

Analisis Sistem Instalasi Fire Fighting Pada Gedung Control Building SCBD Di PT. Jaga Citra Inti Jakarta

Irwanto Irwanto

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email: irwanto.ir@untirta.ac.id

Aditio Fahrul Anam

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email: aditio.fahrulanam@untirta.ac.id

Abstract. *Planning a fire fighting installation system in a building is a matter that requires accuracy, this is needed not only to get good performance effectiveness, not to get the lowest possible economic efficiency. The research method used is qualitative with a descriptive approach. The results obtained are that the design of a building also considers the main function of the fire fighting installation which will be directed at a strategic layout in the building, so that it can be adjusted according to needs. Regeneration Water Treatment is a process of mutual exchange between ions contained in water and ions in the resin, ion exchange resin ion exchange is an organic compound with a three-dimensional structure with cross-links and has functional groups that can be ionized, then the results of Regeneration the Purified Water System itself can remove various contaminants (ions, organic matter, particles, microbes and gases) so that the water becomes clearer which is used for production.*

Keywords: *Analysis, System, Fire Fighting Installation, Control Building*

Abstrak. Perencanaan sistem instalasi fire fighting pada sebuah bangunan merupakan sebuah hal yang membutuhkan akurasi, hal tersebut diperlukan bukan hanya untuk mendapatkan efektifitas kinerja yang bagus, bukan pula demi mendapatkan efisiensi ekonomis yang serendah-rendahnya. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Adapun hasil yang didapat yaitu perancangan pada sebuah bangunan juga mempertimbangkan fungsi utama dari instalasi fire fighting yang akan di arahkan pada tata letak yang strategis pada bangunan tersebut, sehingga dapat di sesuaikan dengan kebutuhan. Regenerasi Water Treatment adalah proses pertukaran timbal balik antara ion yang terdapat di dalam air dengan ion yang ada pada resin, ion exchange resin penukar ion adalah suatu senyawa organik berstruktur tiga dimensi dengan ikatan silang dan mempunyai gugus-gugus fungsi yang dapat terionisasi, lalu hasil *Regenerasi Purified Water System* itu sendiri dapat menghilangkan berbagai camaran (ion, bahan organik, partikel, mikroba, dan gas) sehingga air tersebut menjadi lebih jernih yang digunakan untuk produksi.

Kata kunci: Analisis, Sistem, Instalasi Fire Fighting, Control Building

LATAR BELAKANG

PT. Jaga Citra Inti didirikan pada tahun 1989. PT. Jaga Citra adalah penyedia layanan mekanikal dan elektrik, sistem otomasi gedung, dan sistem bangunan cerdas terkemuka di Indonesia. Sistem pemadam kebakaran atau fire fighting system biasanya disediakan di gedung sebagai preventif (pencegah) terjadinya kebakaran. Sistem ini terdiri dari sistem

sprinkler, sistem hidran dan alat pemadam ringan (APAR)/Fire Extinguisher. Pada tempat-tempat tertentu digunakan juga sistem fire gas, tetapi pada umumnya sistem yang digunakan terdiri dari: sistem sprinkler, hidran dan fire extinguisher. PT. Jaga Citra Inti merupakan penyedia jasa mekanik, listrik, sistem otomasi gedung, dan sistem bangunan cerdas terkemuka di Indonesia.

Salah satu proyek yang sedang dikerjakan yaitu pada gedung Control Building SCBD Jakarta. Dimana system instalasi fire fighting ini terdiri dari *Sistem sprinkler otomatis, sistem hidran dan pemadam api ringan. Kebutuhan kapasitas pompa pemadam kebakaran, kapasitas tangki air khusus untuk pemadam kebakaran. Perancangan letak sistem pemadam kebakaran sesuai dengan standar dan peraturan yang berlaku.* Analisa sistem instalasi fire fighting sendiri selain untuk memahami dan mengetahui apa yang diterapkan serta cara kerja di dalam suatu instalasi fire fighting yang akan di analisis pada gedung Control Building SCBD Jakarta. Berdasarkan analisa sistem instalasi fire fighting yang ada di gedung Control Building SCBD Jakarta. Analisis sistem instalasi fire fighting di gedung Control Building SCBD Jakarta yaitu analisis sistem distribusi/Power house yang menghidupkan, fire alarm dan hydrant sampai ruang pompa yang membagi air di setiap lantai gedung Control Building SCBD Jakarta, analisis cara kerja Jockey Hydrant Pump, Electric Hydrant Pump dan, Diesel Hydrant Pump, dan juga analisis penyaluran air pada pemipaan ke tiap lantai gedung Control Building SCBD Jakarta.

KAJIAN TEORITIS

Sistem keselamatan adalah suatu bentuk pencegahan dan penanggulangan dari berbagai macam bahaya di antaranya bahaya kebakaran, gempa bumi dan kepanikan. Menurut Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran Pada Bangunan Gedung dan Lingkungan, Peraturan Menteri Pekerja Umum No. 26/PRT/M/2008 Setiap bangunan harus di lengkapi dengan sarana jalan ke luar yang dapat di gunakan oleh penghuni bangunan, sehingga memiliki waktu yang cukup untuk menyelamatkan diri dengan aman tanpa terhambat hal-hal yang diakibatkan oleh keadaan darurat.

Sarana penyelamatan adalah sarana yang dipersiapkan untuk dipergunakan oleh penghuni maupun petugas pemadam kebakaran dalam upaya penyelamatan jiwa manusia maupun harta benda bila terjadi kebakaran, gempa bumi, dan bahaya kepanikan pada suatu bangunan gedung dan lingkungan. Pengaturan pengamanan terhadap bahaya kebakaran, gempa bumi dan kepanikan tersebut pada bangunan gedung dan lingkungan dimaksudkan untuk mewujudkan penyelenggaraan bangunan gedung yang aman terhadap bahaya-bahaya tersebut mulai dari perencanaan, pelaksanaan pembangunan sampai pada tahap pemanfaatan sehingga bangunan gedung senantiasa anda dan berkualitas sesuai dengan fungsinya. Bangunan bertingkat tinggi juga harus memenuhi syarat untuk mencegah bahaya kebakaran (Dwi Tanggoro, 2000) yaitu:

1. Mempunyai bahan struktur utama dan finishing yang tahan api
2. Mempunyai jarak bebas dengan bangunan-bangunan disebelahnya atau terhadap lingkungannya
3. Melakukan penempatan tangga kebakaran sesuai dengan persyaratan – persyaratannya
4. Mempunyai pencegahan terhadap sistem elektrikal.

5. Mempunyai pencegahan terhadap sistem penangkal petir
6. Mempunyai alat control untuk ducting pada sistem pengkondisian Udara
7. Mempunyai sistem pendeteksian dengan sistem alarm, sistem automatic smoke dan heat ventilating
8. Mempunyai alat control terhadap lift
9. Melakukan komunikasi dengan stasiun komando untuk sistem pemadam kebakaran.

Persyaratan perencanaan bangunan bertingkat tinggi harus memperhatikan perlengkapan, instalasi dan upaya yang berkaitan dengan pecegahan, pengatasan dan media penyelamatan terhadap adanya kebakaran, gempa bumi dan kepanikan. *Automatic Sprinkler System* (ASS) Sprinkler adalah suatu alat pemancar air untuk pemadaman kebakaran yang mempunyai tudung berbentuk deflector pada ujung mulut pancarnya, sehingga air dapat memancar kesemua arah secara merata. Sistem sprinkler harus dirancang untuk memadamkan kebakaran atau sekurang-kurangnya mampu mempertahankan kebakaran untuk tetap tidak berkembang sekurang-kurangnya 30 menit sejak kepala sprinkler pecah. Rancangan harus memperhatikan klasifikasi bahaya, interaksi dengan sistem pengendalian asap dan sebagainya.



Gambar 1. Sprinkler PT. Jaga Citra (Sumber Pribadi)



Gambar 2. Sprinkler Fire

Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran Pada Bangunan Gedung dan lingkungan, Peraturan Menteri Pekerja Umum No. 26/PRT/M/2008: 9). Dalam perencanaan sprinkler harus dipertimbangkan penyediaan air, pompa tekan, pipa peningkatan berupa riser, selain itu juga harus diperhatikan letak dan arah pancaran, jumlah dan radius sprinkler. Beberapa istilah dalam sprinkler:

- a. Kepadatan pancaran adalah jumlah debit air (liter/menit) yang dikeluarkan oleh empat kepala sprinkler yang berdekatan dan terletak ditempat sudut bujur sangkar, persegi panjang atau jajar genjang (kepala sprinkler dipasang slang-seling) dibagi oleh 4 x luas bujur sangkar atau luas persegi panjang tersebut (m²).
- b. Pipa tegak adalah pipa dengan posisi tegak dihubungkan dengan pipa induk.
- c. Pipa pembagi utama adalah pipa yang dihubungkan langsung dengan pipa cabang.

- d. Pipa pembagi adalah pipa yang dihubungkan langsung dengan pipa cabang.
- e. Pipa cabang adalah pipa yang menghubungkan pipa pembagi dengan hidran.
- f. Susunan cabang ganda adalah susunan sambungan pipa cabang pada dua sisi pipa pembagi.
- g. Susunan cabang tunggal adalah susunan penyambung dimana pipa pembagi mendapat aliran dari satu sisi.
- h. Susunan pemasukan diujung adalah susunan sambungan dimana pipa pembagi mendapat aliran dari pipa tegak yang terletak diujung.
- i. Pipa peningkatan air basah (*WET riser*) adalah pipa air secara tetap berisi air dan mendapatkan aliran tetap dari sumber air, dipasang dalam gedung atau didalam areal bangunan yang digunakan untuk mengalirkan air ke pipa-pipa cabang untuk mengisi hidran dilantai-lantai bangunan.
- j. Pipa peningkatan air kering (*dry riser*) adalah pipa air tidak berisi air, dipasang dalam gedung atau areal gedung dengan pintu air masuk (*inlet*) letaknya menghadap jalan untuk memudahkan pemasukan air dari dinas pemadam kebakaran untuk mengalirkan air ke pipa-pipa cabang yang digunakan untuk mensuplay hidrant lantai bangunan. Klasifikasi sprinkler menurut Panduan Pemasangan Sistem Sprinkler Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Rumah dan Gedung, (2008), jenis sprinkler ada dua macam, yaitu:
 - a. Sprinkler berdasarkan arah pancaran :
 - 1) Pancaran arah keatas (*up right*) jika kepala sprinkler mengarah ke atas sehingga pancaran air mengarah keatas (ke langit-langit)
 - 2) Pancaran arah kebawah (*pendent*) jika kepala sprinkler mengarah ke bawah sehingga air mengarah kebawah
 - 3) Pancaran arah dinding, sprinkler dipasang didinding.
 - b. Sprinkler berdasarkan kepekaan terhadap suhu:
 - 1) Warna segel:
 - (a) warna putih pada temperatur 93 °C
 - (b) warna biru pada temperatur 141°C
 - (c) warna kuning pada temperatur 182°C
 - (d) warna merah pada temperatur 227°C
 - (e) tidak berwarna pada temperatur 68°C/74°C
 - 2) Warna cairan dalam tabung sensor temperatur:
 - (a) warna jingga pada temperatur 57°C
 - (b) warna merah pada temperatur 68°C
 - (c) warna kuning pada temperatur 79°C
 - (d) warna hijau pada temperatur 93°C
 - (e) warna biru pada temperatur 141°C
 - (f) warna ungu pada temperatur 182°C
 - (g) warna hitam pada temperatur 204°C/260°C

Jenis instalasi sprinkler yang dikenal menurut Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran Pada Bangunan Gedung dan Lingkungan, Peraturan Menteri Pekerja Umum No. 26/PRT/M/2008 adalah:

- a. Sistem pipa basah (wet pipe) adalah pipa sprinkler yang pipa utama dan pipa distribusi sampai outlet selalu terisi penuh air bertekanan tertentu yang siap sewaktu-waktu menyembur bila nozzle terkena reaksi panas.
- b. Sistem pipa kering (dry pipe) adalah pipa-pipa sprinkler horizontal dalam keadaan berisi udara, apabila ada kenaikan suhu pada nozzle, maka switch/klep pada pipa utama akan membuka sehingga pipa horizontal penuh air dan menyembur keluar melalui nozzle.
- c. Sistem preaction adalah pipa sprinkler yang hampir dengan pipa kering tetapi air telah siap sebelum ujung kepala sprinkler terbuka dan juga disertai suara alarm.
- d. Sistem deluge adalah jika semua sprinkler mengarah kebawah secara serentak.
- e. Sistem kombinasi antara preaction dan sistem pipa kering (*drypipe*).
- f. Special sprinkler system Pada system ini ada dua jenis, yaitu:
 - 1) Special sprinkler system yang menggunakan kabut air (fog), bukan cairan.
 - 2) Special sprinkler system dengan bahan dry chemical, yaitu dengan mengisolasi bahan/barang yang belum terbakar dan mengurangi O₂ pada barang yang sedang terbakar sehingga cepat padam.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif serta observasi lapangan. Studi literatur yang digunakan adalah dengan cara mengumpulkan referensi yang telah dilakukan oleh beberapa penelitian dan menarik kesimpulan untuk membuat judul dan penelitiannya. Selain itu melakukan observasi lapangan yang dilakukan secara langsung di perusahaan PT. Jaga Citra Inti Jakarta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Prinsip Kerja Fire Fighting

Fire fighting jika didefinisikan akan memiliki pengertian sebuah sistem proteksi gedung terhadap bahaya bencana kebakaran dengan menggunakan banyak jenis media. Dalam beberapa sistem proteksinya, beberapa media yang digunakan untuk fire fighting adalah sistem fire hydrant, fire sprinkler dan fire alarm sistem. Fire fighting juga diartikan sebagai sebuah sistem yang disediakan dalam mengatasi atau menanggulangi bencana kebakaran sebuah gedung atau bangunan. Pengamanan dan mengatasi bencana kebakaran ini penting sekali, karena kembali lagi kalau sistem keamanan gedung atau bangunan yang masih beroperasi tentunya akan berkaitan erat dengan keselamatan jiwa.

Persyaratan teknik khusus pekerjaan fire fighting dengan standar peraturan-peraturan atau persyaratan untuk material/peralatan serta pengerjaan instalasi system Fire Figthing dan sub-sistem yang menjadi lingkup pekerjaan dalam bab ini, harus memenuhi dan mengikuti beberapa referensi, standar material dan pengerjaannya, begitu pula Peraturan Daerah terkait namun tidak terbatas kepada apa yang disebutkan di bawah ini:

- a. Standar Nasional Indonesia/SNI 03-1745-2000 perihal Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Pipa Tegak dan Slang untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung
- b. Standar Nasional Indonesia/SNI 03-0000-2001 tentang Instalasi Pompa Yang Dipasang Tetap Untuk Proteksi Kebakaran.

- c. Standar Nasional Indonesia/SNI 03-6481-2000 tentang Sistem Plumbing-2000.
- d. Standar Nasional Indonesia/SNI 03-0255-2000 atau Persyaratan Umum Instalasi Listrik(PUIL-2011) khusus untuk pekerjaan listrik dalam sub-pekerjaan system plumbing ini.
- e. Beberapa standar internasional/negara lain yang tidak bertentangan dengan SNI terkait seperti : NFPA, National Plumbing Codes, dll.
- f. Pedoman Peraturan Plumbing Indonesia yang dikeluarkan oleh Direktorat Teknik Kesehatan Dit. Jen. Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum.
- g. Pemeriksaan Umum untuk Pemeriksaan bahan-bahan bangunan NI-3 (PUBB) 1956 NI3 1963. PUBB 1969.
- h. Peraturan Beton Indonesia PBI-NI-2/1955, PBI-NI-2/1971.
- i. Peraturan Perburuhan Indonesia tentang penggunaan tenaga kerja harian, mingguan, bulanan dan borongan.
- j. SK. Menteri Negara PU No. 28 tahun 2000.

B. Sistem Kerja Fire Fighting

Instalasi fire fighting memiliki sistem kerja yang bisa dikatakan kompleks. Untuk proses pengamanan dan penerapannya dalam gedung, bangunan atau kawasan tertentu biasanya banyak menggunakan air. Atau sebutan lainnya adalah menggunakan sistem fire hydrant dan sprinkler sistem, serta fire alarm. Sistem kerja fire fighting bisa dipisahkan berdasarkan jenis sistem fire fighting yang digunakan.

1. Sistem Kerja Fire Fighting Jenis Fire Hydrant

Prinsip kerjanya adalah ketika sistem dibuka atau hydrant valve pada bagian box hydrant diaktifkan, maka pompa akan mengalirkan air ke seluruh instalasi pipa hydrant dan menuju pengirman terakhir, yaitu valve yang sedang dalam keadaan terbuka. Secara sederhana, pusat kekuatannya berada dalam pompa sebagai sumber tenaganya. Kemudian akan menyuplai air untuk bisa mengatasi api.

2. Sistem Kerja Fire Sprinkler System

Ketika detektor mendeteksi adanya kenaikan suhu atau temperatur dalam gedung tersebut, maka sistem akan otomatis aktif dan pompa akan mengirimkan air ke pipa-pipa sehingga nantinya ketika katup terbuka, maka air akan langsung keluar untuk memadamkan api yang terdeteksi. Kurang lebih seperti ini sistem kerjanya, suhu dalam ruangan akan dibandingkan dahulu dengan suhu default. Ketika suhu lebih besar dari suhu ruangan maka bisa jadi fire sprinkler ini akan aktif. Namun ketika suhu dibawahnya atau suhunya stabil maka tidak akan aktif.

3. Sistem Kerja Fire Alarm

Fire alarm ini berfungsi mendeteksi peningkatan suhu dalam ruangan, ketika suhu ruangan meningkat drastis maka dalam waktu yang tidak lama sistem alarm akan aktif. Walaupun sebenarnya ada banyak detektor yang digunakan dalam sistem penerapan fire alarm ini. Tetapi sebagai pengingat atau pemberitahuan kalau gedung berbahaya terjadi kebakaran, maka sistem ini sangatlah penting. Terutama jika membahas mengenai pengantisipasi-pengantisipasi sekaligus proses evakuasi korban dalam gedung tersebut.

C. Sistem Instalasi Fire Fighting di gedung Control Building Sudirman Central Business District Jakarta

Sistem proteksi kebakaran yang di gunakan pada gedung Control Building Sudirman Central Business District Jakarta system proteksi aktif yaitu sistem proteksi kebakaran yang terdiri dari sistem pendeteksian kebakaran, baik manual ataupun otomatis. Menurut Health and Safety Executive Inggris, fungsi sistem proteksi kebakaran aktif adalah untuk memadamkan api secara langsung, sehingga efek kebakaran yang semakin meluas bisa dikendalikan.

1. Detektor Kebakaran

Alat pendeteksi kebakaran gedung sering disebut dengan detektor kebakaran atau fire detector. Alat ini bisa mendeteksi aktivitas yang memicu kebakaran melalui adanya asap, suhu udara yang panas, serta nyala api berupa smoke detector, sedangkan untuk ruangan dapur yang terdapat aktivitas masak memasak di pasang gas detector, di setiap ruangan gedung Control Building Sudirman Central Business District Jakarta tentu sudah di pasang fire detector yang lengkap diantaranya:

Pendeteksi Asap atau Smoke Detector

Merupakan alat pendeteksi asap, karena memang smoke detector adalah alat yang dibuat khusus untuk memindai seluruh ruangan dan secara otomatis akan aktif bila sensor asap mendeteksi ada asap di dalam ruangan tersebut.



Gambar 3. Smoke Detector (Sumber pribadi)

Pendeteksi Kobaran Api atau Flame Detector

Sesuai dengan namanya, pendeteksi kobaran api ini akan langsung bereaksi apabila ada api yang tersulut. Biasanya alat pendeteksi kobaran api ini menggunakan metode optik untuk mengetahui ada tidaknya api. Salah satu sistem pendeteksi yang sangat umum digunakan oleh alat ini adalah deteksi menggunakan sinar ultra violet. Api memiliki unsur sinar ultra violet sehingga tentunya dapat dideteksi oleh flame detector. Kemudian alat ini akan membunyikan alarm kebakaran untuk memberitahu penghuni gedung bahwa sedang terjadi kebakaran.



Gambar 4. Flame Detector

Pendeteksi Panas atau Heat Detector

Alat detektor kebakaran dengan sistem fixed heat biasanya akan berfungsi jika suhu udara sudah mencapai 50 hingga 60 derajat celcius. Alarm penanda kebakaran akan berbunyi dan memberitahu pemilik gedung lokasi pasti sumber panas. Detektor rate of rise biasanya akan langsung aktif apabila alat tersebut menangkap perubahan suhu ruangan antara 12 hingga 15 derajat celcius. Kenaikan suhu udara yang lebih tinggi ini akan disampaikan ke panel kontrol kapanpun juga, sehingga penghuni gedung dapat segera menyelamatkan diri.



Gambar 5. Heat Detector

Pendeteksi Kebocoran Gas atau Gas Detector

Apabila gedung terdapat saluran gas yang terkoneksi langsung antara satu dan yang lain, maka wajib hukumnya untuk memiliki alat deteksi kebocoran gas. Alat deteksi ini juga berfungsi untuk mendeteksi adanya kebakaran atau tidak. Logikanya saat terjadi kebakaran biasanya akan terjadi kebocoran gas juga, terlebih ledakan gas bisa mengakibatkan kejadian kebakaran yang hebat. Gas yang bisa dideteksi oleh alat ini antara lain LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) dan juga LNG (*Liquefied Natural Gas*). Tempat yang paling pas untuk alat detektor kebocoran gas ini biasanya di dapur.



Gambar 6. Gas Detector

Kemudian jika sudah terdeteksi adanya kebakaran oleh fire detector sinyal lalu di kirim melalui TBFA (Terminal box fire alarm) ,Biasanya alat pendeteksi kebakaran gedung juga dilengkapi dengan sistem pemadaman api. Begitu ada sinyal asap, suhu udara yang panas, serta nyala api yang terdeteksi maka keran air untuk memadamkan api akan otomatis terbuka.

2. Break Glass Fire/Manual Call Point

Manual call point atau tombol manual fire alarm. Merupakan salah satu komponen dari rangkaian fire alarm yang berfungsi untuk menghantarkan informasi ke TBFA untuk membunyikan fire alarm secara manual jika fire detector tidak bekerja. Jadi tidak perlu menunggu detector membunyikan alarm.



Gambar 7. Break Glass Fire/Manual Call Point

Yang dimaksud dari *break glass* itu bukan harus dipecah hingga berkeping-keping. Kita hanya harus menekan hingga kacanya terbelah/patah. Patahan dari kaca itu akan menekan saklar kecil yang tersembunyi di balik kaca. Jadi jari kita tidak akan pernah terluka karena pecahan kaca tersebut.



Gambar 8. Break Glass Fire/Manual Call Point

Gambar 8 yang dilingkari merupakan saklar kecil yang akan terpicu oleh patahan kaca yang akan di tekan.

3. TBFA (Terminal box fire alarm)

Kemudian informasi di salurkan ke TBFA (*Terminal box fire alarm*) merupakan sebuah tempat yang memang sudah dirancang khusus yang dimana tempat ini berguna sebagai manajemen kabel yang digunakan dalam instalasi fire alarm di sebuah zona. Dimana kabel-kabel sebelum dari detector dan alarm set, melalui terminal box inilah kabel-kabel tersebut akan dirapikan untuk mengurangi penggunaan kabel yang terlalu banyak. Sehingga dapat dipastikan kabel yang berasal dari TBFA yang menuju ke panel alarm lebih sedikit serta dengan cara ini juga bertujuan untuk memangkas harga satuan atau tarikan dari jasa permeternya. Dengan kata lain alat yang satu ini selain dapat menghemat penggunaan kabel juga dapat menghemat penggunaan daya listrik perbulannya dari PLN Ke gedung Control Building Sudirman Central Business District Jakarta.

Bentuk dari terminal box yang digunakan untuk fire alarm pada gedung Control Building Sudirman Central Business District Jakarta memiliki bentuk kotak biasa. Dimana terminal box ini terbuat dari plat besi. Warna terminal box ini pada umumnya adalah merah. Serta anda juga bisa menambahkan tulisan TBFA yang dapat anda gunakan sebagai tanda dari perusahaan, dan TBFA yang di gunakan PT. JAGA CITTRA INTI pada gedung adalah sebagai berikut:

Terminal Box 12 Pairs



Gambar 9. Terminal Box 12 Pairs

Terminal box yang satu ini memiliki ukuran 30 x 20 x 8 cm.

Terminal Box 24 Pairs



Gambar 10. Terminal Box 24 Pairs

Terminal box 24 pairs ini memiliki ukuran 30 x 25 x 8 cm.

4. Fire Alarm

Fire alarm adalah untuk mendeteksi secara dini terhadap kebakaran dan memberitahukan kepada orang disekitar tempat kejadian untuk dapat melakukan evakuasi atau melakukan tindakan darurat dalam pemadaman dan mengontrol penyebaran api dan asap. Secara umum, fire alarm systems dapat diaktifkan secara otomatis (melalui *detector*) atau secara manual (melalui *Manual Call Point*).



Gambar 11. Fire Alarm

5. Master Control Panel Fire Alarm (MCP FA)

Merupakan *control panel* tempat untuk mengatur seluruh instalasi Fire Alarm yang biasanya di tempatkan di Fire Comaand Center. MCP FA ini berfungsi untuk mengolah data dari detektor panas maupun asap, sehingga akan mengeluarkan output berupa bunyi ataupun indikator visual, selain itu bisa juga berfungsi untuk mengontrol konponen-konponen atau

sistem mekanikal elektrikal flambing yang berhubungan dengan proteksi kebakaran pada gedung Control Building Sudirman Central Business District Jakarta. Sehingga orang-orang dapat mengetahui jika terjadi kebakaran. Tidak hanya itu, petugas yang berwenang seperti pemadam, dan security dapat segera bertindak. Informasi/sinyal dikumpulkan semua disini, dan informasi tersebut bisa di gunakan untuk meminta bantuan kepada petugas pemadam kebakaran.



Keterangan:

- 1 : Keypad
- 2 : Function and Keys
- 3 : Function Leds
- 4: LCD

Gambar 12. Master Control Panel Fire Alarm Tipe AW-FW (MCP FA) (Sumber Pribadi)

6. Genset

Jika sumber listrik utama dari PLN ke gedung mati pada kasus proteksi system kebakaran tentu memiliki sumber listrik pengganti yaitu Genset suatu mesin atau perangkat yang terdiri dari pembangkit listrik (generator) dengan mesin penggerak yang disusun menjadi satu kesatuan untuk menghasilkan suatu tenaga listrik dengan besaran tertentu. Mesin pembangkit kerja pada genset biasanya berupa motor yang melakukan pembakaran internal, atau mesin diesel yang bekerja dengan bahan bakar solar atau bensin. Generator adalah alat penghasil listrik. Prinsip kerja generator, yaitu mengubah energi gerak (kinetik) menjadi energi listrik ,genset yang di gunakan adalah dengan ukuran 1500 KVA hingga 2.000 KVA. Genset ini haruslah di hubungkan pada panel-panel elektrikal mekanikal gedung sebagai support dan sumber tenaga cadangan terutama pada system fire faighting.



Gambar 13. Genset Control building Jakarta

Ada ruang power house yang ada di gedung Control Building Sudirman Central Business District Jakarta ini di distribusikan kembalikan oleh peralatan ataupun komponen yang ada pada gedung Control Building Sudirman Central Business District Jakarta. XPada sistem distribusi listriknya, penggunaan energi listrik yang dikonsumsi pada Gedung Control Building Sudirman Central Business District Jakarta ini menggunakan sumber energi listrik yang

dikelola oleh PLN, dan di gedung ini juga termasuk ke dalam konsumen primer yang dimana pelanggan listrik primer diberi tagangan oleh PLN sebesar 20Kv 30,50Hz 1500kVA (tegangan menengah).

D. Sistem Pemadaman Kebakaran di Gedung Control Building Sudirman Central Business District Jakarta

1. GWT (Ground Water Tank)

Yang pertama perlu diketahui sumber air dari system pemadaman kebakaran Kebakaran di Gedung Control Building Sudirman Central Business District Jakarta adalah Tangki pendam atau disebut dengan istilah ground water tank adalah jenis tandon yang pada umumnya digunakan di oleh PAM untuk menampung air bersih. Tangki pendam juga dipakai sebagai penampungan air bersih pada perkantoran, gedung-gedung seperti apartemen atau pusat perbelanjaan dan sebagainya. Di gedung ini sendiri memaikai dua buah GWT (Ground Water Tank), bionic, dan bio septic tank.



Gambar 14. GWT (*Ground Water Tank*) Bionic (Sumber Pribadi)



Gambar 15. GWT (*Ground Water Tank*) Bio Septic Tank

Dengan air yang ditampung pada bak air bawah diperlukan ukuran yang sesuai terhadap kapasitas penampungan sehingga penggunaan air pada jam puncak dapat tercukupi perhitungan salah satu GWT. Penentuan ukuran bak air bawah (*Ground Water Tank*) ditentukan berdasarkan perhitungan sebagai berikut:

1) Dihitung besarnya kapasitas pipa dinas, dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_s = 2 / 3 Q_h$$

dimana:

$$Q_h = 8,55 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

Q_s = kaspasitas pipa dinas
(m^3/jam)

Sehingga:

$$Q_s = 2/3 \times 8,55 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_s = 5,7 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2) Dihitung besarnya volume bak air bawah (*Ground Water Tank*), dengan persamaan sebagai berikut:

Volume GWT =

dimana:

$Q_d = 68,4 \text{ m}^3/\text{hari}$

$Q_s = 5,7 \text{ m}^3/\text{jam}$

$T = 1 \text{ hari}$

$t = 8 \text{ jam/hari}$

Sehingga:

Volume GWT = $[68,4 - (5,7 \times 8 \text{ jam/hari})] \times 1 \text{ hari}$

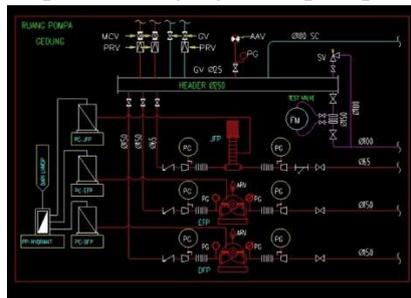
Volume GWT = $[68,4 - 45 \text{ m}^3/\text{hari}] \times 1 \text{ Hari}$

Volume GWT = $23,4 \text{ m}^3$

Lalu dari *Ground Water Tank* (GWT) air akan terkoneksi ke fire pump untuk di pompa ke atas yang terhubung dengan system pemipaan yang di buat.

2. Fire pump

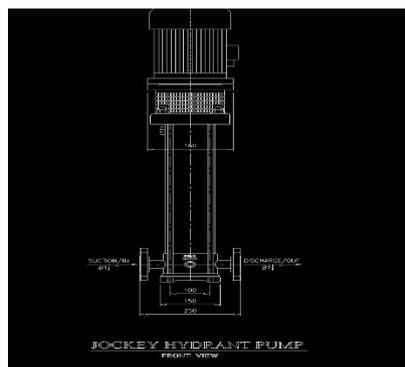
Sebelumnya air yang di tampung pada GWT lalu terkoneksi ke Fire pump, adalah Pompa yang mengalirkan atau menjaga tekanan air dari ground water tank pada gedung yang menjadi bagian dari jaringan instalasi fire hydrant dan fire sprinkle. Tenaga dari pompa yang berasal dari energi listrik, pada gedung Control building SCBD Jakarta menggunakan 3 pompa electrical hydrant pump, diesel hydrant pump, dan Joky hydrant pump.



Gambar 16. Ruang Fire Pump (Sumber PT. JAGA CITRA INTI)

Joky Hydrant Pump

Jockey pump hydrant adalah pompa yang berfungsi sebagai penggerak awal ketika stop valve hydrant terbuka. Jockey pump ini juga berfungsi sebagai pendorong dan penggerak awal saat tekanan air pada instalasi pipa hydrant berkurang pada dry riser system. Selain itu jockey pump hydrant berfungsi untuk penstabil tekanan air pada instalasi pipa jenis wet riser system. Cara kerja jockey pump adalah bekerja berdasarkan tekanan air dalam pipa hydrant yang dikontrol oleh pressure switch.



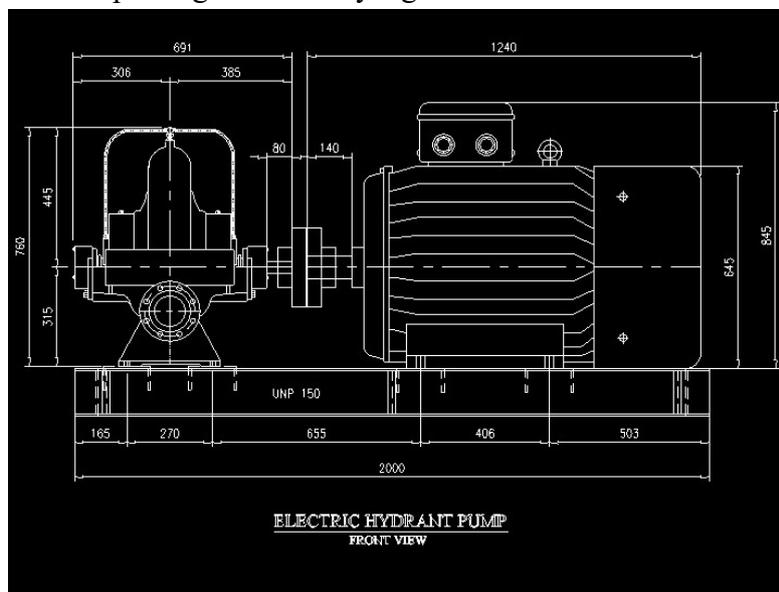
Gambar 17a. Jockey Pump Hydrant (Sumber PT. JAGA CITRA INTI)



Gambar 17b. Jockey Pump Hydrant (Sumber PT. JAGA CITRA INTI)

Pompa Electrical Hydrant Pump

Electric pump hydrant adalah pompa yang berfungsi sebagai pendorong lanjutan apabila tekanan air yang dipompa oleh jockey pump menurun drastis. Dengan kata lain electric pump ini akan bekerja apabila pompa jockey tidak mampu lagi mensuplai air yang cukup kedalam unit instalasi pipa hydrant. Cara kerja electric pump juga sama dengan jockey pump, yaitu dikontrol oleh pressure switch tetapi dengan tekanan yang berbeda.



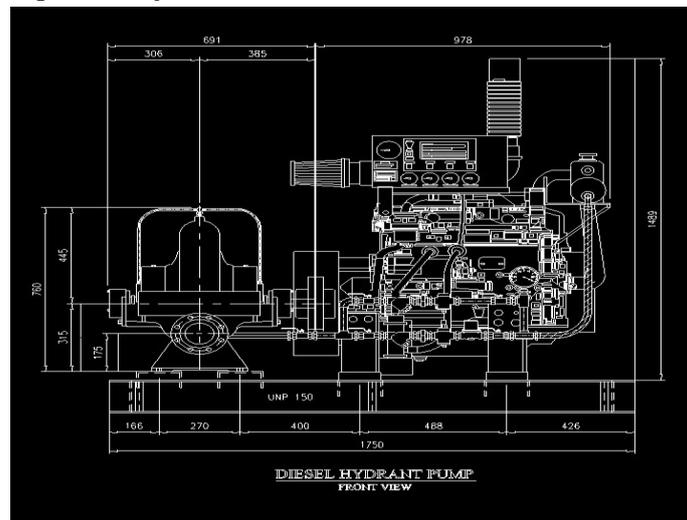
Gambar 18a. Pompa Electrical Hydrant Pump (Sumber PT. JAGA CITRA INTI)



Gambar 18b. Pompa Electrical Hydrant Pump (Sumber PT. JAGA CITRA INTI)
Diesel Hydrant Pump

Diesel pump hydrant adalah pompa pendorong terakhir yang digunakan pada instalasi fire hydrant system apabila jockey pump dan electric pump berhenti bekerja untuk mensuplai air. Ketika kebakaran pada gedung terlalu besar maka kondisi ini menyebabkan aliran air yang dipompa menuju sistem hydrant dan sistem sprinkler hanya akan terpompa oleh diesel pump. Hal ini disebabkan karena pompa sebelumnya tidak akan mungkin bisa aktif akibat dari aliran listrik yang pasti selalu dipadamkan.

Cara kerja diesel pump hydrant dapat aktif secara otomatis berdasarkan tekanan yang dibaca oleh pressure switch. Starting diesel pump juga di kontrol oleh panel kontrol. Perbedaan pompa ini dari pompa sebelumnya adalah apabila jockey pump dan electric pump menggunakan listrik untuk dapat bekerja, lainnya halnya dengan diesel pump. Karena diesel pump ini digerakkan oleh tenaga mesin diesel, yang mana mesin diesel menggunakan bahan bakar sendiri untuk dapat bekerja.



Gambar 19. Diesel Hydrant Pump (Sumber PT. JAGA CITRA INTI)

3. Sprinkler Head (SP)

Penggunaan fire sprinkler dalam pemadaman kebakaran merupakan salah satu dari sekian metode yang efektif dalam memadamkan api. Sprinkler sendiri dapat diartikan sebagai suatu ukuran dari sebuah molekul. Ukuran sprinkler sangat kecil seperti bulir-bulir hujan.

Cara kerja dari alat pemadam kebakaran jenis ini adalah ketika terjadi kebakaran di ruangan yang telah diinstal dengan sistem ini maka ruangan yang terbakar otomatis akan meningkatkan temperatur udara dalam ruangan, tingginya temperatur menyebabkan potensi menyala pada komponen lain. Temperatur pada sistem telah diinstal dan akan bekerja otomatis pada temperatur tersebut. Ketika api menyala pada komponen didekat sistem sprinkler, hal ini menyebabkan temperatur yang tinggi pada sensor yang ada pada sprinkler. Sensor secara otomatis dihubungkan pada sprinkler dan mengeluarkan air. Air yang keluar dari nozzle berukuran kecil dengan tekanan yang tinggi sehingga dapat memadamkan api. Untuk menangani bahaya kebakaran yang mengancam disarankan semua ruang dalam bangunan tersebut harus dilindungi dengan *fire sprinkler system*.



Gambar 20. Sprinkler Head (SP) (Sumber PT. JAGA CITRA INTI)

Sprinkler Flushing

1. Sprinkler flushing harus dipasang dibagian ujung dari branch main pipe atau branch sub main pipe.
2. Sprinkler flushing dimaksud untuk membuang air mati dalam jaringan pipa sprinkler.
3. Sprinkler flushing terdiri dari pipa drain diameter 25 mm yang di Tapping dari ujung branch main pipe atau submain ke sprinkler drain riser melalui valve.

Sprinkler Head

Sprinkler head yang dipergunakan disini dari jenis Glass bulb dengan temperatur pecah 68 deg. C, dibuat dari Chromium plate brass yang dilengkapi dengan flushing flange, kecuali daerah gudang dan parkir boleh menggunakan bronze finish.

4. Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

Untuk menentukan jumlah Alat Pemadam Api Ringan (APAR) yang dibutuhkan adalah sebagai berikut: Luas APAR perlindungannya adalah 140 m² , karena bangunan merupakan

bahaya kelas sedang dan setiap tempat publik wajib untuk menyediakan alat pemadam api ringan yang biasa disingkat dengan fire extinguisher.



Gambar 21. Alat Pemadam Api Ringan

APAR yang termasuk di peraturan PT Jaga Citra Inti mengenai keselamatan dan kesehatan kerja. Rekomendasi pemerintah untuk penempatan Apar adalah sebagai berikut:

1. Untuk setiap 200 m² ruang terbuka disediakan 1 unit APAR type A dengan jarak antara setiap unit maksimum 20 meter.
2. Untuk ruang yang dilengkapi dengan pembagi / pembatas ruang, disediakan 1 unit APAR type A tanpa memperhatikan luas ruang.
3. Untuk daerah/ruang mekanikal-elektrikal berskala kecil disediakan 1 unit APAR type A dan 1 unit APAR type B.
4. Untuk daerah/ruang mekanikal-elektrikal berskala besar disediakan 1 unit APAR type A, 1 unit APAR type C dan 1 unit APAR type D

Berikut Cara pemakaian dari Fire Extinguisher, yaitu dengan Metode P.A.S.S (Pull, Aim, Squeeze, Sweep):

1. Pull. Tarik pin pengaman yang ada pada alat pemadam api. Pada saat menarik pin, jangan tekan handle agar tekanan tidak keluar.
2. Aim. Angkat dan arahkan nozzle sumber api dengan memegang ujung selang alat pemadam api agar penyemprotan dapat terkendali.
3. Squeeze. Tekan terus handle sampai api dapat dipadamkan atau isinya habis.
4. Sweep. Sapukan dari kiri ke kanan atau sebaliknya.



Gambar 22. Alat Pemadam

5. Hydrant Box Indoor/Outdoor

Box tersebut dari plat baja dengan tebal ± 2 mm. Dimensi box : lihat gambar perencana. Tinggi pemasangan dari lantai ± 20 cm. Perletakan engsel disesuaikan dengan keadaan setempat sehingga mudah untuk dibuka. Seluruh box dan pintu dicat merah dengan cat Duco ex Dana Paints dan diberi tulisan Hydrant dengan warna putih. Panjang fire house tidak kurang dari 30 m, mudah dilipat dilengkapi hose rack, tahan terhadap tekanan dan penyambungannya

dengan sistem coupling. Nozzle variable (set spray) 1 1/2" dan landing valve 2 1/2" semua dalam keadaan baru dan fabricated, minimal class 200 psi, material bronze.



Gambar 23. Hydrant Box Indoor/Outdoor

Didalam hydrant box PT jaga citra inti terdapat pula sebagai berikut:

Fire Hose

Dalam hydrant box indoor, terdapat 1 roll fire hose di dalamnya. Fire hose adalah selang yang digunakan untuk mengalirkan air dari putput hydrant menuju lokasi kebakaran. Pada box indoor biasanya menggunakan hose dengan ukuran 1.5 atau 2 inch dan panjang sekitar 20-30 meter. Tentunya ukuran tersebut untuk mempermudah regu pemadam api dalam proses pemadaman kebakaran.



Gambar 24. Fire Hose

Hose Rack

Untuk mempermudah dalam pemadaman api, dalam hydrant box terdapat hose rack. Hose rack ini berfungsi agar selang tetap rapi dan tidak kusut yang dikhawatirkan akan mengganggu prose pemadaman api.

Valve

Dalam hydrant box terdapat 1 buah valve hydrant. Valve adalah sebuah katup atau keran yang mengatur keluarnya media air. Pada hydrant box indoor biasanya menggunakan valve berukuran 2 inch atau 1.5 inch.



Gambar 25. Valve

Nozzle

Yang terakhir pada hydrant box adalah nozzle. Nozzle berfungsi sebagai pengarah pancaran air agar lebih mudah diarahkan pada titik api yang perlu dipadamkan.

6. Hydrant Pilar

Hydrant Pillar adalah perangkat dalam instalasi fire hydrant yang biasanya terletak di luar gedung di tempat-tempat strategis yang mudah terlihat.



Gambar 26. Hydrant Pilar

Fungsinya adalah sebagai keluaran / output suplai air bertekanan dalam jaringan hydrant yang saat bekerja dihubungkan dengan fire hose untuk mendekati petugas pemadam kebakaran ke titik api. Jenis two-way, terbuat dari baja tuang diberi penguat pondasi beton secukupnya. Untuk ukurannya sekitar 4 x 2,5 x 2,5 inci. Pillar ini memiliki bursting pressure sekitar 15-30 kg/cm² dan working pressure hingga 10 kg/cm². Bila gedung Anda memiliki potensi kebakaran skala besar, maka ada baiknya untuk menggunakan pillar jenis ini. Memiliki dua ouput valve tentunya akan semakin cepat menangani jika terjadi bencana kebakaran. Pillar dicat merah dengan cat Duco c) Disediakan fire house lengkap dengan nozzle-nya, coupling disesuaikan dengan standar penggunaan coupling DPK setempat, panjang house tidak kurang dari 30 m dengan ukuran 4" x 2 ½" x 2 ½" dan dilengkapi dengan check valve.

7. Siemesse SMC

Pada umumnya apabila kebakaran yang terjadi pada gedung terlalu besar dan berlangsung pada waktu yang relatif lama, maka akan mengakibatkan pasokan air yang ada pada tangki hydrant pada gedung akan habis. Apabila air yang ada pada resevoir mulai habis ataupun akibat dari fungsi pompa hydrant pada gedung tidak dapat bekerja secara maksimal.

Maka siamese akan digunakan sebagai tempat untuk menyalurkan air yang berasal dari mobil pemadam kebakaran menuju sistem hydrant pada gedung. Sehingga fungsi dari hydrant dapat tetap berlangsung untuk memadamkan api.



Gambar 27. Siemesse SMC

Kemudian air yang disalurkan menuju siamese ini dapat langsung dialirkan kembali menuju sistem instalasi pipa yang mengarah pada output hydrant seperti hydrant box, hydrant pillar dan juga sistem sprinkler. Pada siamese juga terhubung pada check valve untuk menghindari aliran balik air yang berasal dari dalam gedung. Digunakan seamese connection jenis two way type Y terbuat dari baja tuang. Dalam pemasangan unit seamese connection harus diberikan pondasi penguat sebagai dudukan. Lokasi *seamese connection* mudah dilihat dan dekat dengan lalu lalang mobil agar mudah untuk dipakai bila diperlukan.

8. Header

Pipa header berfungsi sebagai penghubung utama antara pipa pengeluaran (discharge) dari pompa hydrant ke jaringan sistem distribusi hydrant. Diameter pipa biasanya berukuran lebih besar dibanding pipa lainnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan observasi dan penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa proses *purified water system* ini dapat menghilangkan partikel garam dan partikel-partikel pencemar lainnya dimana ukuran dari partikel-partikel tersebut lebih besar dari membran Reverse Osmosis, Proses penyaringan dan pemurnian air mengambil air bermasalah dan mengubahnya menjadi air bersih yang bebas dari bau, rasa, sedimen, dan kontaminan. *Purified water system* terdiri dari: *Multimedia filter*, *Carbon filter*, *Water softener*, *Heat Exchanger (HE)*, *Micro filter*, *Ultra filtration (R.O = Reverse Osmosis)*, dan *Electro De-Ionization (EDI)*. Mekanisme kerja *Purified Water System* merupakan sistem pengolahan air yang dapat menghilangkan berbagai cemaran (ion, bahan organik, partikel, mikroba dan gas) yang terdapat di dalam air yang akan digunakan untuk produksi. Air (*raw water*) pengolahan air dapat diperoleh dari air PDAM (*city water*), *Shallow well* (sumur dangkal) dengan kedalaman 10-20 m, atau berasal dari *Deep well* (sumur dalam) dengan kedalaman 80-150 m. Variasi mutu dari pasokan air mentah (*raw water*) yang memenuhi syarat ditentukan dari target mutu air yang akan dihasilkan. Demikian pula mutu air menentukan peralatan yang diperlukan untuk pengolahan air tersebut.

Adapun saran yang penyusun dapat berikan bagi seluruh pembaca isi laporan Praktek Kerja Lapangan adalah agar dalam penyelesaian beberapa troubleshoot fire alarm yang error

dikarenakan beberapa hal yang telah penulis sampaikan seperti dia atas baik itu false alarm maupun hanya sekedar pemeliharaan (maintenance) bulanan dapat dijadikan panduan, dikarenakan pada umumnya desain MCFA terkadang sama yang beredar dipasaran umumnya memang tidaklah terlalu berbeda, sehingga dalam pengaplikasian terhadap berbagai MCFA baik itu addressable maupun konvensional dapat disesuaikan dan dikondisikan dengan keadaan di lapangan. Juga berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan penulis maka dapat disarankan sebagai berikut: Penambahan remaining dilakukan secara bertahap, dikarenakan tidak ada acuan yang pasti untuk penambahan remaining pada setiap mix bed, penambahan dilakukan sebesar 500 jika sudah mencapai nilai 0 (nol) dan perlunya regenerasi setiap minggu sebelum melakukan pengoperasian *purified water system*.

DAFTAR REFERENSI

- Anonim. (2012). *Hybrid Control Designer, HC900-C50, Mix bed Plant PLTGU Tambak Lorok*. Semarang: Unit Bisnis Pembangkitan Semarang.
- Arifin, Zainal. (2008). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Surabaya: Lentera Cendikia.
- Asmadi, Khayan, Kasjono, H. S. (2011). *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- A.A.T, Alfonsia. (2012). *Demineralisasi*. Malang. Universitas Brawijaya.
- Bolton, W. (2004). *Programmable Logic Controller (3rd ed.)*. Jakarta: Erlangga.
- Budiyanto, M. & Wijaya, A. (2006). *Pengenalan Dasar-Dasar PLC*. Yogyakarta: Penerbit Gava Media.
- Elrina L, Diyah, Budi, Setyo. (2007). *Karakteristik Kinerja Resin Penukar Ion Pada Sistem Air Bebas Mineral(Gca 01) Rsg-Gas*. Yogyakarta. Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir Batan.
- Etikasari, Yusuf and Tuhu Agung, Rachmanto and Rudy, Laksmono W. (2009). *Pengaruh Tekanan Reverse Osmosis Pada Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih*. Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, 2 (1). pp. 78-87. ISSN 2085-501-X.
- Idaman, Said Nusa. (2003). *Aplikasi Teknologi osmosis balik untuk memenuhi kebutuhan air minum di kawasan pesisir atau pulau terpencil*. Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT.
- Kirisits, M. J. et al. (2001). *Water Quality Factors Affecting Bromate Reduction in Biologically Active Carbon Filters*. Water Research 35(4): 891–900.
- Nagarale, R. K. G. S. Gohil and V. K. Shahi. (2006). *Recent developments on ion exchange membranes and electro-membrane processes*. Advances in Colloid and Interface. 119 (2–3): p. 97-130.
- Ogata, K. (1996). *Teknik kontrol Automatik*. Erlangga. Jakarta.
- Pambi, R. P. Varonika. (2009). *Penurunan Tingkat Kekeruhan Dan Kesadahan Pada Air Tanah Dangkal Dengan Filtrasi*. Tugas Akhir Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.
- Pitojo, Setijo. Purwantoyo, Eling. (2003). *Deteksi Pencemar Air Minum*. Semarang: CV. Aneka Ilmu.
- Sim, W. J. Lee, J. W. Oh, J. E. (2010). *Occurrence and fate of pharmaceuticals in wastewater treatment plants and rivers in Korea*. Environmental Pollution.
- Siregar, S. A. (2005). *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Stackelberg, P. E. Furlong, E. T. Meyer, M. T. Zaugg, S. D. Henderson, A. Reissman, D.B.(2004). *Persistence of pharmaceutical compounds and other organic wastewater contaminants in a conventional drinking water treatment plant*. Journal Science of the total environment, 329 (1-3), 99-113.

- USEPA. (1991). *Guids to Pollution Prevention*. The Pharmaceutical Industry EPA/625/7-91/017. U.S Environmental Protection Agency.
- Wahyuningrum, S. (2010). *Penurunan Kadar Ca dan Mg menggunakan Kation Exchanger*. Semarang. Universitas Diponegoro.
- Wenten, Igan. Hakim and khoirudin. (2014). *Elektrodeionisasi*. Teknik Kimia: Institut Teknologi Bandung.