

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia dan makhluk hidup lainnya dan fungsinya bagi kehidupan tersebut tidak akan dapat digantikan oleh senyawa lainnya. Hampir semua kegiatan yang dilakukan manusia membutuhkan air, mulai dari membersihkan diri (mandi), membersihkan ruangan tempat tinggalnya, menyiapkan makanan dan minuman sampai dengan aktivitas-aktivitas lainnya.

Dalam jaringan hidup air merupakan medium untuk berbagai reaksi dan proses ekskresi. Air merupakan komponen utama baik dalam tanaman maupun hewan termasuk manusia. Tubuh manusia terdiri dari 60-70% air. Transportasi zat-zat makanan dalam tubuh semuanya dalam bentuk larutan dengan pelarut air. Juga hara-hara dalam tanah hanya dapat diserap oleh akar dalam bentuk larutannya. Oleh karena itu kehidupan ini tidak mungkin dapat dipertahankan tanpa air (Achmad, R.2004).

Air merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan, juga manusia selama hidupnya selalu memerlukan air. Dengan demikian semakin naik jumlah penduduk serta laju pertumbuhannya semakin naik pula laju pemanfaatan sumber-sumber air. Untuk dapat memenuhi kebutuhan hidup masyarakat yang semakin meningkat diperlukan industrialisasi yang dengan sendirinya akan meningkatkan lagi aktivitas penduduk serta beban penggunaan sumber daya air.

2.1.1 Air Minum

Bagi manusia, air minum adalah salah satu kebutuhan utama. Air minum yang ideal seharusnya jernih, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Air minum pun seharusnya tidak mengandung kuman patogen dan segala makhluk yang membahayakan kesehatan manusia. Tidak mengandung zat kimia yang dapat mengubah fungsi tubuh. Air itu seharusnya tidak korosif, tidak meninggalkan endapan pada seluruh jaringan distribusinya. Standar air minum yaitu suatu peraturan yang member petunjuk tentang konsentrasi berbagai parameter yang sebaiknya diperbolehkan ada di dalam air minum agar tujuan penyediaan air bersih dapat tercapai. Standar demikian akan berlainan dari Negara ke Negara , tergantung pada keadaan sosio-kultural termasuk kemajuan teknologi suatu Negara.

Penyediaan air bersih, selain kuantitasnya, kualitasnya pun harus memenuhi standar yang berlaku. Untuk ini perusahaan air minum, selalu memeriksa kualitas airnya sebelum didistribusikan kepada pelanggan. Karena air baku belum tentu memenuhi standar, maka seringkali dilakukan pengolahan air untuk memenuhi standar air minum.

Tergantung kualitas air bakunya, pengolahan air minum dapat sangat sederhana sampai sangat kompleks. Apabila air bakunya baik, maka mungkin tidak diperlukan pengolahan samasekali. Apabila hanya ada kontaminan kuman, maka disinfeksi saja sudah cukup. Dan apabila air baku semakin jelek kualitasnya, maka pengolahan harus lengkap(Slamet, 1994).

Diperlukan empat persyaratan pokok air minum :

- Persyaratan biologis, berarti air minum itu tidak boleh mengandung mikroorganisme yang nantinya menjadi infiltran tubuh manusia.
- Persyaratan fisik, kondisi fisik air minum terdiri dari kondisi fisik air pada umumnya, yakni derajat keasaman, suhu, kejernihan, warna, dan bau. Aspek fisik ini sesungguhnya selain penting untuk kesehatan langsung yang terkait dengan

kualitas fisik seperti suhu dan keasaman juga penting untuk menjadi indikator tidak langsung pada persyaratan biologis dan kimiawi.

- Persyaratan kimiawi menjadi penting karena banyak sekali kandungan kimiawi air yang member akibat buruk pada kesehatan karena tidak sesuai dengan proses biokimiawi tubuh.
- Persyaratan radiologis sering juga dimasukkan sebagai persyaratan fisik, namun sering dipisahkan karena jenis pemeriksaannya sangat berbeda, dan pada wilayah tertentu menjadi sangat serius seperti di sekitar reaktor nuklir.

Keempat persyaratan air minum diatas sebenarnya yang paling mudah diatasi adalah masalah pencemaran biologisnya karena umumnya mikroorganisme akan mati bila air dididihkan. Oleh karena itu, walau air sedikit tercemari kuman, virus, jamur, dan parasit, namun dengan merebus sampai mendidih dahulu, didinginkan dan diendapkan kemudian diminum sering sudah mengatasi masalah gangguan oleh pencemaran biologis itu (Amsyari, 1996).

Pengolahan air yaitu suatu usaha menjernihkan air dan meningkatkan mutu air agar dapat diminum. Proses pengolahan air meliputi empat tahap yaitu :

1. Proses purifikasi (penjernihan) air
2. Proses desinfeksi (meniadakan kuman penyakit), merupakan suatu proses/usaha agar kuman pathogen yang berada didalam air dipunahkan.
3. Proses pengaturan pH air, pH air normal berkisar 6,5-9,2. Apabila pH kurang dari 6,5 atau lebih besar dari 9,2 akan mengakibatkan pipa air yang terbuat dari logam mengalami korosif sehingga pada akhirnya air tersebut akan menjadi racun bagi tubuh manusia. Kalau pH berkisar antara 6,0-8,0 merupakan keadaan yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroba.
4. Proses pengaturan mineral air (Gabriel,J.F.2001).

2.1.1.1. Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)

Air minum kemasan atau dengan istilah **AMDK** (Air Minum Dalam Kemasan), merupakan air minum yang siap di konsumsi secara langsung tanpa harus melalui proses pemanasan terlebih dahulu. Air minum dalam kemasan merupakan air yang dikemas dalam berbagai bentuk wadah, misalnya 19 liter atau galon , 1500 ml / 600 ml (botol), 240 ml /220 ml (gelas).

Proses Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) harus melalui proses tahapan baik secara klinis maupun secara hukum, secara higienis klinis biasanya disahkan menurut peraturan pemerintah melalui Departemen Badan Balai Pengawasan Obat Dan Makanan (Badan POM RI) baik dari segi kimia, fisika, mikrobiologi. Tahapan secara hukum biasanya melalui proses pengukuhan merek dagang, hak paten, sertifikasi dan asosiasi yang mana keseluruhannya mengacu pada peraturan pemerintah melalui DEPERINDAG, SNI (Standar Nasional Indonesia), dan Merek Dagang. Untuk masalah air kemasan tentang Hak Cipta, Hak Paten Merek biasanya melalui instansi DEPARTEMEN KEHAKIMAN.

Adapun proses Pengolahan air untuk menjadikan air siap dikemas dan dipasarkan secara umum, ada beberapa proses yang harus dilalui antara lain :

1. Proses Pengolahan Air
2. Proses Sterilisasi Air
3. Proses Kontrol Kualitas
4. Proses Pengemasan (Galon, Botol, Cup)
5. Proses Pengepakan
6. Proses Distribusi (<http://zeofilt.wordpress.com>)

Pencemaran terhadap air dalam kemasan berasal dari kualitas air baku yang digunakan, dimana pencemaran itu dapat berasal dari kegiatan industri, domestik, dan kegiatan lain yang berdampak negatif terhadap penurunan sumber daya air, antara lain menyebabkan penurunan kualitas air(Effendi, 2003).

Selain itu dalam dunia industri yang menggunakan bahan-bahan kimia sintetik, dimana banyak dari bahan-bahan kimia tersebut telah menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan air. Seperti limpasan dari pestisida dan herbisida yang berasal dari daerah pertanian atau perkebunan dan buangan limbah industri ke permukaan air. Yang lebih serius lagi adalah terjadinya rembesan kedalam air tanah dari bahan-bahan pencemar yang berasal dari penampungan limbah kimia dan kolam penampungan atau kolam pengolahan limbah dan fasilitas-fasilitas lainnya(Achmad, 2004).

Untuk air yang didistribusikan dengan tangki pengangkut dari lokasi sumber air baku ke depot air minum harus menggunakan tangki pengangkut air yang terbuat dari bahan tara pangan (food grade), tahan korosi dan bahan kimia yang dapat mencemari air.

2.1.1.2 Air Minum Isi Ulang (AMIU)

Air minum isi ulang adalah salah satu jenis air minum yang dapat langsung diminum tanpa dimasak terlebih dahulu, karena telah melewati beberapa proses tertentu. Merbaknya peluang usaha yang umumnya disebut sebagai depot air minum isi ulang tidak terlepas dari krisis yang dialami masyarakat Indonesia, sehingga masyarakat mencari alternatif lain dalam membangun suatu usaha dengan biaya relatif ringan tetapi cepat kembali modalnya, ataupun para konsumen air minum mengurangi biaya kebutuhan sehari-hari.

Air minum isi ulang menjadi salah satu pilihan dalam memenuhi kebutuhan hidup masyarakat, karena selain lebih praktis (tidak perlu memasaknya terlebih dahulu) air minum ini juga dianggap lebih higienis. Tingginya minat masyarakat dalam mengkonsumsi air minum dalam kemasan dan mahalnya harga air minum dalam kemasan yang diproduksi industri besar mendorong tumbuhnya depot AMIU di berbagai tempat terutama kota-kota besar. Hal tersebut antara lain dari segi harganya AMIU lebih murah yaitu 1/3 dari harga air minum dalam kemasan yang diproduksi resmi industry besar, akan

tetapi beberapa anggota masyarakat masih ragu akan hal kualitasnya sehingga dapat dikatakan aman untuk dikonsumsi.

Proses produksi AMIU merupakan suatu proses dalam usaha menjadikan air pegunungan yang belum layak dikonsumsi menjadi air yang layak dikonsumsi masyarakat. Air yang berasal dari mata air pegunungan yang dapat dijadikan bahan baku (air baku) ditampung kemudian diangkut dengan mobil tangki air. Air tersebut ditampung dalam suatu wadah, kemudian dialirkan melalui pipa dan disaring menggunakan alat filter, kemudian disterilisasi dengan ozon. Air yang telah steril dialirkan ke tangki lalu disaring lagi melalui penyaringan halus kemudian diinjeksikan dengan sinar ultraviolet, saring sekali lagi melalui penyaringan halus. Air melalui pengisian dimasukkan ke dalam botol dan ditutup. (Kacaribu, 2008)

2.2. Logam

Dalam kehidupan sehari-hari, kita tidak terpisahkan dari benda-benda yang bersifat logam. Benda ini kita gunakan sebagai alat perlengkapan rumah tangga seperti sendok, garpu, pisau dan lain-lain, sampai pada tingkat perhiasan mewah yang tidak dapat dimiliki oleh semua orang seperti emas, perak dan lain-lain. Secara gamblang, dalam konotasi keseharian kita beranggapan bahwa logam diidentikkan dengan besi. Padat, keras, berat dan sulit dibentuk (Palar, 2008).

Logam berat adalah unsur logam dengan berat molekul tinggi. Dalam kadar rendah logam berat pada umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia (Notohadiprawiro, T.1993).

Logam berat ini dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus.

Lebih jauh lagi, logam berat ini akan bertindak sebagai penyebab alergi, karsinogen bagi manusia. Jalur masuknya adalah melalui kulit, pernapasan dan pencernaan.

Logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh maka tidak dapat dihancurkan tetapi akan tetap tinggal di dalamnya hingga nantinya dibuang melalui proses ekskresi. Hal serupa juga terjadi apabila suatu lingkungan terutama di perairan telah terkontaminasi (tercemar) logam berat maka proses pembersihannya akan sulit sekali dilakukan. Kontaminasi logam berat ini dapat berasal dari faktor alam seperti kegiatan gunung berapi dan kebakaran hutan atau faktor manusia seperti pembakaran minyak bumi, pertambangan, peleburan, proses industri, kegiatan pertanian, peternakan dan kehutanan, serta limbah buangan termasuk sampah rumah tangga. (Putra,J.A.2006).

Di dalam air biasanya logam berikatan dalam senyawa kimia atau dalam bentuk logam ion, bergantung pada kompartemen tempat logam tersebut berada. Tingkat kandungan logam pada setiap kompartemen sangat bervariasi, bergantung pada lokasi, jenis kompartemen dan tingkat pencemarannya. Biasanya tingkat konsentrasi logam berat dalam air dibedakan menurut tingkat pencemarannya, yaitu polusi berat, polusi sedang, dan nonpolusi.

Tujuan utama untuk mengetahui konsentrasi logam dalam lingkungan perairan adalah :

- a. Mengetahui konsentrasi logam yang tinggi dalam hewan air, baik ikan air laut maupun air tawar, yang dapat digunakan sebagai pedoman untuk mencegah terjadinya toksisitas kronis maupun akut pada orang yang memakannya.
- b. Mengetahui konsentrasi logam yang tinggi dalam air dan sedimen, yang dapat digunakan sebagai pedoman untuk memonitor kualitas air yang mungkin digunakan sebagai irigasi ataupun air minum, yang akhirnya berakibat buruk bagi orang yang mengonsumsinya.

Hart dan Lake (1987) mengatakan bahwa ada empat kompartemen yang terlihat dalam siklus biogeokimiawi logam dalam air, yaitu sebagai berikut :

- a. Kompartemen logam yang terlarut adalah ion logam bebas, kompleks, dan koloidal ikatan senyawanya.
- b. Kompartemen partikel abiotik, terdiri dari bahan kimia inorganic dan organic.
- c. Kompartemen partikel biotik, terdiri dari fitoplankton dan bacteria di dalam laut dangkal dan laut dalam, daerah pantai, serta muara sungai yang menempel pada tanaman.
- d. Kompartemen sedimen di dasar air, merupakan kompartemen terbesar dari logam berat pada setiap ekosistem air.

Untuk mengetahui proses perpindahan logam berat yang melibatkan transformasi dan transport dari kompartemen satu ke lainnya di dalam suatu lingkungan perairan, perlu mempelajari hal sebagai berikut :

- a. Bentuk fisika-kimia dari logam yang terdapat dalam setiap kompartemen.
- b. Proses yang menstimuli terjadinya transportasi logam dalam sistem tersebut.
- c. Suatu proses perpindahan logam dalam suatu kompartemen ke kompartemen lainnya.
- d. Suatu kejadian logam berat berinteraksi dengan biota air (Darmono, 2001).

2.3 Besi (Fe)

Besi (Fe) menempati berbagai lapisan bumi. Konsentrasi tertinggi terdapat pada lapisan dalam dari inti bumi dan sejumlah kecil terdapat dilapisan terluar kerak bumi. Fe hampir tidak dapat ditemukan sebagai unsur bebas.

2.3.1 Manfaat Sebagai Mikroelemen Tubuh

Fe memiliki berbagai fungsi esensial dalam tubuh yaitu :

1. Sebagai alat angkut oksigen dari paru-paru keseluruh tubuh.
2. Sebagai alat angkut electron dalam sel.
3. Sebagai bagian terpadu dari berbagai reaksi enzim.

Kadar Fe dalam tubuh manusia kira-kira 3- 5 g. Sebanyak 2/3 bagian terikat oleh Hb, 10% diikat oleh mioglobin dan enzim mengandung Fe dan sisanya terikat dalam protein feritritin dan hemosiderin.

2.3.2 Efek Toksik

Kelebihan Fe jarang terjadi akibat konsumsi yang berasal dari makanan, tetapi oleh konsumsi suplemen Fe. Kerusakan-kerusakan jaringan karena akumulasi Fe disebut hemokromatosis. Hal itu terjadi karena hemosiderin sulit melepaskan Fe. Hemokromatosis adalah penyakit karena meningkatnya absorpsi Fe sehingga tidak mampu mengatur absorpsi Fe dari usus. Penderita hemokromatosis menunjukkan akumulasi Fe di hati, limpa, tulang sumsum, jantung dan jaringan-jaringan lainnya. Penderita hemokromatosis berisiko terserang kanker hati, penyakit jantung, dan berbagai penyakit lainnya(Widowati,W.2008).

Kadar Fe yang berlebihan selain dapat mengakibatkan timbulnya warna merah juga mengakibatkan karat pada peralatan yang terbuat dari logam, serta dapat memudahkan bahan celupan dan tekstil(Effendi,H.2003).

2.4 Kadmium (Cd)

Kadmium adalah metal berbentuk Kristal putih keperakan. Cd terutama terdapat dalam kerak bumi bersama dengan seng Kadmium yang terdapat di dalam lingkungan pada kadar yang rendah berasal dari kegiatan penambangan seng, timah, dan kobalt serta kumprum. Sementara dalam kadar tinggi, kadmium berasal dari emisi industri, antara lain dari hasil sampingan penambangan, peleburan seng dan timbal(Widowati,W.2008).

2.4.1 Efek Toksik

Kadmium belum diketahui fungsinya secara biologis. Bagi manusia cadmium sebenarnya merupakan logam asing. Tubuh samasekali tidak membutuhkannya dalam proses metabolisme. Oleh karenanya kadmium dapat diabsorpsi tubuh dalam jumlah yang tidak terbatas, karena tidak adanya mekanisme tubuh yang dapat membatasinya. Apabila kadmium masuk kedalam tubuh, maka sebagian besar akan terkumpul didalam ginjal, hati dan ada sebagian yang keluar lewat saluran pencernaan.

Keracunan akut akan menyebabkan penyakit ginjal, penderita mengalami pelunakan seluruh kerangka, dan kematian biasanya disebabkan gagal ginjal. Selain itu didapat, bahwa masyarakat yang kekurangan gizi lebih peka terhadap Cd daripada yang normal(Slamet, 1994).

2.5 Kalsium (Ca)

Kalsium terdapat sebanyak 99% dalam tulang kerangka dan sisanya dalam cairan antar sel dan plasma. Kalsium mengatur permeabilitas membrane sel bagi K dan Na dan mengaktivasi banyak reaksi enzim, seperti pembekuan darah. Defisiensi kalsium menyebabkan lunaknya tulang serta mudah terangsangnya saraf dan otot dengan akibat

serangan kejang. Dalam kebanyakan kasus kekurangan disebabkan oleh defisiensi vitamin D dan terhambatnya resorpsi Ca.

Kalsium diperlukan sebagai bahan gizi untuk tanaman tingkat tinggi dan sebagai mikronutrien untuk sejumlah ganggang. Walaupun kalsium merupakan mineral yang dibutuhkan manusia dan hewan, jumlah yang ditemukan dalam air tidaklah cukup. Disisi lain kalsium merupakan konstituen utama dalam air sadah(Montgomery, J.M. 1985).

2.6 Spektrofotometri Serapan Atom

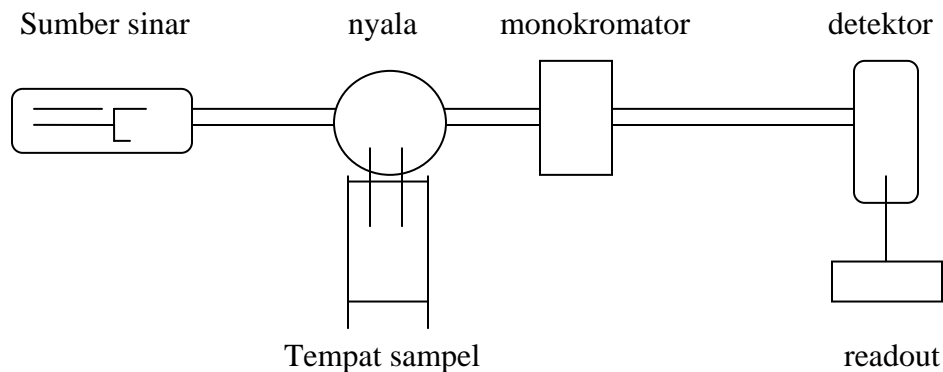
2.6.1 Prinsip Dasar Spektrofotometri Serapan Atom

Spektroskopi serapan atom adalah spektroskopi atomik yang disertai penyerapan sebagai suatu emisi atau pancaran. Di dalam beberapa dekade spektroskopi serapan atom menjadi salah satu dari cara yang paling luas digunakan untuk teknik analisa(Kennedy, J.H.1984). Spektroskopi serapan atom digunakan untuk analisis kuantitatif unsur-unsur logam dalam jumlah sekelumit dan sangat kelumit. Cara analisis ini memberikan kadar total unsur logam dalam suatu sampel dan tidak tergantung pada bentuk molekul dari logam dalam sampel tersebut.

Spektroskopi serapan atom didasarkan pada penyerapan energi sinar oleh atom-atom netral, dan sinar yang diserap biasanya sinar tampak atau ultraviolet. Metode spektroskopi serapan atom berdasarkan pada prinsip absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Cahaya pada panjang gelombang ini mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom yang mana transisi elektronik suatu atom bersifat spesifik. Dengan menyerap suatu energi, maka atom akan memperoleh energi sehingga suatu atom pada keadaan dasar dapat ditingkatkan energinya ke tingkat eksitasi(Rohman,A.2007). Spektrofotometri serapan atom kegunaannya lebih ditentukan untuk analisis kuantitatif logam-logam alkali dan alkali tanah. Untuk maksud ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- Larutan sampel diusahakan seencer mungkin kadar unsur yang dianalisis tidak lebih dari 5% dalam pelarut yang sesuai. Larutan yang dianalisis lebih disukai diasamkan atau kalau dilebur dengan alkali tanah terakhir harus diasamkan lagi.
- Hindari pemakaian pelarut aromatik atau halogenida. Hendaklah dipakai pelarut-pelarut untuk analisis (p.a)(Mulja. 1995)

2.6.2 Instrumentasi Spektrofotometri Serapan Atom



Gambar 2.1 Sistem peralatan spektrofotometer serapan atom

1. Sumber sinar

Sumber sinar yang lazim dipakai adalah lampu katoda berongga. Lampu ini terdiri atas tabung kaca tertutup yang mengandung suatu katoda dan anoda. Katoda sendiri berbentuk silinder berongga yang terbuat dari logam atau dilapisi dengan logam tertentu. Tabung logam ini diisi dengan gas mulia (neon atau argon) dengan tekanan rendah. Neon biasanya lebih disukai karena memberikan intensitas pancaran lampu yang lebih rendah.

2. Tempat Sampel

Dalam analisis dengan spektrofotometri serapan atom, sampel yang akan dianalisis harus diuraikan menjadi atom-atom netral yang masih dalam keadaan

asas. Ada berbagai macam alat yang dapat digunakan untuk mengubah suatu sampel menjadi uap atom-atom yaitu dengan nyala dan tanpa nyala

a. Nyala (flame)

Nyala digunakan untuk mengubah sampel yang berupa padatan atau cairan menjadi bentuk uap atomnya, dan juga berfungsi untuk atomisasi.

b. Tanpa nyala (flameless)

Teknik atomisasi dengan nyala dinilai kurang peka karena atom gagal mencapai nyala, tetesan sampel yang masuk kedalam nyala terlalu besar, dan proses atomisasi kurang sempurna. Oleh karena itu muncullah suatu teknik atomisasi yang baru yakni atomisasi tanpa nyala. Pengatoman dapat dilakukan dalam tungku dari grafit. Sampel diletakkan dalam tabung grafit, kemudian tabung tersebut dipanaskan dengan system elektrik dengan cara melewatkan arus listrik grafit. Akibat pemanasan ini, maka zat yang akan dianalisis berubah menjadi atom-atom netral(Rohman, A. 2007).

3. Monokromator

Monokromator memisahkan, mengisolasi dan mengontrol intensitas dari radiasi energi yang mencapai detektor. Pada hakekatnya mungkin saja dapat dianggap sebagai suatu saringan yang dapat disesuaikan dengan suatu daerah yang spesifik, yang mana spectrum transmisi yang tidak sesuai akan ditolak. Idealnya monokromator harus mampu memisahkan garis resonansi. Karena ada beberapa unsur yang mudah dan ada beberapa unsur yang sulit(Haswell,S.J.1991).

4. Detektor

Detektor dapat diatur sedemikian rupa pada nilai frekuensi tertentu, sehingga tidak memberikan respon terhadap emisi yang berasal dari eksitasi termal(Khopkar,S.M.2003).

5. Readout

Readout merupakan suatu alat penunjuk atau dapat juga diartikan sebagai sistem pencatat hasil.