

# Dampak Radiasi Listrik Tegangan Tinggi Terhadap Kesehatan Manusia

Oleh :

Ahmad Nawawi\*)

## ABSTRAK

*Kelangsungan hidup manusia agar tetap dapat bertahan, pada dewasa ini tidak terlepas dari ketergantungan akan energy listrik. Ketersediaan energy listrik terhadap pengguna atau konsumen biasanya berjarak yang cukup jauh, sehingga diperlukan suatu transmisi/saluran tenaga listrik. Untuk mengurangi rugi-rugi dan efisiensi saluran transmisi, maka tegangan dinaikkan sampai dengan extra tinggi, yaitu 500 kV (di Indonesia). Saluran transmisi ini biasa di sebut dengan Saluran Udara Tegangan Extra Tinggi (SUTET). Keberadaan SUTET ini tidak dipungkiri, akan menimbulkan suatu radiasi, yaitu radiasi medan magnet dan medan listrik. Medan listrik dan medan magnet termasuk kelompok radiasi non-pengion. Radiasi ini relatif tidak berbahaya, berbeda sama sekali dengan radiasi jenis pengion seperti radiasi nuklir atau radiasi sinar rontgen. Baik medan listrik dan medan magnet sebenarnya sudah ada sejak bumi terbentuk. Awan yang mengandung potensial air, terdapat medan listrik yang besarnya antara 3000 - 30.000 V/m. Demikian juga bumi secara alamiah bermedan listrik (100 - 500 V/m) dan bermedan magnet (0,004 - 0,007 mT). Di dalam rumah, di tempat kerja, di kantor atau di bengkel terdapat medan listrik dan medan magnet buatan. Medan listrik dan medan magnet ini biasanya berasal dari instalasi dan peralatan listrik. Pada sistem instalasi yang bertegangan dan berarus selalu timbul medan listrik. Tetapi medan listrik ini sudah melemah karena jaraknya cukup jauh dari sumber. Menurut IRPA dan WHO, batasan pajanan kuat medan listrik yang diduga dapat menimbulkan efek biologis untuk umum adalah 5 kV/m, sedangkan batasan pajanan kuat medan magnet yang diduga dapat menimbulkan efek biologis untuk umum adalah 0,5 mili Tesla. Meskipun pada umumnya, baik pengukuran untuk medan magnet maupun medan listrik dibawah nilai ambang yang diijinkan namun perlu juga meminimalis efek yang ditimbulkan. Ada beberapa cara untuk mengurangi besarnya medan listrik dan medan magnet ini, sehingga pengaruh dari radiasi saluran udara tegangan extra tinggi ini bisa lebih di minimalisir lagi.*

*Kata Kunci : SUTET, Radiasi, IRPA dan WHO, Kesehatan manusia.*

## A. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Manusia dalam menjalani kehidupannya tidak bisa lepas dari yang namanya energi. Manusia

agar tetap dapat bertahan hidup memerlukan energi kimia berupa makanan dimana energi tersebut akan diolah dalam bentuk metabolis-me. Selain makanana manusia juga memerlukan bentuk energi lain agar dapat menjalani aktivitasnya seperti energi panas yang digu-



nakan untuk memasak, energi mekanik yang digunakan dalam industry dan bentuk-bentuk energi yang lain

Dari sekian banyak bentuk energi yang ada, energi listriklah yang paling banyak dimanfaatkan oleh manusia, hal tersebut dikarenakan energi listrik sangat mudah diubah menjadi bentuk energi yang lain, sehingga hanya dengan memanfaatkan energi listrik maka kebutuhan energi yang lain akan dapat terpenuhi, selain itu energi listrik juga dapat disimpan dan digunakan sewaktu-waktu sesuai kebutuhan jadi akan lebih hemat.

Mengingat kebutuhan masyarakat akan listrik yang begitu besar, maka sesuai dengan UUD 1945 yang menyatakan bahwa "aset yang menyangkut harkat hidup orang banyak dikuasai oleh negara" pemerintah mengambil alih pengelolaan listrik yang ada di Indonesia dalam sebuah Perusahaan Listrik Negara (PLN). PLN berkewajiban menyuplai listrik untuk kemudian dimanfaatkan sebesar-basarnya untuk kepentingan masyarakat dan negara.

Untuk menghasilkan listrik PLN membuat beberapa pembangkit listrik yang tersebar di berbagai daerah. Beberapa jenis pembangkit listrik milik PLN antara lain Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) serta beberapa sumber pembangkit yang menggunakan energi alternatif lain seperti tenaga angin, tenaga sinar matahari bahkan kini dikembangkan agar sampah mampu diolah agar mampu menghasilkan listrik dari gas metana yang dihasilkan.

Dalam upaya terlaksananya pembangunan yang merata maka PLN bertugas untuk mendistribusikan listrik dari sumber pembangkit listrik ke daerah-daerah lain yang membutuhkan. Mengingat luas negara Indonesia yang sangat luas sehingga jarak yang dibutuhkan dari sumber pembangkit listrik ke daerah tuju-

an juga sangat jauh. Jika ditinjau maka ini merupakan suatu masalah, karena apabila listrik ditransmisikan pada jarak yang jauh melalui suatu konduktor, maka lama-kelamaan energi listrik tersebut akan berkurang karena telah berubah menjadi energi panas pada kebel listrik. Untuk menghindari hal tersebut maka salah satu cara yang dilakukan oleh PLN yaitu dengan menaikkan tegangan listrik, hal tersebut sesuai dengan hukum fisika yaitu pada tegangan yang sangat tinggi dan kuat arus yang rendah maka listrik tidak akan berubah menjadi energi panas saat dilewatkan pada suatu konduktor. Maka dari itulah dalam pendistribusian listrik dikenal istilah Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET). Saluran tersebut merupakan kabel-kabel yang dihubungkan pada menara yang sangat tinggi.

Pada awal-awal pembangunan SUTT maupun SUTET, tidak ada masyarakat yang memprotes kehadirannya, namun sejak adanya kasus sengketa tanah pada areal yang dilalui SUTET maka mulailah muncul isu bahwa SUTT dan SUTET adalah penyebab dari berbagai penyakit dari masyarakat yang tinggal di sekitarnya.

Dalam perkembangannya muncullah berbagai tanggapan terhadap isu tersebut, baik dari masyarakat awam sampai para ahli. Diantara mereka terbagi menjadi dua kelompok, kelompok pertama mengatakan bahwa SUTET berdampak pada kesehatan masyarakat yang tinggal di sekitarnya, sedangkan kelompok kedua mengatakan bahwa penyakit yang dialami oleh masyarakat tersebut tidak ada hubungannya dengan pembangunan SUTET di daerah tersebut, mereka menganggap bahwa isu tersebut hanya untuk mencari sensasi agar pemerintah mau memberikan ganti rugi terhadap penyakit yang mereka alami. Walaupun banyak para ahli yang melakukan penelitian mengenai dampak SUTET terhadap kesehatan masyarakat tetap saja hasil dari penelitian tersebut berbeda-beda. Maka dari itulah karya

tulis ini dibuat agar bisa menjadi pembanding dari kedua pendapat dan hasil penelitian tersebut sehingga pembaca bisa mengetahui apakah SUTET memang berdampak pada kesehatan atau tidak.

## 2. Rumusan Masalah

Berikut merupakan beberapa masalah yang terkait dengan penelitian Dampak Radiasi Listrik Tegangan Tinggi terhadap Kesehatan Manusia ini :

- Apa yang dimaksud dengan SUTET?
- Bagaimana SUTET dapat menghasilkan medan listrik dan medan magnet?
- Apa pengaruh medan listrik dan medan magnet yang dihasilkan oleh SUTET terhadap kesehatan manusia?
- Berapa batas medan listrik dan medan magnet yang masih dianggap aman bagi tubuh manusia?
- Apa upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak negatif dari medan listrik dan medan magnet yang dihasilkan pada SUTET ?

## 3. Batasan Masalah

Berikut ini merupakan batasan masalah yang terkait dengan penelitian Dampak Radiasi Listrik Tegangan Tinggi terhadap Kesehatan Manusia ini :

- Penelitian hanya terfokus pada titik pengamatan, yaitu pada tempat terbuka di Desa Ngraho, Kecamatan Ngraho, Kabupaten Bojonegoro. Ditempat pemukiman di Desa Sonorejo dan Desa Cendono, Kec. Padangan, Kab. Bojonegoro, serta Desa Kendung, Kec Purwosari, Kab. Bojonegoro
- Penelitian dilakukan pada tahun 2005, saat penulis menyelesaikan studi D4

Teknik Listrik Perminyakan di STEM-Akamigas.

## 4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Dampak Radiasi Listrik Tegangan Tinggi terhadap Kesehatan Manusia ini adalah :

- Untuk mengetahui apa yang dimaksud dengan SUTET
- Untuk mengetahui proses terjadinya medan listrik dan medan magnet pada SUTET
- Untuk mengetahui dampak SUTET serta medan listrik yang ditimbulkan bagi tubuh manusia.
- Untuk mengetahui batasan medan listrik dan medan magnet yang aman bagi tubuh manusia
- Untuk mengetahui cara-cara mengurangi dampak negatif medan listrik dan medan magnet yang dihasilkan oleh SUTET

## 5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- Sebagai tambahan dari referensi yang sudah ada.
- Sebagai media informasi mengenai dampak SUTET terhadap tubuh manusia bagi pembaca.

## C. LANDASAN TEORI

### 1. Medan Listrik dan Medan Magnet

Ilmu mengenai kelistrikan mulai berkembang sejak adanya teori mengenai penyusun materi. Dari hasil penelitian maka ditemukan bahwa partikel penyusun zat adalah atom. Parkembangan selanjutnya ditemukan bahwa atom sendiri tersusun inti yang terdiri dari ne-

utron, proton yang bermuatan positif, dimana inti tersebut dikelilingi oleh elektron-elektron yang bermuatan negatif. Pada atom netral

jumlah proton sama dengan jumlah elektron sehingga dalam atom netral total muatannya adalah nol.



Salah satu sifat dari elektron adalah mampu tereksistensi dan bergerak antara atom satu ke atom yang lain. Suatu zat akan dikatakan bermuatan negatif apabila zat tersebut kelebihan elektron, sebaliknya suatu zat akan dikatakan bermuatan positif apabila zat tersebut kekurangan elektron.

Listrik adalah kondisi dari partikel subatomik tertentu baik itu proton maupun elektron yang menyebabkan penarikan dan penolakan gaya diantaranya. Gaya listrik tersebut timbul akibat adanya muatan listrik yang dikandung oleh proton maupun elektron. Gaya tarik menarik akan timbul apabila dua benda memiliki muatan yang tidak sejenis, sebaliknya gaya tolak menolak akan timbul apabila dua benda bermuatan sejenis.

Gaya antara dua buah partikel bermuatan yang dipisahkan oleh suatu jarak tertentu tanpa kontak antar keduanya disebut action of distance. Konsep yang dapat menjelaskan tentang gaya tersebut adalah konsep medan.

Medan adalah ruang di sekitar benda dimana setiap titik dalam ruang tersebut akan terpengaruh oleh gaya yang ditimbulkan oleh benda. Medan yang timbul akibat adanya muatan listrik disebut medan listrik.

Hans Cristian Oersted, seorang ilmuwan dari Denmark menemukan bahwa di sekitar kawat berarus listrik terdapat medan magnet. Sedangkan Faraday menemukan bahwa perubahan medan magnet dapat menimbulkan medan listrik berupa tegangan induksi, yang dibuktikan dengan menggerakkan magnet dalam kumparan. Kemudian berdasarkan kedua hasil penelitian tersebut Maxwell I menemukan bahwa perubahan medan listrik dan medan magnet terjadi secara serentak saling tegak lurus dan yang satu ditimbulkan oleh perubahan yang lainnya. Perubahan kedua medan tersebut merambat dengan cepat rambat yang sama dengan cepat rambat cahaya.

## 2. Pengertian SUTET

SUTET atau Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi merupakan media pendistribusian listrik oleh PLN berupa kabel dengan tegangan listriknya dinaikkan hingga mencapai 500kV yang ditunjukkan untuk menyalurkan listrik dari pusat pembangkit listrik menuju pusat-pusat beban yang jaraknya sangat jauh.

Tujuan penaikan tegangan listrik tersebut adalah untuk mengurangi energi listrik yang terbuang akibat diubah menjadi energi panas saat melewati kabel listrik sehingga energi listrik bisa disalurkan secara efisien. Hal tersebut penting dilakukan mengingat keadaan geografis dari Indonesia itu sendiri yang sangat luas dan terdiri atas pulau-pulau dimana tidak semua pulau memiliki sumber daya alam yang mampu diolah menjadi energi listrik sedangkan listrik merupakan kebutuhan pokok masyarakat dan industri yang harus dibagi secara merata ke tiap-tiap daerah demi mewujudkan "Keadilan Bagi Seluruh Rakyat Indonesia".

SUTET sendiri dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu SUTET pipa bawah tanah atau bawah air, dan SUTET konstruksi udara. Indonesia sebagai negara yang berbentuk kepulauan menggunakan kedua jenis SUTET ini, SUTET bawah air digunakan untuk mendistribusikan listrik antar satu pulau dengan pulau lain, sedangkan SUTET konstruksi udara digunakan untuk mendistribusikan listrik di darat.

Di negara-negara yang memiliki wilayah sangat luas seperti USA dan Russia digunakan tegangan yang lebih tinggi dari 500kV, dan diistilahkan dengan Saluran Udara Tegangan Ultra Tinggi (SUTUT) yang besarnya berkisar 765kV sampai 1100kV dimana jenis saluran yang digunakan adalah konstruksi udara karena biaya pembuatan serta perawatannya lebih murah dan mudah.

## 3. Jarak Aman Pemukiman Penduduk dari Radiasi SUTET

Telah dijelaskan di atas bahwa medan magnet tidak melebihi 0,5 mili Tesla maka radiasi medan magnet yang ditimbulkan oleh SUTET tidak berbahaya dan pembangunan SUTET tidak perlu dirisaukan. Tapi untuk tidak mendapatkan bahaya SUTET maka ada ketentuan-ketentuan didalamnya supaya radiasi tidak dirasakan makhluk hidup. Untuk ketentuan jarak aman SUTET (500 KV) terhadap perumahan.

- Lampiran V Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 1457 K/28/MEM/2000 tanggal 3 November 2000 tentang "Kriteria Tata Ruang Aspek Pertambangan dan Energi". Disana disebutkan jarak minimum bangunan tidak tahan api dengan saluran SUTET minimal 14 meter (sirkuit ganda) dan 15 meter (sirkuit tunggal).
- SNI 04-6918-2002 tentang "Ruang Bebas dan Jarak Bebas Minimum pada SUTET". SNI mempunyai pendapat yang berbeda dengan kepmen ESDM di atas mengenai jarak runag aman, yang dapat kita lihat dibawah ini :
  - Jarak minimum titik tertinggi bangunan tahan api terhadap titik terendah kawat penghantar SUTET 500 kV adalah 8,5 m
  - Jarak minimum titik tertinggi jembatan besi titik terendah kawat penghantar SUTET 500 kV adalah 8,5 m
  - Jarak minimum jalan kereta api terhadap titik terendah kawat penghantar SUTET 500 kV adalah 15 m
  - Jarak minimum lapangan terbuka terhadap titik terendah kawat penghantar SUTET 500 kV adalah 11 m

- Jarak minimum titik tertinggi bangunan tidak tahan api terhadap titik terendah kawat penghantar SUTET 500 kV adalah 15 m
- Jarak minimum titik tertinggi bangunan tidak tahan api terhadap titik terendah kawat penghantar SUTET 500 kV adalah 15 m
- Jarak minimum jalan raya terhadap titik terendah kawat penghantar SUTET 500 kV adalah 15 m.

Dalam pembangunan SUTET juga dikenal istilah ruang bebas dan ruang aman. Ruang bebas adalah ruang yang harus bebas dari benda-benda dan kegiatan lainnya. Ruang bebas ditetapkan berdeda-beda dalam luas dan bentuk. Sementara ruang aman adalah ruang yang berada di luar ruang bebas dimana pada ruang aman lahan atau tanahnya yang masih dapat dimanfaatkan. Dalam ruang aman pengaruh kuat medan listrik dan kuat medan magnet sudah dipertimbangkan dengan mengacu kepada peraturan yang berlaku. Ruang bebas dan ruang aman dapat diatur besarnya sesuai kebutuhan pada saat mempersiapkan rancang bangun.

Ruang aman dapat diperluas dengan cara meninggikan menara dan atau mempendek jarak antara menara, sehingga bila ada pemukiman yang akan dilintasi SUTT / SUTET yang akan dibangun berada di dalam ruang yang aman.

#### **4. Dampak SUTET Terhadap Kesehatan Masyarakat**

Pada bulan Mei tahun 2000 terjadi kasus sengketa tanah antara warga yang tinggal di kawasan SUTET dengan PLN, kasus tersebut berbuntut panjang hingga mulai muncul isu bahwa masyarakat yang tinggal di bawah menara SUTET merasa dirugikan dari segi kesehatan karena merasa berbagai penyakit yang mereka alami disebabkan oleh adanya

pengaruh medan listrik dan medan magnet yang ditimbulkan oleh SUTET. Kemudian isu ini kembali mencuat pada awal tahun 2006, masyarakat yang tinggal di kawasan SUTET melakukan aksi mogok makan menuntut dana kompensasi yang harus dibayar oleh PLN akibat dampak negatif yang ditimbulkan medan listrik dan medan magnet SUTET terhadap kesehatan mereka.

Walaupun PLN telah berkelit bahwa pembangunan SUTET telah sesuai dengan standar pemerintah namun jika ditinjau ulang peraturan mengenai rancang bangun SUTET ternyata hanya ditunjukkan untuk menanggulangi hal-hal yang bersifat teknis bukan dari kesehatan. Sebagai contoh peraturan tentang jarak minimum SUTET terhadap rumah penduduk ditunjukkan agar apabila terjadi gempa dan menara SUTET roboh maka masyarakat yang tinggal di bawahnya tidak tersengat listrik, padahal SUTET juga menghasilkan medan listrik dan medan magnet yang dampaknya terhadap manusia masih kontroversial.

Medan listrik dan medan magnet termasuk kelompok radiasi non-pengion. Radiasi ini relatif tidak berbahaya, berbeda sama sekali dengan radiasi jenis pengion seperti radiasi nuklir atau radiasi sinar rontgen. Baik medan listrik dan medan magnet sebenarnya sudah ada sejak bumi terbentuk. Awan yang mengandung potensial air, terdapat medan listrik yang besarnya antara 3000 - 30.000 V/m. Demikian juga bumi secara alamiah bermedan listrik (100 - 500 V/m) dan bermedan magnet (0,004 - 0,007 mT). Di dalam rumah, di tempat kerja, di kantor atau di bengkel terdapat medan listrik dan medan magnet buatan. Medan listrik dan medan magnet ini biasanya berasal dari instalasi dan peralatan listrik. Pada sistem instalasi yang bertegangan dan berarus selalu timbul medan listrik. Tetapi medan listrik ini sudah melemah karena jaraknya cukup jauh dari sumber.

Di bawah SUTR dan SUTM kuat medan

magnet bervariasi antara 0,1–3,5 mikrottesla. Di dalam bangunan rumah, kantor, bengkel atau pabrik, medan magnet karena saluran udara ini jauh lebih lemah lagi. Diusahakan dalam pemilihan jalur SUTET tidak melintas daerah pemukiman, hutan lindung maupun cagar alam. Di beberapa daerah pemukiman yang padat mungkin tidak bisa dihindari jalur SUTET untuk melintas, tetapi baik medan listrik maupun medan magnet tidak boleh diatas ambang batas yang diperbolehkan.

Kekhawatiran akan pengaruh buruk medan listrik dan medan magnet terhadap kesehatan dipicu oleh publikasi hasil penelitian yang dilakukan oleh Wertheimer dan Leeper pada tahun 1979 di Amerika. Penelitian tersebut menggambarkan adanya hubungan kenaikan risiko kematian akibat kanker pada anak dengan jarak tempat tinggal yang dekat jaringan transmisi listrik tegangan tinggi. Banyak ahli yang meragukan hasil penelitian tersebut dengan menunjuk berbagai kelemahannya, antara lain tidak adanya data hasil pengukuran kuat medan listrik dan medan magnet yang mengenai kelompok anak-anak yang diteliti. Kemudian berbagai ahli mulai lebih mendalami penelitian ini, namun hasil yang didapat justru beragam, bahkan sebagian besar bersifat kontradiktif. Dilaporkan, studi Feyching dan A hlboum pada tahun 1993, meta analisisnya merupakan penelitian yang mendukung hasil Wertheimer, sedangkan koreksi yang dilakukan oleh peneliti lainnya seperti yang dilakukan oleh Savit z dan kawan-kawan serta temuan studi Fult on dan kawan-kawan, ternyata hubungan tersebut tidak ada. Hasil penelitian dengan metoda yang lebih disempurnakan pernah dilakukan oleh Maria Linett dan kawan-kawan dari National Cancer Institute - Amerika tahun 1997. Penelitian yang melibatkan lebih kurang 1200 anak ini melaporkan bahwa tidak ada hubungan antara kejadian kanker pada anak yang terpajan medan listrik dan medan magnet dengan anak-anak

yang tidak terpajan. Hasil yang sama juga diperoleh pada studi Kanad a 1999, studi nggris 1999-2000 dan studi Selandia Baru. Temuan tersebut mengukuhkan penolakan terhadap hasil penelitian yang dilakukan oleh Wertheimer dan Leeper tersebut.

Sebuah studi yang dilakukan oleh Dr. Gerald Draper dalam studi yang dilakukan bersama dengan koleganya dari Childhood Cancer Research Group di Oxford University dan Dr. John Swanson, penasehat sains di National Grid Transco, menemukan bahwa anak-anak yang tinggal kurang dari 200 meter dari jalur tegangan tinggi, saat dilahirkan memiliki resiko menderita leukimia sebesar 70 persen daripada yang tinggal dari jarak 600 meter atau lebih. Ditemukan lima kali lipat lebih besar kasus leukimia pada bayi yang dilahirkan di daerah sekitar SUTET atau sebesar 400 dalam setahun dari 1 persen jumlah penduduk yang tinggal di daerah tersebut. Secara keseluruhan, anak-anak yang hidupnya dalam radius 200 meter dari tiang tegangan tinggi sekitar 70 persen diantaranya terkena leukimia dan yang hidup antara 200-600 meter sekitar 20 persen dibandingkan dengan yang tinggal lebih dari 600 meter. Walaupun demikian, peningkatan resiko leukemia masih ditemukan pada jarak dimana besar medan listrik bernilai di bawah kondisi di dalam rumah, sehingga disimpulkan bahwa peningkatan resiko leukemia tidak diakibatkan oleh medan listrik atau medan magnet yang diakibatkan oleh SUTET. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Corrie Wawolumaya dari Bagian Ilmu Kedokteran Komunitas Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia pernah melakukan penelitian terhadap pemukiman di sekitar SUTET. Hasilnya tidak ditemukan hubungan antara kanker darah (leukemia) dan SUTET

Berdasarkan hasil penelitian Dr. Anies, M.Kes. PKK dari UNDIP, pada penduduk di bawah SUTET 500 kV di Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Pemalang, dan Kabupa-

ten Tegal (2004) menunjukkan bahwa besar risiko electrical sensitivity pada penduduk yang bertempat tinggal di bawah SUTET 500 kV adalah 5,8 kali lebih besar dibandingkan dengan penduduk yang tidak bertempat tinggal di bawah SUTET 500 kV. Secara umum dapat disimpulkan bahwa pajanan medan elektromagnetik yang berasal dari SUTET 500 kV berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada penduduk, yaitu sekumpulan gejala : *hipersensitivitas yang dikenal dengan electrical sensitivity berupa keluhan sakit kepala (headache), pening (dizziness), dan kelelahan menahun (chronic fatigue syndrome)*. Hasil penemuan Anies menyimpulkan bahwa ketiga gejala tersebut dapat dialami sekaligus oleh seseorang, sehingga penemuan baru ini diwacanakan sebagai "Trias Anies".

Dalam tiga dekade terakhir ini telah dilakukan berbagai penelitian tentang dampak medan elektromagnetik terhadap kesehatan manusia. Reiter (1997) melaporkan, pajanan medan elektromagnetik dapat mempengaruhi metabolisme hormon melatonin(N- acetyl- 5- met oksitriptamin) yang diproduksi oleh kelenjar pineal. Hormon ini berfungsi menekan timbulnya kanker, terutama kanker payudara. Rendahnya produksi hormon melatonin dapat menimbulkan risiko kanker payudara. Kenaikan kadar hormon melatonin dapat menaikkan kadar prolaktin, menyebabkan pembesaran payudara dan menurunkan kemampuan seksual. Disamping itu, hormon melatonin mengatur irama sirkadian atau irama bangun dan tidur, sehingga rendahnya kadar melatonin dapat mengakibatkan sukar tidur.

Penelitian pengaruh SUTET terhadap kesehatan manusia menghasilkan hasil yang beragam karena penelitian ini memang sangat sulit dilakukan, hal tersebut karena penelitian yang selama ini dilakukan hanya bersifat observasi serta subjektifitas dari orang yang tinggal di areal SUTET, padahal agar mendapatkan data yang akurat maka metode eksperimen sangat

diperlukan agar dihasilkan data yang akurat dan objektif, namun penelitian dengan manusia sebagai objek eksperimen tentu tidak mengkon dilakukan karena dianggap tidak etis dan manusiawi

Penelitian dengan menggunakan hewan percobaan sebenarnya pernah dilakukan sejak tahun 60-an dengan hasilnya bervariasi mulai dari gambaran yang tidak berpengaruh, adanya perubahan perilaku sampai pada pengaruh terjadinya cacat pada keturunan. Sebenarnya hasil penelitian pada hewan yang menunjukkan adanya pengaruh buruk tersebut diakibatkan oleh penggunaan kuat medan listrik atau medan magnet yang sangat besar dalam percobaan tersebut. Percobaan dengan kuat medan listrik dan medan magnet sampai pada tingkat yang menghasilkan kelainan tersebut memang diperlukan untuk mengetahui proses terjadinya gangguan tertentu sehingga dapat dipergunakan sebagai dasar penanggulangannya. Kuat medan listrik dan medan magnet yang digunakan pada percobaan tersebut hampir mustahil dapat dihasilkan dan terjadi di lingkungan sekitar kehidupan manusia. Pengaruh medan listrik dan medan magnet terhadap kesehatan sangat tergantung pada dosis yang diterimanya. Dosis yang kecil tentu tidak akan berpengaruh, bahkan penelitian yang dilakukan oleh Piekarsi dari negara bekas Uni Sovyet menunjukkan efek positif terhadap penyambungan tulang yang patah pada anjing percobaan.

John Moulder mencoba menarik kesimpulan dari ratusan penelitian tentang dampak SUTET terhadap kesehatan. Moulder menyimpulkan bahwa tidak ada hubungan sebab akibat antara medan tegangan listrik dan kesehatan manusia (termasuk kanker). Walaupun demikian medan tegangan listrik belum bisa dibuktikan benar-benar aman. Selain itu disepakati juga bahwa jika ada bahaya kesehatan terhadap manusia, maka itu hanya terjadi pada sebagian kecil kelompok. Pernyataan tersebut diper-

kuat oleh WHO yang berkesimpulan bahwa tidak banyak pengaruh yang ditimbulkan oleh medan listrik sampai 20 kV/m pada manusia dan medan listrik sampai 100 kV/m tidak mempengaruhi kesehatan hewan percobaan. Selain itu, percobaan beberapa sukarelawan pada medan magnet 5 mT hanya memiliki sedikit efek pada hasil uji klinis dan fisik.

Para ahli telah sepakat bahwa medan listrik dan medan magnet yang berasal dari jaringan listrik digolongkan sebagai frekuensi ekstrim rendah dengan konsekuensi kemampuan memindahkan energi sangat kecil, sehingga tidak mampu mempengaruhi ikatan kimia pembentuk sel-sel tubuh manusia. Disamping itu sel tubuh manusia mempunyai kuat medan listrik sekitar 10 juta Volt/m yang jauh lebih kuat dari medan listrik luar. Medan listrik dan medan magnet dengan frekuensi ekstrim rendah ini juga tidak mungkin menimbulkan efek panas seperti yang dapat terjadi pada efek medan elektromagnet gelombang mikro, frekuensi radio, dan frekuensi yang lebih tinggi seperti pada telepon seluler. Adanya sementara orang yang tinggal dekat dengan jaringan transmisi listrik melaporkan keluhan-keluhan seperti sakit kepala, pusing, berdebar dan susah tidur serta kelemahan seksual adalah bersifat subjektif, karena persepsi mereka yang kurang tepat.

### 5. **Batas Paparan Medan Listrik dan Medan Magnet**

Atas dasar penelitian akan dampak medan elektromagnetik yang masih kontroversial. Maka demi alasan keamanan tentu saja batas-batas medan listrik dan medan magnet pada manusia harus ditetapkan secara jelas. Kriteria yang dipakai dalam penentuan batas paparan menggunakan rapat arus yang diinduksi dalam tubuh. Karena arus-arus induksi dalam tubuh tidak dapat dengan mudah diukur secara langsung maka penentuan batas paparan ditu-

runkan dari nilai kriteria arus induksi dalam tubuh berupa kuat medan listrik yang tidak terganggu dan rapat fluks magnetik (Berhardt, 1985 serta Kaune dan Forsythe, 1985).

Secara garis besar, energi total yang diserap dan distribusinya di dalam tubuh manusia adalah tergantung beberapa hal:

- Frekuensi dan panjang gelombang medan elektromagnetik.
- Polarisasi medan EMF.
- Konfigurasi (seperti jarak) antara badan dan sumber radiasi EMF.
- Keadaan paparan radiasi, seperti adanya benda lain di sekitar sumber radiasi.

Sifat-sifat elektrik (listrik) tubuh (konstan dielektrik dan konduktivitas). Hal ini sangat tergantung pada kadar air di dalam tubuh. Radiasi akan lebih banyak diserap pada media dengan konstan dielektrik yang tinggi, seperti otak, otot, dan jaringan lainnya dengan kadar air yang tinggi.

UNEP, WHO dan IRPA pada tahun 1987 mengeluarkan suatu pernyataan mengenai nilai rapat arus induksi terhadap efek-efek biologis yang ditimbulkan akibat paparan medan listrik dan medan magnet pada frekuensi 50-60HZ terhadap tubuh manusia sebagai berikut :

- Antara 1 dan 10 mA/m<sup>2</sup> tidak menimbulkan efek biologis yang berarti.
- Antara 10 dan 100 mA/m<sup>2</sup> menimbulkan efek biologis yang terbukti termasuk efek pada sistem penglihatan dan syaraf.
- Antara 100 dan 1000 mA/m<sup>2</sup> menimbulkan stimulasi pada jaringan-jaringan yang dapat dirangsang dan ada kemungkinan bahaya terhadap kesehatan.
- Diatas 1000 mA/m<sup>2</sup> dapat menimbulkan ekstrasistole dan fibrasi ventricular dari jantung (bahaya akut terhadap kesehatan).

Sementara menunggu ditetapkannya Environmental Health Criteria dari WHO mengenai

medan elektromagnetik, Pemerintah akan mengadopsi rekomendasi International Radiation Protection Association (IRPA) dan WHO 1990 untuk batas pajanan Medan Listrik dan Medan Magnet 50 - 60 Hz sebagai berikut :

(Sumber : Rekomendasi IRPA, INIRC dan WHO tahun 1990)

Di Indonesia, pengamanan terhadap pengaruh medan listrik dan medan magnet 50-60 Hz pada tegangan 115 V, diatur berdasarkan Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi. Dalam menentukan batas medan dari medan listrik dan medan magnetik yang aman bagi tubuh manusia maka diperlukan suatu satuan baru, satuan tersebut adalah SAR. SAR atau Specific Absorption Rate yaitu unit ukuran paparan gelombang radio terhadap tubuh manusia. Pengukuran SAR dilakukan dengan metode-metode yang telah dibakukan yaitu ketika peralatan elektronik memancarkan gelombang radio pada tingkat energi tertinggi yang diizinkan pada semua batas panjang gelombang yang digunakan.

Informasi data SAR untuk penduduk di negara-negara yang telah menganut ambang batas SAR yang dianjurkan oleh badan International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) atau Komisi Perlindungan Radiasi Non-Ionik, yaitu sebesar 2W/kg yang dirata-ratakan pada 10gram jaringan tubuh. Negara tersebut antara lain negara-negara Uni Eropa, USA, Jepang, Brazil dan Selandia Baru.

## D. PEMBAHASAN

### 1. Pengukuran Kuat Medan Listrik dan Medan Magnet SUTET

Untuk mengetahui berapa kuat medan listrik dan medan magnet yang dihasilkan oleh SUTET serta memastikan apakah SUTET berdampak pada kesehatan sesuai standar yang ditetapkan oleh pemerintah dan WHO maka

pengukuran terhadap kuat medan listrik dan kuat medan magnet pada SUTET perlu dilakukan

- Pengukuran medan listrik di bawah jaringan SUTET 500 kV telah dilakukan di lapangan terbuka tanpa pepohonan pada andongan terendah di 4 titik lokasi pengamatan, sekitar Desa Ngraho, Kecamatan Ngraho, Kabupaten Bojonegoro. Berikut adalah data hasil pengukuran:
  - Titik pengamatan 1 mencapai angka maksimum 3 kV/m pada titik dibawah konduktor fasa sejarak 10 meter dari pusat sumbu saluran.
  - Titik pengamatan 2 mencapai angka maksimum 14 kV/m pada titik dibawah konduktor fasa sejarak 5 m
  - Titik pengamatan 3 mencapai angka maksimum 3,77 kV/m pada titik dibawah konduktor fasa sejarak 15 m
  - Titik pengamatan 4 mencapai angka maksimum 2,37 kV/m pada titik dibawah konduktor fasa sejarak 201290 Titik pengamatan 4, mencapai angka maksimum 0,0041 miliTesla pada titik sejarak 0 m

Menurut IRPA dan WHO, batasan pajanan kuat medan magnet yang diduga dapat menimbulkan efek biologis untuk umum adalah 0,5 mili Tesla, sedang seperti diuraikan diatas kuat medan magnet di bawah SUTET 500 kV dilapangan terbuka mencapai harga maksimum 0,036 mili Tesla (di titik pengamatan 3) pada titik 0 m sejajar tower. Jadi masih sangat jauh dibawah ambang batas yang ditetapkan.

- Pengukuran kuat medan magnet pada areal perumahan juga dilakukan di tiga lokasi pada posisi listrik nyala, dan diperoleh hasil sebagai berikut:
  - Desa Sonorejo, Kec. Padangan, Kab. Bojonegoro diperoleh angka maksimum 0.0275 mili Tesla.

- Desa Cendono, Kec. Padangan, Kab. Bojonegoro diperoleh angka maksimum 0.0144 mili Tesla.
- Desa Kendung, Kec Purwosari, Kab. Bojonegoro diperoleh angka maksimum 0.0195 mili Tesla.

Pengukuran kuat medan magnet di dalam rumah dengan posisi listrik nyala memperlihatkan harga yang kecil. Hal ini, sama seperti pada kasus pengukuran medan listrik. Hasil pengukuran ini jauh dibawah batas pajanan yang diperbolehkan. Hal tersebut berarti SUTET tidak berdampak terhadap kesehatan warga yang tinggal di bawahnya sesuai dengan standar pemerintah dan WHO.

## 2. Cara Mengurangi Dampak Negatif SUTET

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa menurut standar WHO dan pemerintah maka SUTET dinyatakan aman. Namun hal tersebut masih sangat meragukan, berhubung banyak kasus yang telah dialami warga yang tinggal di areal SUTET apalagi standar akan batas minimal medan listrik dan medan megnetik belum dapau diketahui secara pasti. Untuk itu upaya-upaya pencegahan serta penanggulangan akan dampak SUTET terhadap kesehatan sangat disarankan.

Dari penelitian yang sudah dilakukan ditemukan kuat medan listrik di halaman/luar rumah lebih tinggi dibandingkan dengan di dalam rumah, hal tersebut disebabkan karena pada halaman rumah media penghalang gelombang elektromagnetik lebih sedikit jika dibandingkan dengan di dalam rumah. Dari sana dapat diketahui upaya-upaya apa saja yang dapat dilakukan dalam menanggulangi dampak medan listrik dan medan magnetik yang dihasilkan oleh SUTET berikut diantaranya :

- Mengusahakan agar rumah berlangit-langit.
- Menanam popohonan sebanyak mungkin disekitar rumah pada lahan yang kosong.
- Bagian atap rumah yang terbuat dari atap logam sebaiknya ditanahkan (digroundkan).
- Penduduk disarankan tidak berada diluar rumah terutama pada malam hari terutama antara jam 17-22 karena pada saat itu arus yang mengalir pada kawat penghantar berada pada titik puncak beban puncak.
- Sesering mungkin melakukan pengukuran tegangan pada peralatan rumah yang terbuat dari logam jika ternyata tegangannya cukup tinggi maka diusahakan peralatan tersebut dijauhkan dari rumah atau lebih jarang dipakai.
- Penduduk disarankan untuk tidak memasuki daerah sekitar pentanahan kaki menara yang telah diberi pagar oleh PLN.

Yang dimaksud dengan pentanahan adalah menghubungkan benda-benda yang terbuat dari logam seperti atap seng, kawat jemuran mobil, motor, dengan tanah dengan menggunakan kabel. Tujuan dari pentanahan tersebut adalah untuk menetralkan serta mencegah terjadinya pengkutuban muatan yang dapat terjadi pada objek-objek tersebut.

Dalam penanaman pohon disarankan agar puncak pohon berjarak minimum 15 M dari kabel SUTET terbawah. Hat tersebut bertujuan untuk menghindari bersentuhannya bagian pohon dengan kabel SUTET yang dapat berakibat putusnya kebel SUTET. Walaupun demikian bahaya putusnya kawat SUTET belum pernah dijumpai, yang dijumpai adalah pecahnya isolator, oleh sebab itu PLN mulai menggunakan isolator ganda.

## E. PENUTUP

### 1 Simpulan

SUTET atau Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi merupakan media pendistribusian listrik oleh PLN berupa kabel dengan tegangan listriknya dinaikkan hingga mencapai 500kV yang ditunjukkan untuk menyalurkan listrik dari pusat pembangkit listrik menuju pusat-pusat beban yang jaraknya sangat jauh.

Tujuan penaikan tegangan listrik pada SUTET adalah untuk mengurangi energi listrik yang terbuang akibat berubah menjadi panas saat dilewatkan pada konduktor yang dalam hal ini adalah kabel SUTET, sehingga energi listrik bisa disalurkan secara efisien.

Karena SUTET berfungsi untuk mengalirkan listrik maka SUTET mengandung tegangan listrik serta kuat arus. Sesuai dengan teori Hans Cristian Oersted yang menyatakan bahwa "Di sekitar kawat berarus timbul medan magnetik" maka secara tidak langsung SUTET juga menghasilkan medan magnetik. Selain itu sesuai dengan teori Faraday yang menyatakan bahwa "Perubahan medan magnet dapat menimbulkan medan listrik berupa tegangan induksi" maka SUTET juga menghasilkan medan magnetik. Perubahan medan magnet dan medan listrik tersebut terjadi secara serentak sehingga menghasilkan gelombang elektromagnetik, hal tersebut sesuai dengan teori Maxwell tentang hubungan antara medan magnet dan medan listrik.

Dalam memancarkan gelombang elektromagnetik SUTET berdampak radiasi terhadap tubuh manusia. Medan listrik dan medan magnet termasuk kelompok radiasi non-pengion. Radiasi ini relatif tidak berbahaya, berbeda sama sekali dengan radiasi jenis pengion seperti radiasi nuklir atau radiasi sinar rontgen.

Dari hasil penelitian tersebut WHO yang diwakili oleh berbagai ahli menyatakan bahwa SUTET tidak berdampak terhadap kesehatan

kerena medan listrik dan medan magnet yang ditimbulkan masih jauh dari batas kekuatan tubuh manusia dalam menerima radiasi elektromagnetik. Walaupun demikian, WHO tidak memungkiri adanya kemungkinan dampak SUTET terhadap kesehatan manusia karena belum adanya penelitian yang objektif mengenai batas medan listrik dan medan magnet bagi tubuh manusia. Hal tersebut karena selama ini metode yang digunakan dalam penelitian hanya berdasarkan observasi dan subjektivitas orang yang tinggal di areal SUTET bukan dari metode eksperimen.

Sedangkan batas radiasi gelombang elektromagnetik dari peralatan elektronik yang masih dianggap aman sesuai standar International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) yang dihitung berdasarkan pengukuran SAR atau Specific Absorption Rate, adalah sebesar 2W/kg yang dirata-ratakan pada 10gram jaringan tubuh. Untuk mengurangi dampak medan listrik dan medan magnet yang dihasilkan oleh SUTET, ada beberapa cara yang dapat dilakukan:

- Mengusahakan agar rumah berlangit-langit.
- Menanam popohonan sebanyak mungkin disekitar rumah pada lahan yang kosong.
- Bagian atap rumah yang terbuat dari atap logam sebaiknya ditanahkan (digroundkan). Penduduk disarankan tidak berada diluar rumah terutama pada malam hari terutama antara jam 17-22 karena pada saat itu arus yang mengalir pada kawat penghantar berada pada titik puncak beban puncak.
- Sesering mungkin melakukan pengukuran tegangan pada peralatan rumah yang terbuat dari logam jika ternyata tegangannya cukup tinggi maka diusahakan peralatan tersebut dijauhkan dari rumah atau lebih jarang dipakai.
- Penduduk disarankan untuk tidak mema-

suki daerah sekitar pentanahan kaki menara yang telah diberi pagar oleh PLN.

## 2. Saran

SUTET sebagai media pendistribusian listrik merupakan asset yang sangat penting bagi kehidupan manusia yang harus kita pelihara. Isu-isu mengenai dampak SUTET terhadap kesehatan sebaiknya jangan diterima begitu saja, apalagi sampai emosi hingga merusak fasilitas umum milik PLN, sebab hal tersebut belum terbukti kebenarannya, Hati boleh panas tapi kepala harus dingin begitu pepatah mengatakan.

Berita yang beredar serta pengakuan dari korban SUTET hanya berdasar pada perasaan mereka saja dan tentu saja hal tersebut tidak dapat diterima secara ilmiah, apalagi tujuan mereka mengungkapkan hal tersebut adalah untuk meminta dana kompensasi atau uang ganti terhadap PLN atas kerugian yang mereka alami. Bahkan mereka mengancam akan melakukan aksi mogok makan sampai tuntutan mereka dipenuhi. Jika diperhatikan hal tersebut akan terasa janggal, mungkin saja mereka mengungkapkan kebohongan atas dasar ekonomi, atau politik dari pihak tertentu, atau bisa saja hal tersebut muncul akibat ketakutan mereka yang terlalu berlebihan akan dampak SUTET sehingga

lebih berpengaruh terhadap faktor psikis.

Jika ada isu seperti itu, alangkah baiknya kita bersikap ilmiah dengan mencari informasi mengenai SUTET serta dampaknya bagi kesehatan. Sebab setelah ditinjau, kuat medan listrik dan medan magnet yang dihasilkan oleh SUTET jauh lebih kecil dari batas yang ditetapkan oleh WHO. Bahkan masih banyak peralatan di sekitar rumah yang memiliki risiko radiasi lebih besar dari SUTET, misalnya ponsel, notebook, atau yang lebih tinggi adalah microwave. Medan elektro magnetik yang dihasilkan oleh SUTET sebesar 50-60 Hz sedangkan ponsel mampu menghasilkan medan sebesar 1,8-1,9 gigaHz dan microwave sebesar 3-4 gigaHz.

Jadi jika ada wacana mengenai dampak SUTET terhadap kesehatan hal tersebut seakan terasa tidak penting. Apa tidak sebaiknya membuat penelitian mengenai dampak penggunaan ponsel yang terlalu lama bagi kesehatan, mengingat ponsel sekarang bukanlah barang mewah lagi karena sudah menjadi kebutuhan pokok dalam menjalankan pekerjaan. Wacana lain lagi misalnya mengenai dampak radiasi Wi-Fi (Wireless Fidelity) yang kini sudah semakin menjamur baik di lingkungan sekolah, café, bahkan rumah makan

## DAFTAR PUSTAKA

- Kamajaya. 2005. Fisika Untuk SMA Kelas XII Semester 1. Jakarta: Grafindo Media Pratama.
- <http://id.wikipedia.org/wiki/SUTET>
- <http://one.indoskripsi.com/judul-skripsi-tugas-makalah/gejala-medan-inggi/resiko-bahaya-operator-generator-terhadap-radiasi-elektromagnetik-dan-efeknya>
- <http://reesaa.blogspot.com/archive/2006/01/08/SUTET.html>
- <http://www.elektroindonesia.com/elektro/SUTET>
- <http://www.detiknews.com/SUTET-bukan-pemicu-kanker-cacat-dan-bayi-idiot>
- <http://www.its.ac.id/berita.php>
- <http://www.kompas.com/kesehatan/news/0505/06/111355.htm>
- <http://www.sinarharapan.co.id/hiburan/index.html>
- [http://www.suaramerdeka.com/harian/0602/13/x\\_ragam.html](http://www.suaramerdeka.com/harian/0602/13/x_ragam.html)

\*) Penulis adalah Pejabat Fungsional Widyaiswara Ahli Muda PPSDM Migas.