,05				165,8	22.360

**Catatan :**

Faktor "K" yang tercantum pada kolom terakhir tabel A.1.(1) dan tabel A.1.(2) tersebut adalah konstanta dalam

$$\text{rumus } K = \frac{Q}{\sqrt{P}}.$$

P adalah kehilangan tekanan dalam kg/cm<sup>2</sup> yang disebabkan plat berlubang dengan debit Q liter/menit.

Kehilangan tekanan yang ditimbulkan oleh plat berlubang adalah kehilangan tekanan netto pada plat berlubang dan bukan perbedaan tekanan yang diukur pada titik penyadap pada flens, belokan, atau diameter.

Plat berlubang harus mempunyai tanda pada tonjolan yang memperlihatkan cap ukuran minimal pipa dan faktor "K" yang sesuai untuk plat berlubang itu (lihat butir 7.3.2).

## Apendiks - 2.

### Perhitungan hidrolis lengkap untuk sistem bahaya kebakaran berat.

#### A.2.1. Kepadatan pancaran.

Kepadatan pancaran ( mm/menit) adalah jumlah debit air ( liter/menit) yang dikeluarkan oleh 4 kepala springkler yang berdekatan dan terletak di empat sudut bujur sangkar, persegi panjang atau jajaran genjang (kepala springkler dipasang selang seling) dibagi oleh 4 X luas bujur sangkar, persegi panjang atau jajaran genjang tersebut di atas ( m<sup>2</sup> ).

#### A.2.2. Kepala springkler dalam keadaan bekerja.

**A.2.2.1.** Daerah kepala springkler yang dianggap terbuka serentak adalah seperti yang dicantumkan dalam tabel 4.4.2.a dan tabel 4.4.2.b.

**A.2.2.2.** Jumlah kepala springkler yang terbuka serentak harus ditentukan (dalam bilangan bulat) dengan membagi luas daerah kerja yang direncanakan dengan luas daerah setiap kepala springkler.

#### A.2.2.3. Penempatan daerah kerja yang direncanakan.

a). Keadaan hidrolis yang terburuk.

Untuk perhitungan hidrolis, daerah kerja yang direncanakan harus ditempatkan bergantian pada keadaan yang terburuk pada setiap pipa pembagi, kecuali jika sudah jelas bahwa susunan lain yang serupa dengan daerah tersebut di atas secara hidrolis berada lebih dekat dengan penyediaan air.

Bentuk daerah kerja sedapat mungkin berupa suatu bujur sangkar atau persegi panjang, di mana satu sisi berbatasan pada pipa cabang ( atau pipa-pipa cabang dalam susunan cabang ganda).

Jumlah pipa cabang ( atau jumlah pasangan pipa cabang dalam susunan ganda) yang melayani kepala springkler yang bekerja serentak dapat dihitung sebagai berikut :

$$\frac{\text{Jumlah kepala springkler yang bekerja}}{\text{Kepala springkler pada pipa cabang (atau pada satu pasang pipa cabang dalam susunan ganda)}}$$

= Jumlah pipa cabang + sisa kepala springkler.

Sisa kepala springkler dikelompokkan di sebelah daerah persegi dekat pada pipa pembagi dan ditempatkan pada pipa cabang berikutnya agar beban pada pipa pembagi bertambah.

Lihat gambar A.2.2.3.a, A.2.2.3.b, dan A.2.2.3.c.

Sistem harus mampu menghasilkan kepadatan maksimum yang disyaratkan dalam daerah tersebut di mana saja dalam susunan pemipaan.

Dengan demikian, apabila ukuran pipa cabang diganti di mana saja dalam susunan pemipaan, maka harus dibuktikan bahwa kepadatan pancaran yang direncanakan masih tercapai di mana pipa cabang tersebut diganti.

Apabila pipa pembagi melayani pipa cabang yang panjangnya melampaui satu bentangan atap dalam bahaya kebakaran berat, maka daerah perencanaan harus ditentukan oleh

panjangnya pipa cabang ( atau dalam susunan cabang ganda oleh panjang sepasang pipa cabang) dan tidak ditentukan oleh bentangan atap.

Apabila pipa pembagi melayani jumlah kepala springkler lebih kecil dari yang direncanakan, maka selisihnya dapat diabaikan.

Apabila pipa pembagi utama dan setiap pipa pembagi yang berdekatan yang mungkin tersambung pada pipa pembagi utama ikut bekerja sampai jumlah kepala springkler yang direncanakan, maka pipa pembagi tersebut harus disesuaikan ukurannya dengan perhitungan hidrolis untuk jumlah kepala springkler yang direncanakan tersebut.

Apabila terdapat lebih dari satu pipa pembagi dalam instalasi dengan ketentuan bukan pipa pembagi terpencil dan tiap pipa cabang melayani hanya satu atau dua kepala springkler ( atau dalam susunan cabang ganda terdapat satu kepala springkler pada masing-masing cabang) dan pipa cabang tidak melebihi 45 m dari titik pengadaan air, cukup dinyatakan bahwa pipa cabang tersebut dapat menyalurkan air.

Walaupun demikian pipa pembagi utama yang dihubungkan pada pipa pembagi yang mempunyai pipa cabang harus pula mengalirkan air yang cukup, sehingga pipa pembagi utama dan pipa pembagi yang terdekat di mana sisa kepala springkler terpasang dalam daerah rencana harus bekerja dengan memuaskan.

b). Keadaan hidrolis yang terbaik.

Daerah kerja yang direncanakan sedapat mungkin berbentuk bujur sangkar dengan ketentuan bahwa kepala springkler yang bekerja mendapat aliran dan hanya satu pipa pembagi dalam keadaan hidrolis yang terbaik sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beban maksimum pada penyediaan air (lihat gambar A.2.2.3.a) daerah yang bersangkutan dijelaskan oleh gambar A.2.2.3.d.

Apabila terdapat lebih dari satu pipa pembagi dalam instalasi dengan ketentuan bukan pipa pembagi terpencil dan tiap pipa cabang melayani hanya satu atau dua kepala springkler pada satu pipa ( atau pada sepanjang pipa cabang dalam susunan cabang ganda) dan pipa cabang tidak melebihi 45 m dari titik pengadaan air, cukup dinyatakan bahwa pipa cabang tersebut dapat menyalurkan air.

Jumlah sisa kepala springkler yang diperkirakan bekerja serentak harus ditempatkan pada daerah hidrolis yang terbaik dan terpasang dekat pipa pembagi daerah hidrolis terbaik berikutnya; kepala springkler tersebut dikelompokkan sedemikian rupa, sehingga membentuk satu daerah bujur sangkar yang terdekat dengan pipa pembagi ( lihat gambar A.2.2.3.d).

**A.2.3. Kehilangan tekanan dalam pipa.**

Kehilangan tekanan dalam pipa apabila ada aliran harus dihitung menurut rumus Hazen & William

$$p = 6,05 \times \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}} \times 10^8 \dots\dots\dots ( A.2.3.).$$

dimana :

p = kehilangan tekanan dalam 10<sup>-3</sup> bar/m panjang pipa.

Q = debit air liter/menit.

- C = konstanta  
 100 untuk pipa besi tuang.  
 120 untuk pipa baja.
- d = ukuran pipa nominal dalam mm.

Untuk memudahkan perhitungan, nilai K terdapat pada tabel A.2.3.1., nilai  $Q^{1,85}$  terdapat dalam tabel A.2.3.2. rumus dapat disingkat menjadi :

- $p = K \cdot Q^{1,85}$  ..... [ A.2.3.(2) ].
- p = kehilangan tekanan dalam  $10^{-3}$  bar/m panjang pipa.
- Q = debit dalam liter/menit.
- K = konstanta dalam tabel A.2.3.1.

Tabel A.2.3.1.

Ukuran pipa (nominal) (mm).	Nilai K			
	Pipa baja BS 1387		Pipa besi tuang flens BS 2035 kelas C	Pipa besi tuang sentrigrugal BS 121 kelas C
	Kualitas medium	Kualitas berat		
25	$8,80 \times 10^{-3}$	$1,19 \times 10^{-2}$		
32	$2,29 \times 10^{-3}$	$2,86 \times 10^{-3}$		
40	$1,09 \times 10^{-3}$	$1,32 \times 10^{-3}$		
50	$3,46 \times 10^{-4}$	$4,06 \times 10^{-4}$		
65	$9,79 \times 10^{-5}$	$1,11 \times 10^{-4}$		
80	$4,47 \times 10^{-5}$	$4,95 \times 10^{-5}$	$8,26 \times 10^{-5}$	$6,32 \times 10^{-5}$
100	$1,23 \times 10^{-5}$	$1,35 \times 10^{-5}$	$1,88 \times 10^{-5}$	$1,64 \times 10^{-5}$
150	$1,83 \times 10^{-6}$	$1,89 \times 10^{-6}$	$2,82 \times 10^{-6}$	$2,33 \times 10^{-6}$
200	$*4,60 \times 10^{-7}$		$6,96 \times 10^{-7}$	$5,88 \times 10^{-7}$
250	$*1,54 \times 10^{-7}$		$2,35 \times 10^{-7}$	$2,01 \times 10^{-7}$

\* BS 3601 tebal dinding 5,38 mm untuk pipa 200 mm dan 7,14 mm untuk pipa 250 mm.

#### A.2.4. Kehilangan tekanan dalam alat penyambung.

Kehilangan tekanan pada alat penyambung, siku, te, atau silang di mana arah aliran air berubah  $90^\circ$  atau kehilangan tekanan di katup penahan balik, harus diperhitungkan (kecuali untuk siku atau tempat pemasangan kepala springkler) dengan menambahkan panjang pipa pada pipa sebenarnya sebesar tekanan yang hilang pada alat penyambung atau katup tersebut. Nilai ekuivalen untuk alat penyambung besi tuang berulir adalah 3 m panjang pipa dan nilai ekuivalen untuk katup dapat dilihat pada tabel 2.5.3.b.

Untuk alat penyambung selain besi tuang berulir harus dilakukan perhitungan hidrolik sesuai butir 7.6.5.

Apabila ada perubahan arah aliran air di siku, te atau silang, kehilangan tekanannya dihitung berdasarkan panjang pipa ekuivalen dengan ukuran lubang keluar.

Apabila air melalui te atau silang di mana tidak ada perubahan arah, kehilangan tekanan dalam alat penyambung tersebut dapat diabaikan.

#### A.2.5. Tinggi kecepatan.

Tinggi kecepatan yang timbul dapat diabaikan.

**A.2.6. Tekanan minimum pada kepala springkler.**

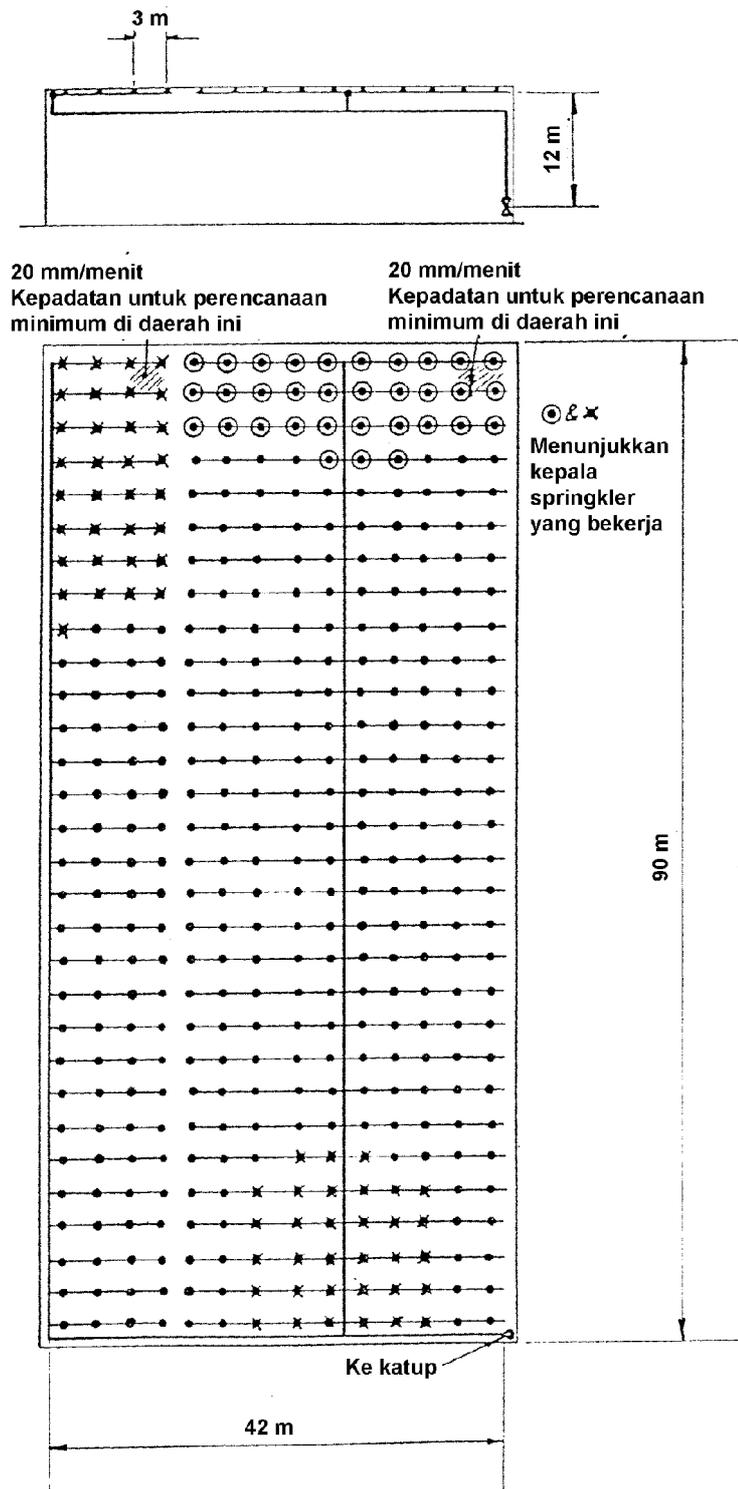
Tekanan air di kepala springkler tidak boleh kurang dari 0,5 kg/cm<sup>2</sup>, apabila semua kepala springkler di daerah perencanaan terbuka seluruhnya.

**A.2.7. Ukuran pipa minimum.**

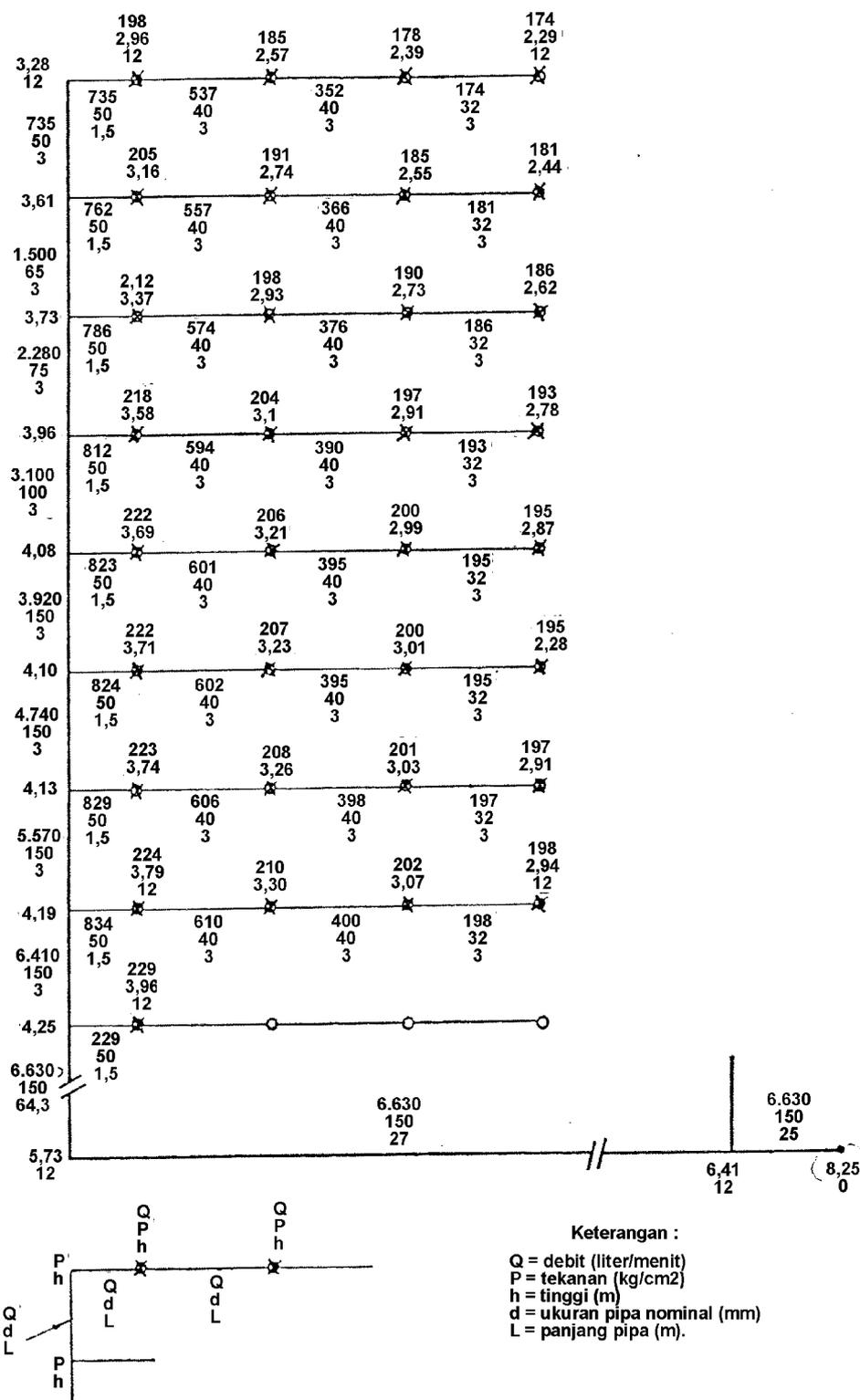
Ukuran pipa cabang atau pipa pembagi tidak boleh kurang dari 25 mm.

**Tabel A.2.3.2. : Nilai dari pangkat 1,85.**

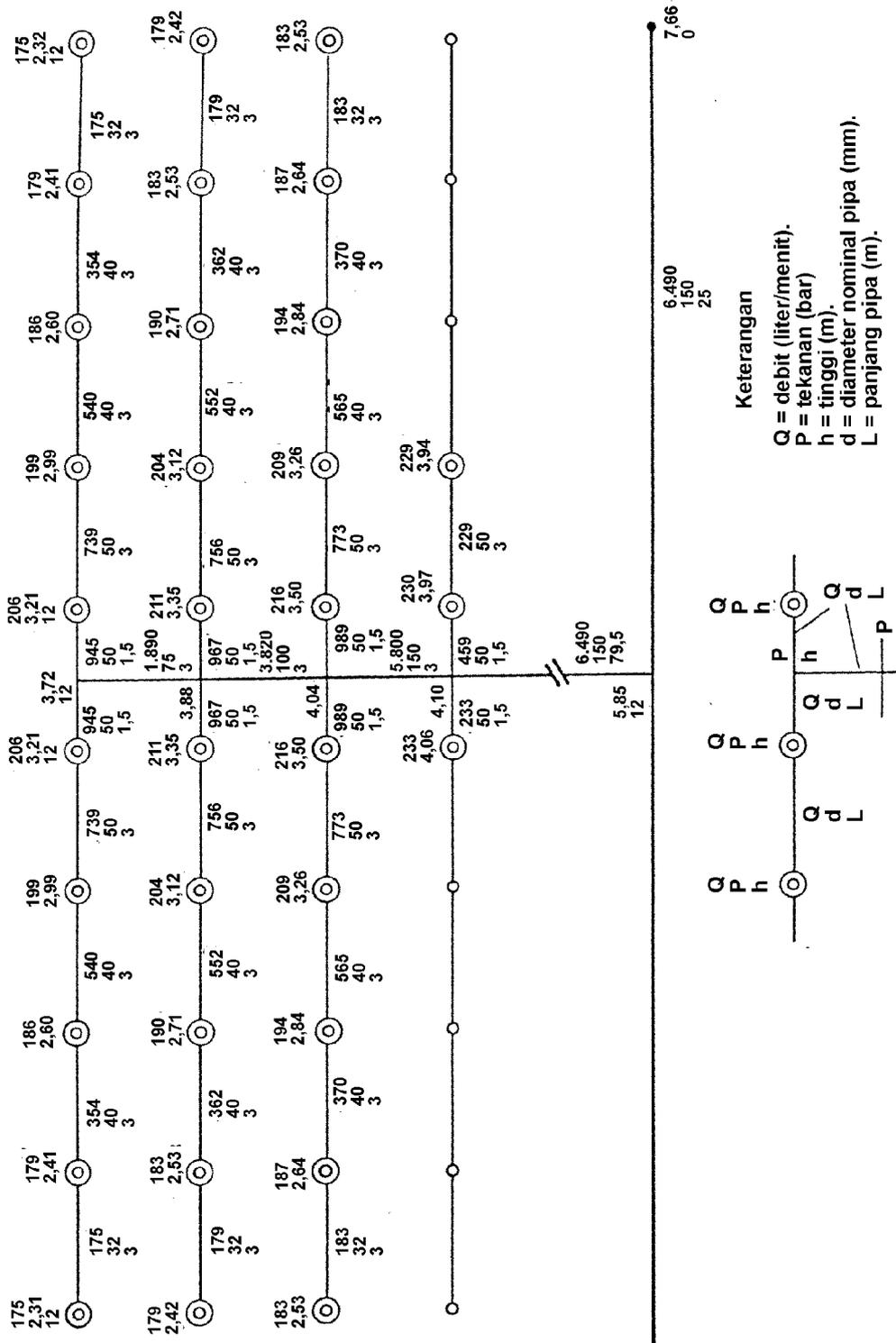
0	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
0		20	71	150	255	386	540	719	920	1.140
50	1.390	1.660	1.950	2.260	2.590	2.940	3.320	3.710	4.120	4.560
100	5.010	5.490	5.980	6.490	7.020	7.570	8.140	8.730	9.340	9.970
150	10.610	11.280	11.960	12.860	13.380	14.110	14.870	15.640	16.430	17.240
200	18.070	18.910	19.780	20.650	21.550	22.470	23.400	24.350	25.320	26.300
250	27.300	28.320	29.360	30.410	31.480	32.570	33.670	34.790	35.930	37.080
300	38.250	39.440	40.650	41.870	43.110	44.360	45.630	46.920	48.220	49.540
350	50.880	52.230	53.600	54.990	56.390	57.800	59.240	60.690	62.150	63.640
400	65.130	66.650	68.100	69.730	71.290	72.870	74.460	76.070	77.690	79.340
450	80.990	82.670	84.350	86.060	87.780	89.510	91.260	93.030	94.810	96.610
500	98.420	100.300	102.100	104.000	105.800	107.700	109.600	111.600	113.500	115.400
550	117.400	119.400	121.400	123.400	125.400	127.500	129.500	131.600	133.700	135.800
600	137.900	140.000	142.200	144.400	146.500	148.700	150.900	153.200	155.400	157.700
650	159.900	162.200	164.500	166.800	169.100	171.500	173.800	176.200	178.600	181.000
700	183.400	185.800	188.300	190.800	193.200	195.700	198.200	200.700	203.300	205.800
750	208.400	211.000	213.600	216.200	218.800	221.400	224.100	226.700	229.400	232.100
800	234.800	237.500	240.300	243.000	245.800	248.600	251.400	254.200	257.000	259.900
850	262.700	265.500	269.400	271.300	274.200	277.200	280.100	283.000	286.000	289.000
900	292.000	295.000	298.000	301.000	304.100	307.200	310.200	313.300	316.400	319.600
950	322.700	325.800	329.000	332.200	335.400	338.600	341.800	345.000	348.300	351.500
1000	354.800									



Gambar A.2.2.3.a. : Perencanaan hidrolis untuk sistem bahaya kebakaran berat.

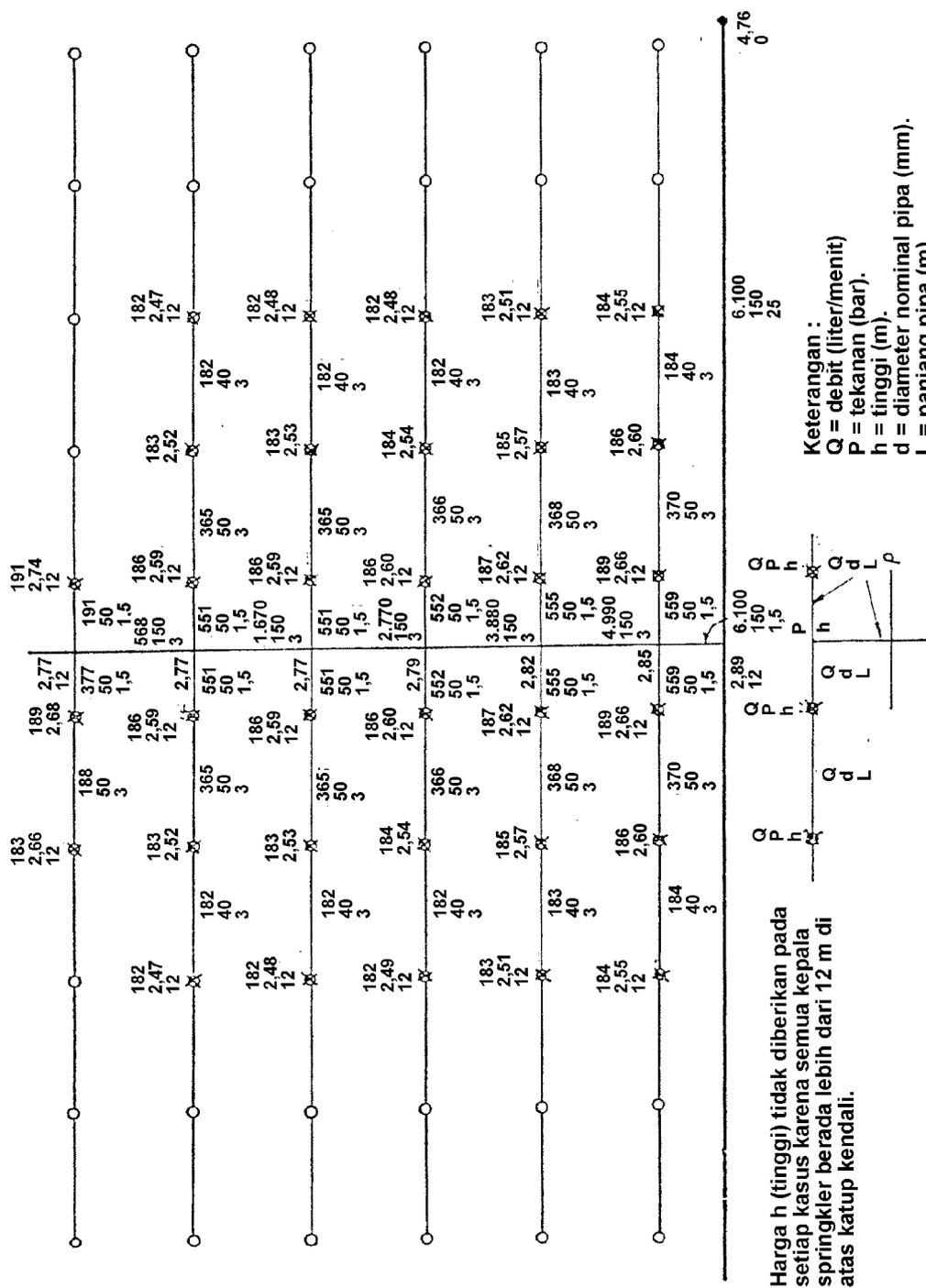


Gambar A.2.2.3.b. Perencanaan hidrolis untuk sistem pada bahaya kebakaran berat.

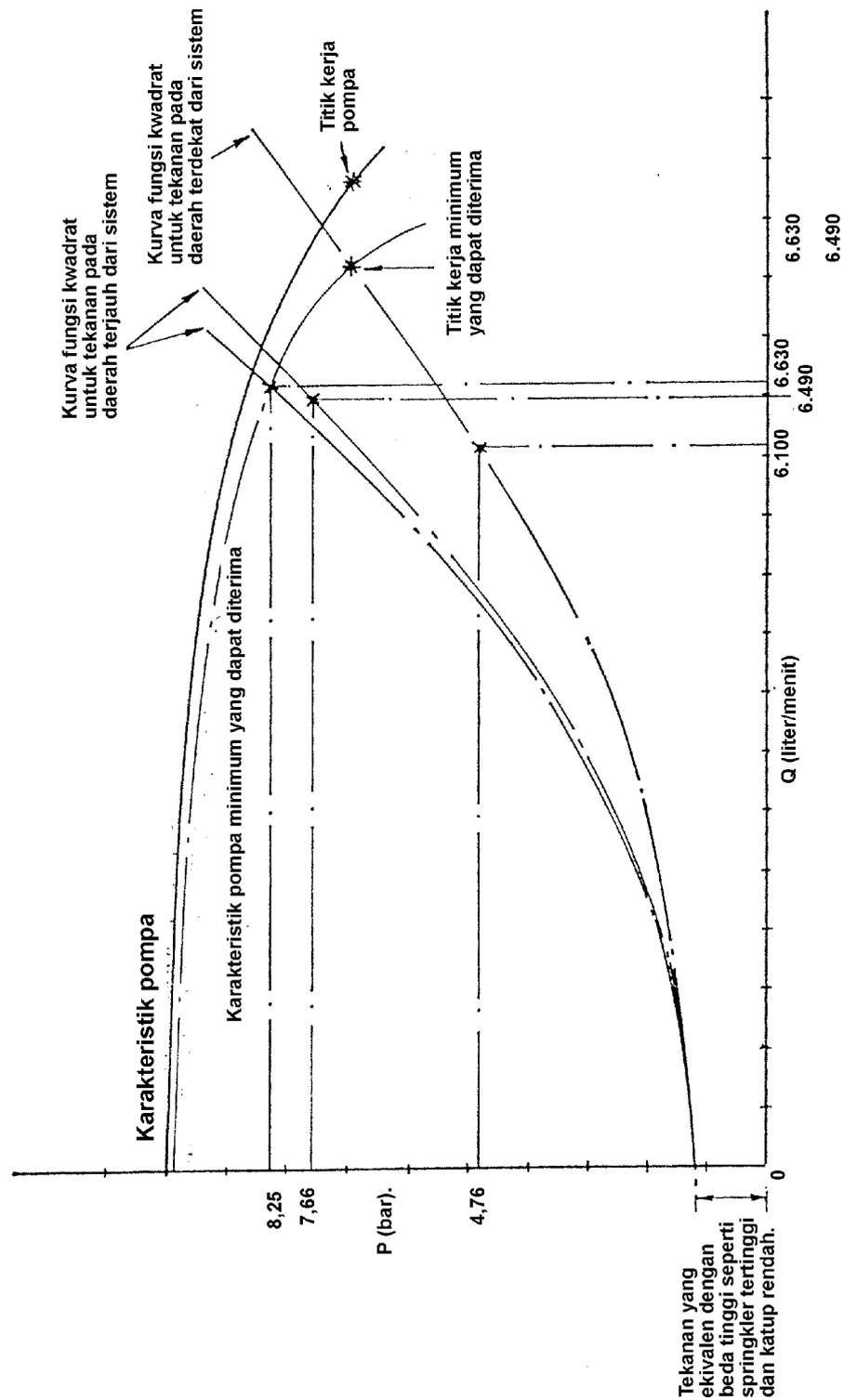


Gambar A.2.2.3.c. Perencanaan hidrolis untuk sistem bahaya kebakaran berat.

Harga h (tinggi) tidak diberikan untuk setiap kasus, karena semua kepala springkler berada lebih dari 12 m di atas katup kendali.



Gambar A.2.2.3.d. Perencanaan hidrolis untuk sistem bahaya kebakaran berat.



Gambar A.2.2.3.e. Perencanaan hidrolis sistem bahaya kebakaran berat.

## **Bibliografi**

- 1 NFPA 14 : Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems, 1996 Edition, National Fire Protection Association.
- 2 NFPA 20 : Centrifugal Fire Pumps, 1993 Edition, National Fire Protection Association.