

Identifikasi Paparan Radiasi Elektromagnetik di Pekerjaan Jaringan Distribusi 20 KV PT PLN (Persero) dan Lingkungan Sekitarnya

Rinda Andhita Regia¹, Resti Ayu Lestari¹, Nidham Faadhil As'ad¹ dan Randy Zulkarnain²

¹Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas, Indonesia; e-mail: rinda@eng.unand.ac.id

²PT PLN (Persero) UPDL Tuntungan, Sumatera Utara, Indonesia

ABSTRAK

Radiasi elektromagnetik merupakan bagian dari faktor bahaya fisika di lingkungan kerja. Salah satu lingkungan kerja yang berpotensi terdampak radiasi elektromagnetik ke pekerja yaitu PT PLN (Persero). Kegiatan PT PLN (Persero) dalam menjalankan penyediaan tenaga listrik meliputi kegiatan pembangkit, penyaluran dan distribusi. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi paparan radiasi elektromagnetik pada lingkungan kerja bagian distribusi di PT PLN (Persero) UP3 Payakumbuh dan lingkungan sekitarnya yaitu di permukiman masyarakat. Pengukuran radiasi medan magnet menggunakan alat EMF Field Tester (EMF-823). Pengukuran radiasi elektromagnetik pada lingkungan kerja dilakukan di bagian jaringan distribusi sebanyak 26 lokasi yaitu 11 lokasi saat pekerjaan di area Transformator (Trafo Step Down), 3 lokasi saat pekerjaan Jaringan Tegangan Menengah (JTM), dan 12 lokasi saat pekerjaan Load Break Switch (LBS). Pengukuran dilakukan pada saat pekerjaan berlangsung dan setelah pekerjaan selesai dilaksanakan. Titik pengukuran pada pekerja dilakukan pada sumber, jarak 1 meter, 2 meter, dan 3 meter dari sumber radiasi, dan pada permukiman masyarakat yang dekat dengan sumber sebanyak 2 titik. Hasil penelitian menunjukkan nilai radiasi medan magnet yang terpapar ke pekerja pada saat pekerjaan untuk pekerjaan trafo berkisar antara 0,00-0,05 μT , pekerjaan tiang JTM yaitu 0,00 μT , dan untuk pekerjaan LBS yaitu 0,00-0,12 μT . Nilai radiasi medan magnet pada permukiman masyarakat yaitu 0,00 μT artinya tidak ada radiasi elektromagnetik. Hal ini menandakan bahwa nilai radiasi medan magnet di lingkungan kerja dan permukiman masyarakat masih memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 70 tahun 2016 dan International Commission and Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) yang artinya masih aman dan tidak berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pekerja dan masyarakat yang berada di sekitar jaringan distribusi 20 KV.

Kata kunci: Medan magnet, Masyarakat, PT. PLN UP3 Payakumbuh, Radiasi elektromagnetik

ABSTRACT

Electromagnetic radiation is part of the physical hazard factors in the work environment. One of the work environments that can potentially be affected by electromagnetic radiation to workers is PT PLN (Persero). PT PLN (Persero) 's activities in carrying out the electricity supply include generation, transmission, and distribution activities. This study aimed to identify exposure to electromagnetic radiation in the distribution section work environment at PT PLN (Persero) UP3 Payakumbuh and the surrounding environment, namely in community settlements. Measurement of magnetic field radiation using the EMF Field Tester (EMF-823). Measurement of electromagnetic radiation in the work environment is carried out in the distribution network section of 26 locations, namely 11 locations when working in the Transformer area (Step Down Transformer), 3 locations when working on Medium Voltage Network (JTM), and 12 locations when working on Load Break Switch (LBS). Measurements are made while the work is in progress and after completion. The measurement point for workers is carried out at the source, a distance of 1 meter, 2 meters, and 3 meters from the radiation source, and 2 points in community settlements close to the source. The results showed that the radiation value of the magnetic field exposed to workers during work for transformer work ranged from 0.00-0.05 μT , JTM pole work was 0.00 μT , and LBS work was 0.00-0.12 μT . The magnetic field radiation value in residential areas is 0.00 μT , meaning no electromagnetic radiation exists. This indicates that the value of magnetic field radiation in the work environment and community settlements still meets the quality standards of the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No. 70 of 2016 and the International Commission and Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), which means it is still safe and does not pose a risk to the health of workers and the community around the 20 KV distribution network.

Keywords: Magnetic field, Community, PT. PLN UP3 Payakumbuh, Electromagnetic radiation

Citation: Regia, R.A., Lestari, R.A., As'ad, N.F, Zulkarnain, R. (2023). Identifikasi Paparan Radiasi Elektromagnetik di Pekerjaan Jaringan Distribusi 20 KV PT PLN (Persero) dan Lingkungan Sekitarnya, Jurnal Ilmu Lingkungan, 21(4), 755-765, doi:10.14710/jil.21.4.755-765

1. Latar Belakang

Berdasarkan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, yang termasuk kategori dari Hazard adalah bahaya fisika, bahaya kimia, bahaya biologi, bahaya ergonomi, dan bahaya psikologi. Radiasi elektromagnetik merupakan bagian dari faktor bahaya fisika di lingkungan kerja. Berbagai kegiatan manusia sangat dekat dengan radiasi, hampir di seluruh kegiatan manusia tidak terlepas dengan terpaparnya radiasi ke tubuh manusia. Salah satunya adalah paparan radiasi elektromagnetik. Radiasi elektromagnetik merupakan kombinasi medan listrik dan medan magnet yang berosilasi dan merambat lewat ruang dan membawa energi dari satu tempat ke tempat yang lain. Paparan radiasi elektromagnetik merupakan sesuatu yang dapat membahayakan secara fisik, mengganggu kesehatan bahkan keselamatan manusia. Radiasi elektromagnetik tidak dapat dilihat, diketahui keberadaannya, atau dirasakan, kecuali jika intensitasnya cukup besar dan hanya terasa bagi orang yang hipersensitif saja. Sumber radiasi elektromagnetik yaitu gelombang radio, arus listrik yang dialirkan pada kabel, sinyal televisi, sinyal radar, cahaya tidak terlihat, sinar x, dan sinar gamma (Swamardika, 2009).

Paparan radiasi elektromagnetik yang diterima pekerja merupakan salah satu masalah kesehatan bagi pekerja yang melakukan pekerjaan di area sumber radiasi elektromagnetik. Jumlah dosis yang diterima dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti masa kerja, bidang/jenis pekerjaan, besarnya aktivitas radiasi yang ditangani, frekuensi bekerja dengan radiasi, dan lain sebagainya. Dampak kesehatan yang terjadi akibat paparan radiasi elektromagnetik meliputi efek kronis dan akut. Efek akut paparan radiasi elektromagnetik seperti sindrom hemopoetik, sindrom gastrointestinal dan sindrom saraf pusat. Sedangkan efek kronisnya adalah kanker, perubahan genetika, memendeknya jangka hidup dan katarak (Rahmatullah, 2009).

Potensi keluhan kesehatan yang dapat terjadi yaitu timbulnya reaksi hipersensitivitas (*electrical sensitivity*). Hipersensitivitas merupakan masalah kesehatan akibat pengaruh radiasi gelombang elektromagnetik berupa gangguan fisiologis yang ditandai dengan sekumpulan gejala neurologis (gangguan otak dan sistem saraf) dan kepekaan (sensitivitas) terhadap medan elektromagnetik. Gejala-gejala hipersensitivitas yang banyak dijumpai berupa sakit kepala, keletihan, susah tidur (insomnia). Beberapa gejala lain yang dijumpai antara lain berdebar-debar, mual tanpa ada penyebab yang jelas, rasa sakit pada otot-otot, telinga berdenging (tinnitus), kejang otot, gangguan kejiwaan berupa depresi serta gangguan konsentrasi (Wijaya et al., 2019). Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 1 Tahun 1999, besarnya paparan radiasi elektromagnetik yang diterima oleh pekerja radiasi tidak boleh melebihi 50 milisievert

(mSv) per tahun dan untuk masyarakat batas paparan sebesar 5 milisievert (500 mrem) dalam setahun.

Bidang industri juga sangat berkontribusi dalam timbulnya efek radiasi ini, salah satu pekerjaan yang akan terdampak radiasi ke pekerja perusahaan milik BUMN yaitu PT PLN (Persero) (Kurniawan & Wahyuni, 2008). PT PLN (Persero) yang merupakan salah satu sektor penggerak sumber daya listrik pemerintah yang memperkerjakan tenaga kerja di berbagai bidang, baik dalam bidang industri ataupun perkantoran yang banyak terjadi akibat kecelakaan kerja yang disebabkan oleh berbagai faktor, baik internal maupun eksternal. Kegiatan PT PLN (Persero) dalam menjalankan usaha penyediaan tenaga listrik meliputi kegiatan pembangkit, penyaluran dan distribusi serta melakukan perencanaan dan pengembangan sarana penyediaan tenaga listrik.

Sumber radiasi pada PT PLN (Persero) pada bagian jaringan distribusi seperti Jaringan Tegangan Menengah (JTM) tegangan yang dihantarkan 20 kV, transformator (trafo Step Down) untuk menurunkan tegangan dari JTM 20 kV ke 220 V agar bisa didistribusikan ke pelanggan dan *Load Break Switch* (LBS) yang digunakan untuk pemutusan lokal apabila terjadi gangguan atau dilakukannya perawatan jaringan distribusi pada daerah tertentu sehingga daerah yang tidak mengalami gangguan atau perawatan tidak mengalami pemadaman listrik (Syarifuddin, 2011).

Berdasarkan hasil penelitian Setiyanto dkk (2017) disimpulkan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan antara intensitas medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan medan magnet alamiah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa posisi lateral pengukuran intensitas medan magnet ELF tidak memengaruhi besar intensitas medan magnet yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena ketinggian dan jarak pengukuran sangat jauh dari sumber yaitu kawat konduktor jaringan distribusi 20 kV. Dari semua lokasi penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata peningkatan medan magnet di sekitar jaringan distribusi PLN 20 kV menunjukkan nilai medan magnet paling tinggi yaitu mencapai 6,89 μT dan yang paling rendah yaitu mencapai 0,14 μT . Nilai intensitas medan magnet ELF yang dihasilkan pada jaringan distribusi 20 kV masih memenuhi baku mutu WHO dan IRPA yaitu 0,5 mT. Penelitian lain oleh Septiani dkk (2016) disimpulkan bahwa pada malam hari (beban puncak) pukul 18.00 – 22.00 WIB adalah nilai medan magnet tertinggi, yaitu 10,71 μT (DC) dan 3,42 μT (AC). Hal ini disebabkan karena terjadinya peningkatan arus listrik yang cukup besar saat beban puncak pada sistem distribusi sehingga medan magnet yang dihasilkan meningkat pula. Penelitian Ariangga (2015), jumlah limfosit mencit Balb-C yang terpapar medan magnet ELF intensitas 500 μT lebih banyak dibandingkan jumlah limfosit mencit Balb-C yang terpapar medan magnet alami. Selanjutnya semakin lama waktu paparan medan magnet ELF maka semakin banyak jumlah limfosit mencit Balb-C.

Penelitian ini dilakukan dari permintaan pihak PT. PLN UP3 Payakumbuh disebabkan belum adanya pengukuran maupun kajian terkait radiasi elektromagnetik dari PT. PLN UP3 Payakumbuh khususnya pada jaringan distribusi. Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengidentifikasi paparan radiasi elektromagnetik pada lingkungan kerja khususnya bagian distribusi Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) PT PLN (Persero) Payakumbuh seperti pada pekerjaan Trafo, Jaringan Tegangan Menengah (JTM), dan *Load Break Switch* (LBS) dan dilakukan pada permukiman masyarakat terdekat.

2. Metodologi

Lokasi penelitian berada di wilayah kerja PT PLN (Persero) UP3 Payakumbuh yaitu daerah Payakumbuh dan Batusangkar. Pengumpulan data penelitian terdiri dari pengumpulan data primer dan data sekunder. Data sekunder pada penelitian ini yaitu profil perusahaan PT. PLN (Persero) UP3 Payakumbuh termasuk kegiatan dan jumlah pekerja serta jam kerja pekerja terkait radiasi.

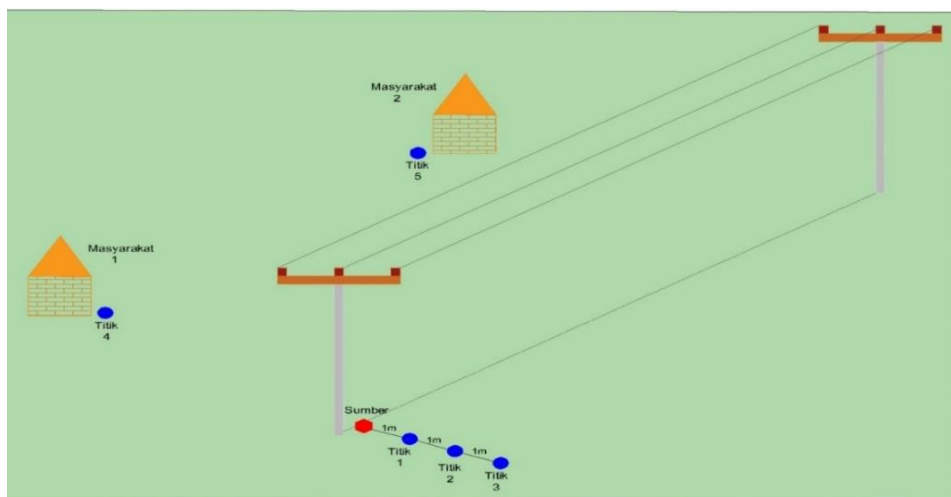
Data primer dilakukan dengan pengambilan data langsung di lapangan seperti skema proses pengambilan data pada Gambar 1. Pengukuran paparan radiasi elektromagnetik menggunakan alat *Electromagnetic radiation detector meter* yaitu *EMF Field Tester* (EMF-823) pada sumber radiasi di titik lokasi wilayah kerja PLN dan permukiman masyarakat terdekat dari sumber.

- 1) Pengambilan data dilakukan tersebar di sepanjang Jaringan Listrik Tegangan Menengah PT PLN (Persero) UP3 Payakumbuh.
- 2) Pengukuran langsung medan magnet adalah mengukur jarak yang akan diukur (Dwinugraha, 2016). Pengambilan data pada pekerja dilakukan dengan iterasi pada titik pertama pada sumber, 1 meter, 2 meter, 3 meter sebagai variasi jarak berdasarkan dengan kondisi pekerja pada saat melakukan pekerjaan yaitu pekerja utama pada sumber, dan asisten pekerja pada radius 1-3

meter dari sumber sesuai penelitian Setiyanto dkk (2017).

- 3) Pengambilan data pada masyarakat terdekat dari sumber dilakukan pada 2 titik untuk melihat apakah ada kemungkinan terpapar radiasi medan magnet. Pengukuran dilakukan pada jarak 8 meter dan 10 meter sebelah kanan dari sumber dilakukan selama 10 menit pada masing-masing titik dan periode pencatatan data dilakukan setiap 1 menit. Pengambilan data dilakukan pada saat dilakukan pekerjaan (arus listrik padam) dan saat selesai pekerjaan (arus listrik menyala), alasan dilakukannya pengukuran selama 1 jam selesai pekerjaan (arus listrik menyala) dan periode pencatatan data dilakukan setiap menit selama pekerjaan berlangsung.

Selanjutnya dilakukan wawancara dan pengisian kuesioner ke pekerja PT PLN (Persero) UP3 Payakumbuh yang terpapar radiasi elektromagnetik. Wawancara dan kuesioner untuk data pendukung hasil pengukuran untuk mengetahui efek apa saja yang diterima pekerja pada saat melakukan pekerjaan dan setelah pekerjaan selesai. Untuk uji validitas dan reliabilitas kuesioner dilakukan kepada 41 responden pekerja PT PLN (Persero) UP3 Payakumbuh. Uji validitas terdiri dari korelasi antar skor butir pertanyaan (item) dengan total item, selanjutnya dilakukan uji reliabilitas setelah data valid (Janna, 2020). Selanjutnya kuesioner disebar pada saat masing-masing pekerjaan, yaitu pekerjaan Jaringan Tegangan Menengah (JTM) berjumlah 20 responden, pekerjaan trafo berjumlah 20 responden, dan pekerjaan *Load Break Switch* (LBS) berjumlah 1 responden. Total keseluruhan pertanyaan kuesioner berjumlah 7 pertanyaan sebagai data pendukung hasil pengukuran untuk mengetahui efek apa saja yang diterima pekerja pada saat melakukan pekerjaan dan setelah pekerjaan. Selanjutnya dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas dengan menggunakan analisis secara kuantitatif menggunakan aplikasi SPSS Statistic Versi 26.



Gambar 1 Skema Pengambilan Data di Lapangan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kegiatan PT PLN (Persero) UP3 Payakumbuh

Sistem jaringan distribusi listrik adalah bagian dari sistem penyaluran tenaga listrik antara gardu induk, jaringan distribusi primer, gardu distribusi, jaringan distribusi sekunder, dan sampai ke pelayanan konsumen. Jaringan tegangan menengah pada sistem distribusi di Indonesia dimulai dari terminal keluar (out-going) pemutus tenaga dari transformator penurun tegangan Gardu Induk (GI) atau transformator penaik tegangan pada pembangkit untuk sistem distribusi skala kecil, hingga peralatan pemisah/proteksi sisi masuk (in-coming) transformator distribusi 20 kV-231/400V (El Yosha, 2019). Kegiatan yang dilakukan di PT PLN (Persero) UP3 Payakumbuh yaitu:

- Kegiatan pemeliharaan jaringan listrik, seperti penggantian tiang listrik, penggantian kabel listrik, penggantian trafo listrik, dll;
- Kegiatan emergency, seperti kondisi terjadinya tiang listrik yang rubuh, trafo listrik yang merembes, trafo listrik yang meledak, terkait pekerjaan mengatasi masalah-masalah tersebut;
- Kegiatan investasi, seperti penambahan jaringan baru guna memperluas layanan serta penambahan mesin baru untuk meningkatkan kapasitas layanan.

Kegiatan yang terkait radiasi sebagai berikut:

- Pekerjaan pada tiang Jaringan Tegangan Menengah (JTM) seperti penggantian tiang roboh akibat bencana alam dan tertabrak

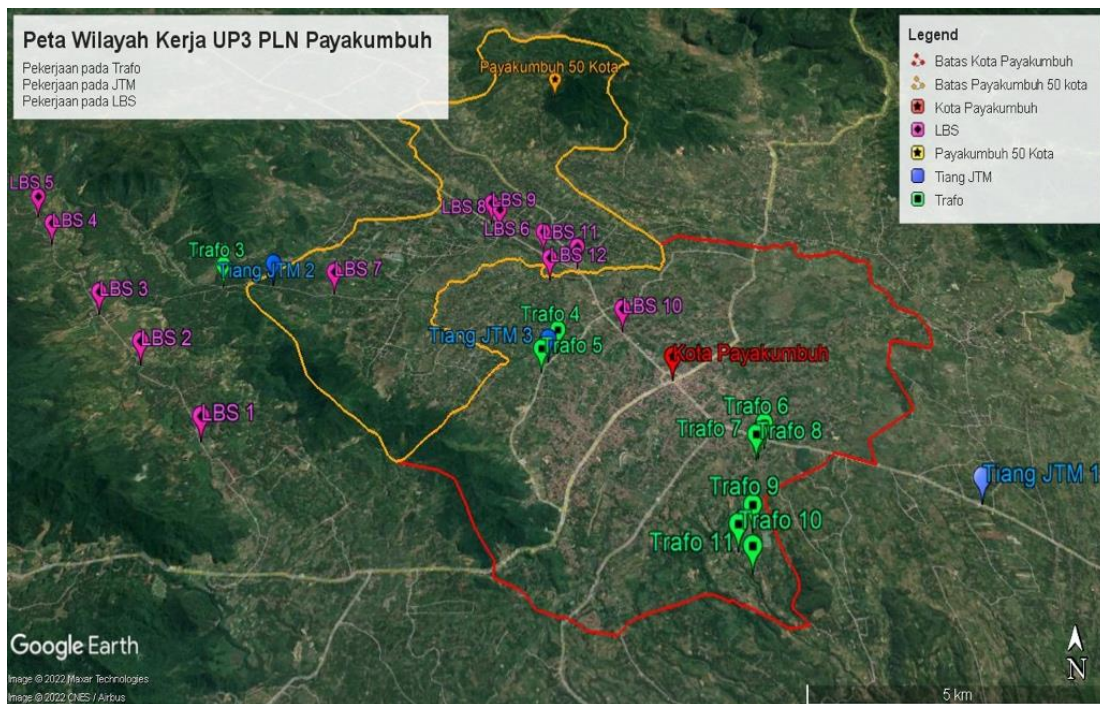
kendaraan dan permintaan pemindahan tiang oleh masyarakat.

- Pekerjaan pada gardu distribusi seperti penggantian trafo akibat merembes dan meledak, mutasi trafo untuk pergantian trafo yang lama dengan yang baru dan pemasangan cover pada bushing konduktor trafo.
- Pekerjaan pada *Load Break Switch* (LBS) seperti pencatatan dan pengecekan apabila jaringan terjadi masalah pada LBS dan perbaikan LBS apabila rusak.

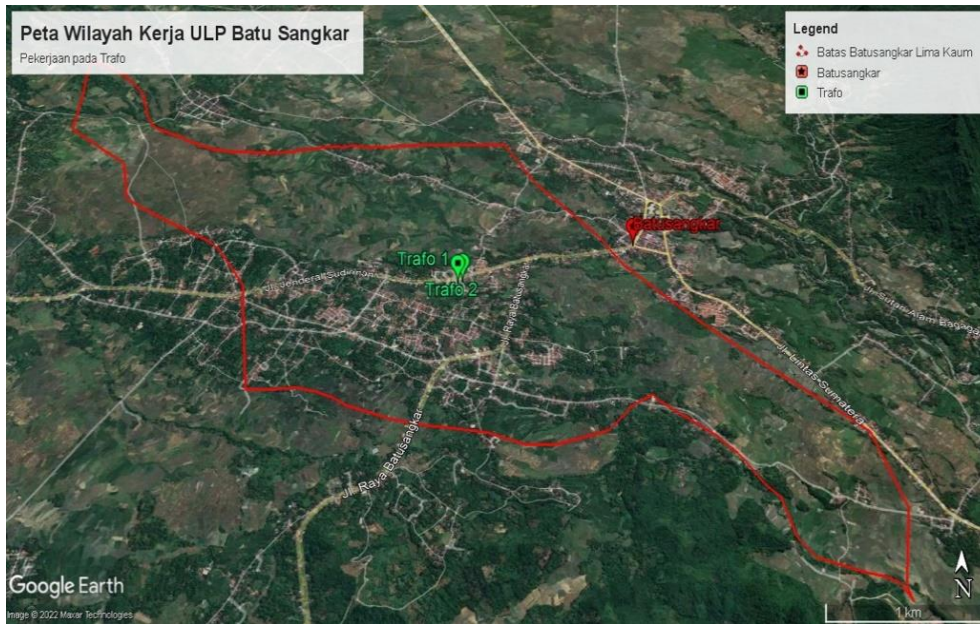
Titik masing-masing pengambilan data di lapangan dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Gambar 2 merupakan titik pengambilan data pada daerah Payakumbuh dengan pengukuran dilakukan pada 3 pekerjaan yaitu 9 lokasi pengukuran pada pekerjaan trafo, 3 lokasi pengukuran pada pekerjaan Jaringan Tegangan Menengah (JTM), dan 12 lokasi pengukuran pada pekerjaan *Load Break Switch* (LBS). Gambar 3 merupakan titik pengambilan data pada daerah Batusangkar dengan pengukuran dilakukan pada 2 lokasi pekerjaan trafo.

3.2. Analisis Radiasi Elektromagnetik

Pengukuran paparan radiasi elektromagnetik menggunakan alat *Electromagnetic radiation detector meter* yaitu *EMF Field Tester* (EMF-823) (Thandung dkk, 2013). Pengukuran dilakukan pada sumber radiasi di titik lokasi wilayah kerja PLN dan permukiman masyarakat terdekat dari sumber. Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 merupakan lokasi pengukuran medan magnet pada masing-masing pekerjaan.



Gambar 2 Peta wilayah kerja PLN UP3 Payakumbuh



Gambar 3 Peta wilayah kerja ULP Batusangkar

Tabel 1. Lokasi Pengukuran Radiasi Elektromagnetik di Sekitar Pekerjaan pada Trafo

No	Lokasi	Titik Koordinat
1	Jl. Hamka, Baringin, Lima kaum, Kabupaten Tanah Datar, Sumatera Barat	0°26'42,43"S 100°34'46,07"E
2	Jl. Hamka, Baringin, Lima kaum, Kabupaten Tanah Datar (Pom bensin) , Sumatera Barat	0°27'42,88"S 100°34'44,88"E
3	Jl. Bukit Apit, Simpang Sungiran, Guguak, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat	0°12'2,08"S 100°32'15,00"E
4	Jl. Padang sikambu Payakumbuh, Lampasi tigo nogari, kota payakumbuh, Sumatera Barat	0°13'4,60"S 100°36'32,97"E
5	Jl. Padang sikambu Payakumbuh, Lampasi tigo nogari, kota payakumbuh, Sumatera Barat	0°13'21,70"S 100°36'21,34"E
6	Jl. Sicincin Hilir, Payakumbuh Timur, Kota Payakumbuh	0°14'24,61"S 100°38'50,81"E
7	Jl. Agus Salim Sicincin, Payakumbuh Timur, Kota Payakumbuh	0°14'31,56"S 100°38'45,99"E
8	Jl. Agus Salim Sicincin, Payakumbuh Timur, Kota Payakumbuh	0°14'33,21"S 100°38'44,23"E
9	Jl. Dokter Ir. Sutami Sicincin Mudik, Payakumbuh Timur, Kota Payakumbuh (Depan Gardu Induk)	0°15'25,86"S 100°38'34,10"E
10	Jl. Kapalo Koto, Payakumbuh Selatan, Kota Payakumbuh	0°15'38,91"S 100°38'23,39"E
11	Jl. Kapalo Koto, Payakumbuh Selatan, Kota Payakumbuh	0°15'53,73"S 100°38'29,95"E

Tabel 2. Lokasi Pengukuran Radiasi Elektromagnetik di Sekitar Pekerjaan pada Tiang Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

No	Lokasi	Titik Koordinat
1	Jl. Raya Payakumbuh, Lintau Sungai Kamuyang, Luak, Kanbupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat	0°15'7,04"S 100°41'2,39"E
2	Jl. Piobang, Payakumbuh, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat	0°11'59,29"S 100°32'52,74"E
3	Jl. Padang Sikambu Payakumbuh, Lampasi tigo nogari, kota payakumbuh	0°13'12,52"S 100°36'26,13"E

Tabel 3. Lokasi Pengukuran Radiasi Elektromagnetik di Sekitar Pekerjaan pada Load Break Switch (LBS)

No	Lokasi	Titik Koordinat
1	Jl. Paruik Anyia, Payakumbuh, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat	0°14'20,04"S 100°32'34,02"E
2	Jl. Nagari Gadang, Payakumbuh, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat	0°13'16,90"S 100°31'34,25"E
3	Jl. Sei. Belatik, Payakumbuh, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat	0°12'29,70"S 100°30'48,54"E
4	Jl. Suanyan Tinggi, Payakumbuh, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat	0°11'16,29"S 100°29'45,56"E
5	Jl. Batas Suanyan Sugiran, Payakumbuh, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat	0°10'45,41"S 100°29'22,82"E
6	Jl. Lamposi Payakumbuh, Tigo Nagari, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat	0°11'23,43"S 100°36'21,41"E
7	Jl. Piobang, Payakumbuh, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat	0°12'7,77"S 100°33'41,26"E
8	Jl. Tan Malaka Koto Baru Simalanggang, Payakumbuh, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat (Koto Baru Depan Polsek)	0°10'57,91"S 100°35'45,29"E
9	Jl. Tan Malaka Koto Baru Simalanggang, Payakumbuh, Kabupaten Lima Puluh Kota.	0°10'49,67"S 100°35'38,10"E
10	Jl. Tan Malaka Koto Baru Simalanggang, Payakumbuh, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat	0°12'44,35"S 100°37'20,96"E
11	Jl. Tan Malaka Simalanggang, Payakumbuh, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat	0°11'40,17"S 100°36'48,39"E
12	Jl. Sungai Durian PayakumbuhLamposi, Tiga Nagari, Kota Payakumbuh, Sumatera Barat	0°11'52,40"S 100°36'26,71"E

3.3 Analisis Data Radiasi Medan Magnet

a) Analisis data pengukuran pada pekerjaan trafo

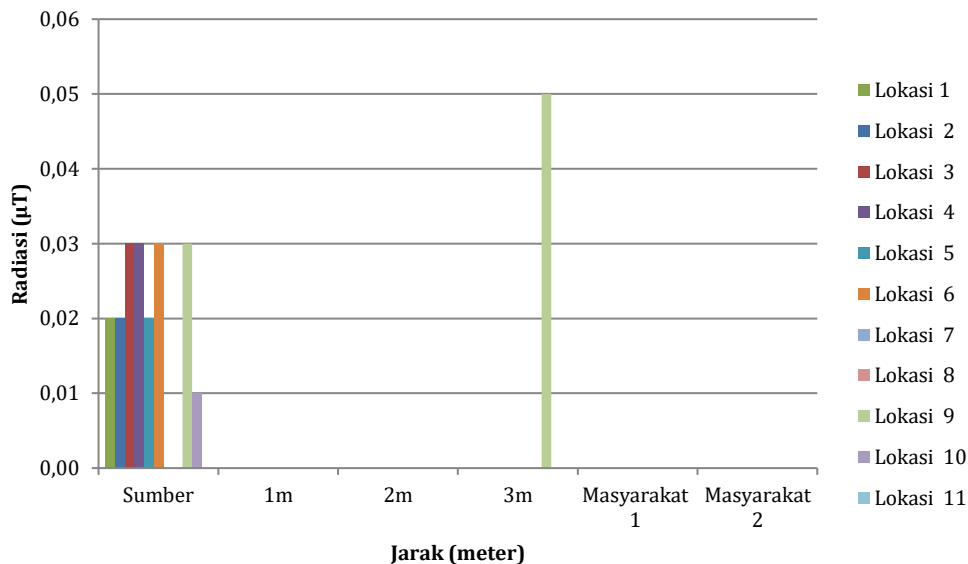
Trafo (Transformator) merupakan suatu alat untuk mengubah tegangan listrik dalam sebuah rangkaian, trafo berfungsi untuk menurunkan atau menaikkan tegangan listrik. Trafo pada jaringan distribusi yang digunakan adalah transformator step down untuk menurunkan tegangan dari JTM 20 kV ke 220 volt agar bisa didistribusikan ke pelanggan. Transformator berpotensi menghasilkan radiasi elektromagnetik akibat dari arus bolak-balik dari kumparan kawat di dalam trafo tersebut. Gambar 4 dan Gambar 5 berikut merupakan hasil data pengukuran pada saat pekerjaan trafo dilaksanakan dan setelah pekerjaan pada trafo selesai dilaksanakan.

Gambar 4 menunjukkan pengukuran dilakukan saat pekerjaan pada trafo dilaksanakan dan dilakukan dalam keadaan tidak bertegangan (listrik mati). Nilai radiasi medan magnet pada sumber berkisar antara 0,01-0,03 μT . Hal ini dikarenakan masih adanya sisa arus listrik yang terukur setelah dipadamkan. Nilai radiasi medan magnet pada masing-masing jarak 1 meter, 2 meter, 3 meter, masyarakat 1 dan 2 sekitar daerah dekat trafo didapatkan data radiasi medan magnet yaitu 0,00 μT dikarenakan tidak ada radiasi medan magnet yang terukur oleh alat dalam keadaan listrik dipadamkan. Sedangkan lokasi 9 pada jarak 3 meter terdapat data terukur sebesar 0,05 μT dikarenakan pada pengukuran tersebut berada di depan Gardu Induk Payakumbuh sehingga data radiasi medan magnet yang terukur berasal dari Gardu Induk tersebut.

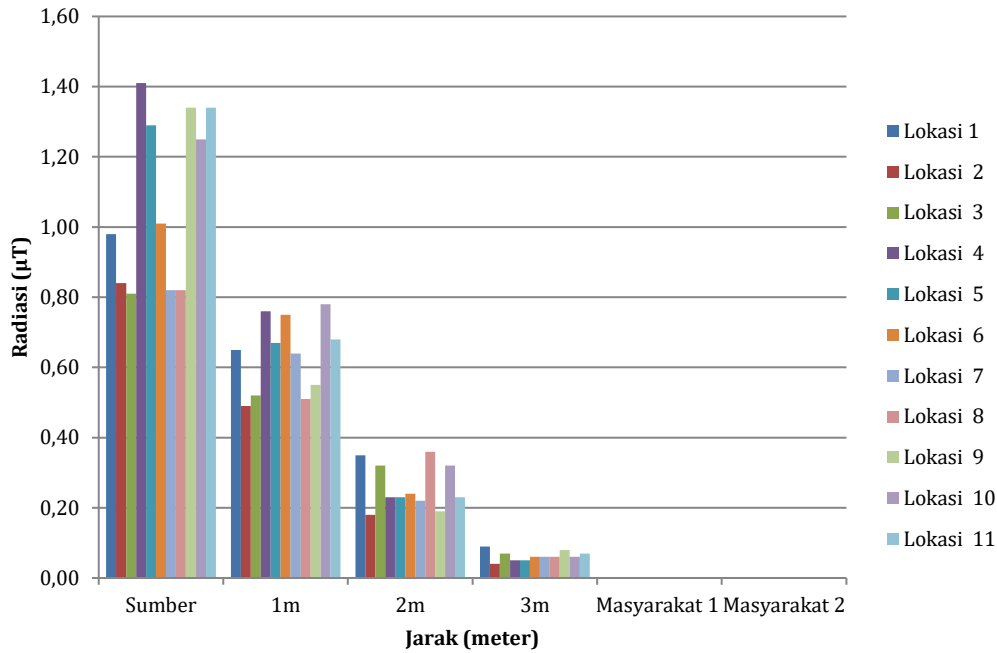
Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa pengukuran dilakukan setelah pekerjaan pada trafo selesai dan dilakukan dalam keadaan bertegangan (listrik hidup). Nilai radiasi medan magnet pada sumber berkisar antara 0,81-1,41 μT , jarak 1 meter berkisar antara 0,49-0,78 μT , jarak 2 meter berkisar antara 0,18-0,36 μT , jarak 3 meter berkisar antara 0,04-0,09 μT , dan masyarakat 1 dan 2 sekitar daerah dekat trafo nilai radiasi medan magnet yaitu 0,00 μT dikarenakan jauh dari sumber arus listrik (trafo). Berdasarkan penelitian Susilo & Sutikno (2016) semakin jauh jarak dari sumber arus listrik (trafo) maka semakin kecil tingkat radiasi medan magnet yang terukur. Hal ini sesuai pada Gambar 5 dimana penurunan nilai radiasi medan magnet pada masing-masing jarak sumber, 1 meter, 2 meter, 3 meter, masyarakat 1 dan 2 sekitar daerah dekat trafo.

b) Analisis data pada pekerjaan tiang Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

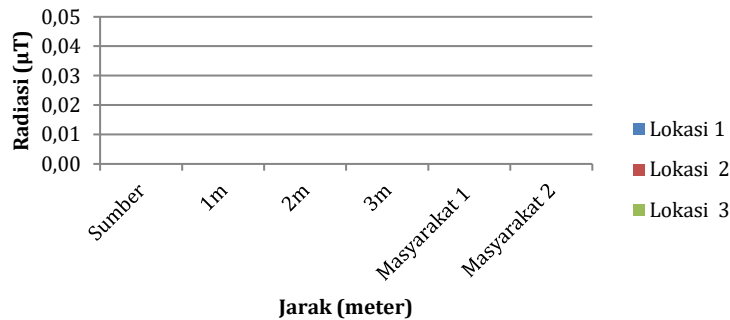
Jaringan Tegangan Menengah (JTM) merupakan sistem pendistribusian tenaga listrik di suatu kawasan, sistem tegangan menengah dijadikan jaringan utama pendistribusian tenaga listrik ke pelanggan. Jaringan Tegangan Menengah (JTM) berpotensi menghasilkan radiasi elektromagnetik akibat dari arus bolak-balik (listrik) dari kabel jaringan distribusi JTM tersebut. Gambar 6 dan Gambar 7 berikut merupakan hasil data pengukuran pada saat pekerjaan tiang JTM dilaksanakan dan selesai dilaksanakan.



Gambar 4 Data pengukuran saat pekerjaan pada trafo dilaksanakan



Gambar 5 Data pengukuran setelah pekerjaan pada trafo selesai dilaksanakan



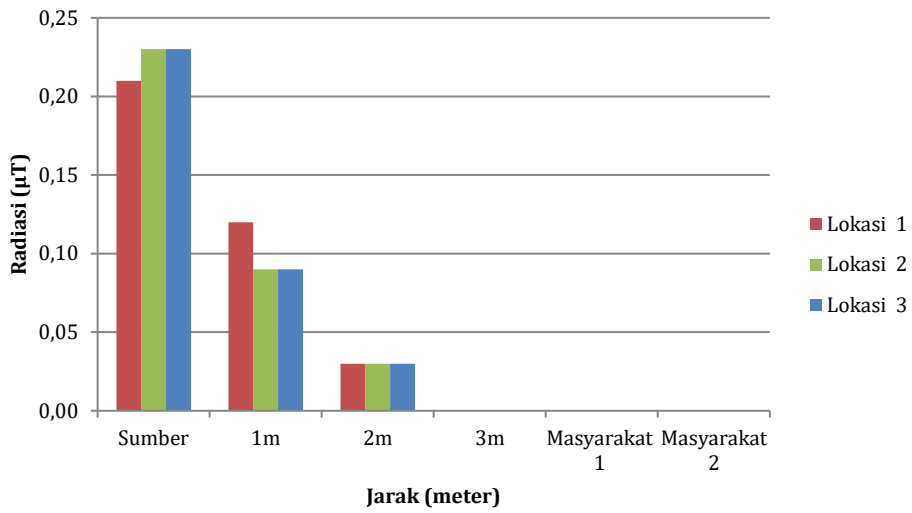
Gambar 6 Data pengukuran saat pekerjaan pada tiang JTM dilaksanakan

Berdasarkan Gambar 6 diatas menunjukkan bahwa pengukuran dilakukan saat pekerjaan pada tiang Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dilaksanakan dan dilakukan dalam keadaan tidak bertegangan (listrik mati). Nilai radiasi medan magnet pada semua jarak yaitu sumber, 1 meter, 2 meter, 3 meter, masyarakat 1 dan 2 sekitar daerah dekat tiang JTM yaitu 0,00 µT dikarenakan pekerjaan berlangsung dalam keadaan listrik mati yang mana tidak adanya medan magnet yang terukur. Sedangkan Gambar 7 menunjukkan bahwa pengukuran dilakukan setelah pekerjaan pada tiang Jaringan Tegangan Menengah (JTM) selesai dan dilakukan dalam keadaan bertegangan (listrik hidup). Nilai radiasi medan magnet pada sumber berkisar antara 0,19-0,23 µT, jarak 1 meter berkisar antara 0,09-0,12 µT, jarak 2 meter berkisar antara 0,03-0,04 µT, dan jarak 3 meter, masyarakat 1 dan 2 sekitar daerah dekat JTM tingkat radiasi medan magnet terukur yaitu 0,00 µT dikarenakan semakin jauh dari sumber arus listrik

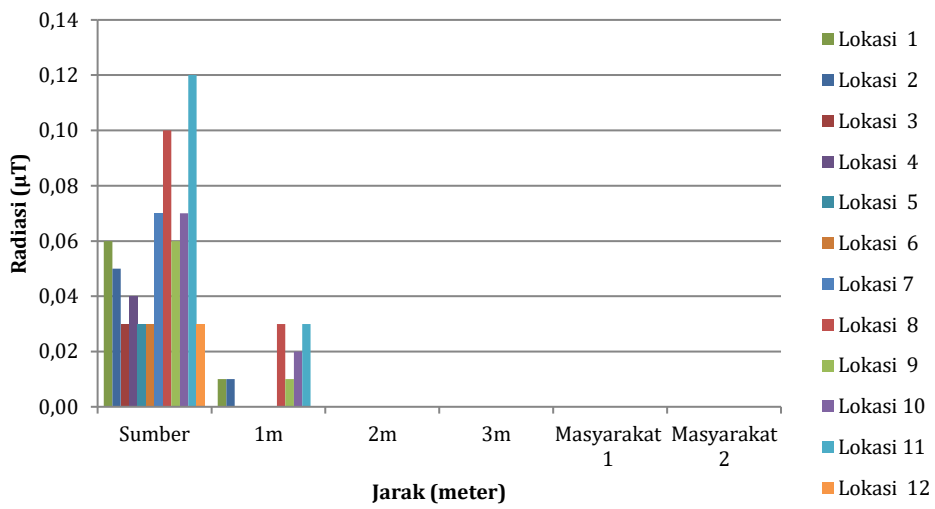
(JTM). Hal ini sesuai dengan penelitian Susilo & Sutikno (2016) semakin jauh jarak dari sumber arus listrik (JTM) maka semakin kecil tingkat radiasi medan magnet yang terukur.

c) Analisis data pada pekerjaan *Load Break Switch* (LBS)

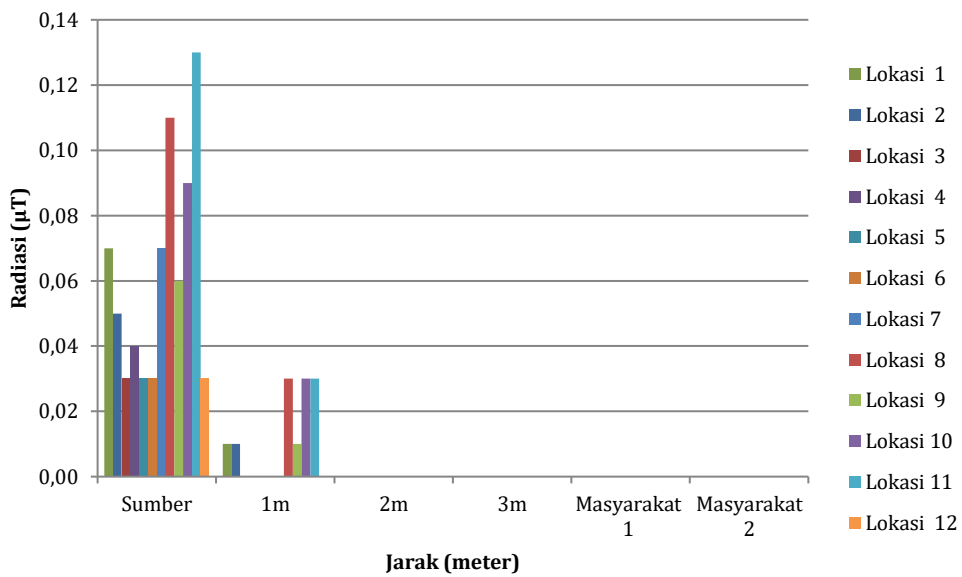
Load Break Switch (LBS) merupakan alat yang digunakan untuk pengecekan arus listrik dan sebagai pemutusan lokal apabila terjadi gangguan atau dilakukannya perawatan jaringan distribusi pada daerah tertentu sehingga daerah yang tidak mengalami gangguan atau perawatan tidak mengalami pemadaman listrik. *Load Break Switch* (LBS) berpotensi menghasilkan radiasi elektromagnetik akibat dari arus listrik yang bolak-balik dari kabel jaringan distribusi ke LBS tersebut. Gambar 8 dan Gambar 9 berikut merupakan hasil data pengukuran pada saat pekerjaan LBS dilaksanakan.



Gambar 7 Data pengukuran setelah pekerjaan pada tiang JTM selesai dilaksanakan



Gambar 8 Data pengukuran saat pekerjaan pada LBS dilaksanakan



Gambar 9 Data pengukuran setelah pekerjaan pada LBS selesai dilaksanakan

Berdasarkan Gambar 8 diatas menunjukkan bahwa pengukuran dilakukan saat pekerjaan pada *Load Break Switch* (LBS) dilaksanakan dan dilakukan dalam keadaan bertegangan (listrik hidup). Nilai radiasi medan magnet pada sumber berkisar antara 0,03-0,12 μT , jarak 1 meter berkisar antara 0,00-0,03 μT , dan pada jarak 2m, 3m, masyarakat 1 dan 2 sekitar daerah dekat LBS nilai radiasi medan magnet terukur yaitu 0,00 μT dikarenakan jauh dari sumber arus listrik (LBS). Berdasarkan Gambar 9 menunjukkan bahwa pengukuran dilakukan setelah pekerjaan pada *Load Break Switch* (LBS) selesai dilaksanakan dan dilakukan dalam keadaan bertegangan (listrik hidup). Nilai radiasi medan magnet pada sumber berkisar antara 0,03-0,13 μT , jarak 1 meter berkisar antara 0,00-0,03 μT , dan jarak 2 meter, 3 meter, masyarakat 1 dan 2 sekitar daerah dekat LBS tingkat radiasi medan magnet terukur yaitu 0,00 μT dikarenakan jauh dari sumber arus listrik (LBS). Hal ini sesuai dengan penelitian Jekki dkk (2021) bahwa untuk kondisi normal, intensitas radiasi yang dihasilkan cenderung mengecil seiring jauhnya jarak pengukuran.

3.4 Perbandingan data pengukuran radiasi elektromagnetik dengan baku mutu

Hasil pengukuran di lapangan didapatkan nilai radiasi medan magnet yang terpapar ke pekerja pada saat pekerjaan berlangsung untuk pekerjaan trafo berkisar antara 0,00-0,05 μT , pekerjaan tiang JTM yaitu 0,00 μT , dan untuk pekerjaan LBS yaitu 0,00-0,12 μT . Nilai ini masih memenuhi baku mutu paparan radiasi medan magnet pada pekerja menurut PERMENKES No. 70 tahun 2016 yaitu 2 T (seluruh tubuh) dan ICNIRP yaitu 25/f (416,67 μT), sehingga masih aman dan tidak berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pekerja. Hal ini juga sama bagi masyarakat yang tinggal sekitar trafo, JTM dan LBS, semua nilai radiasi medan magnet yang dihasilkan yaitu 0,00 μT dan masih memenuhi baku mutu paparan radiasi medan magnet pada masyarakat umum menurut ICNIRP yaitu 5/f (83,33 μT) sehingga masih aman bagi masyarakat yang berada dekat dengan lokasi trafo, tiang JTM dan LBS.

3.5 Jarak Aman

Berdasarkan hasil penelitian Swarmadika (2009) ini dijelaskan bahwa jarak aman ini diukur berdasarkan tingginya tegangan listrik, untuk jaringan tegangan menengah dan rendah (JTM/JTR) di daerah tersebut dapat digunakan rumus sederhana, yaitu 1 kV = 1 cm. Artinya jika tegangan di kawat jaringan sebesar 20 kV maka jarak amannya adalah 20 cm atau 0,2 m. Berdasarkan data pengukuran di lapangan untuk jarak pengukuran yang diambil pada sumber, jarak 1 meter, 2 meter, dan 3 meter dan 2 titik pengukuran pada masyarakat sekitar JTM yang berjarak 5-20 m dari sumber maka jarak pengukuran pada penelitian ini berada pada jarak aman. Kekuatan medan listrik tergantung pada voltage di sumber atau saluran listrik dan jaraknya tinggi dari atas

permukaan tanah. Medan berkurang dengan cepat dengan bertambahnya jarak dari sumber. Medan listrik ditimbulkan oleh perbedaan tegangan, semakin tinggi tegangan, semakin kuat medan listrik yang akan dihasilkan (Agustina, 2018). Tingkat paparan gelombang elektromagnetik dari berbagai frekuensi berubah secara signifikan sejalan dengan perkembangan teknologi yang akan menimbulkan kekhawatiran bahwasanya paparan dari gelombang elektromagnetik ini dapat berpengaruh buruk terhadap kesehatan fisik manusia (Yenita, 2017).

3.6 Hasil Kuesioner

Hasil kuesioner mengenai pengetahuan pekerja tentang radiasi dapat disimpulkan bahwa sebagian besar responden mengetahui radiasi. Hasil kuesioner mengenai pelatihan proteksi radiasi yang dilakukan PT.PLN sebagian besar responden telah mengikuti pelatihan proteksi radiasi. Berdasarkan Hasil kuesioner perihal pengawas lapangan yang melakukan pengecekan SOP dan APD sebelum pekerjaan dilaksanakan berdasarkan jawaban reponden dapat disimpulkan bahwa sebelum dilakukannya pekerjaan pengawas lapangan telah melakukan pengecekan SOP dan APD sesuai prosedur yang ada. Berdasarkan hasil kuesioner terlihat bahwa sebagian besar responden tidak merasakan efek radiasi medan magnet ke mereka tetapi sebagian kecil responden merasakan efek seperti mual dan pusing. Responden yang mengalami keluhan tersebut akan mengalami tingkat risiko astenopia yang lebih besar (Astuti, 2012). Berdasarkan hasil kuesioner dapat disimpulkan bahwa sebagian besar responden telah menerima pemeriksaan kesehatan dari pihak PT.PLN untuk pengecekan kesehatan pekerja secara berkala. Saran atau anjuran untuk masyarakat sekitar sumber (Anies, 2007) yaitu disarankan agar pihak PT. PLN UP3 Payakumbuh memberikan sosialisasi mengenai bahaya radiasi medan magnet walaupun saat ini nilai radiasi tersebut masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

4. Kesimpulan

Hasil pengukuran medan magnet di lapangan pada 3 pekerjaan trafo, tiang JTM dan LBS yang dilakukan pada 2 titik pengukuran yaitu pekerja dan permukiman masyarakat terdekat dari sumber radiasi medan magnet yang terpapar ke pekerja dengan rentang antara 0,00-0,12 μT , sedangkan untuk masyarakat sekitar trafo data yang terukur yaitu 0,00 μT . Nilai radiasi tersebut masih memenuhi baku mutu paparan radiasi medan magnet pada pekerja menurut PERMENKES No. 70 tahun 2016 dan ICNIRP. Hal ini menandakan bahwa nilai radiasi medan magnet tidak berisiko bagi pekerja dan masyarakat sekitar sumber radiasi. Hasil dari kuesioner menunjukkan bahwa efek paparan radiasi elektromagnetik yang diterima sebagian kecil pekerja seperti mual dan pusing sehingga pekerja diharapkan untuk mengatur waktu pekerjaan (lamanya paparan saat bekerja) dan selalu memperhatikan jarak aman pekerja saat pemaparan

yaitu 20 cm. Pekerja yang bekerja dalam medan radiasi akan menerima paparan radiasi yang besarnya sebanding dengan lamanya pekerja bekerja pada medan radiasi, maka semakin lama pekerja berada di tempat tersebut semakin besar paparan radiasi yang diterima. Sedangkan untuk lingkungan permukiman masyarakat sekitar sumber disarankan untuk tidak berada diluar rumah pada malam hari pada jam 18.00-21.00 WIB karena pada jam tersebut arus yang mengalir pada kabel Jaringan Tegangan Menengah (JTM) berada pada titik beban puncak sehingga paparan radiasi yang dihasilkan akan besar pula serta menanam tanaman dan pepohonan pada lahan rumah yang kosong. Tujuan dilakukannya penanaman pada sekitar rumah sebagai buffer paparan radiasi dari sumber dan juga untuk penanaman pohon agar puncak pohon minimum 7m agar tidak mengganggu kabel Jaringan Tegangan Menengah (JTM).

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S. D. (2018). Analisis Intensitas Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Di Sekitar Laptop [Universitas Jember]. <https://doi.org/https://doi.org/10.19184/jpf.v7i3.8602>
- Anies. (2007). Mengatasi Gangguan Kesehatan Masyarakat Akibat Radiasi Elektromagnetik dengan Manajemen Berbasis Lingkungan. In Pidato pengukuhan Guru Besar (pp. 1-71). <http://eprints.undip.ac.id/316/1/Anies.pdf> International Commission On NonIonizing Radiation Protection (ICNIRP) Guidelines, 1998, For Limiting Exposure To TimeVarying Electric, Magnetic And Electromagnetic Fields Up To 300 Ghz, Published In: Health Physics 74 (4):494522; 1998
- Ariangga, F. D. (2015). Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Intensitas 500 μ T Terhadap Jumlah Limfosit Mencit BALB-C sebagai Karya Ilmiah Populer [Universitas Jember]. <http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/73378/100210102027-1-61.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Astuti, R. Y. (2012). Hubungan Lama Paparan Radiasi Monitor Komputer dengan Astenopia pada Pekerja Administrasi di CV.Cakra Nusantara Karanganyar [Universitas Sebelas Maret]. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/download/28291/Ntk3NzE=/Hubungan-Lama-Paparan-Radiasi-Monitor-Komputer-Dengan-Astenopia-Pada-Pekerja-Administrasi-Di-Cv-Cakra-Nusantara-Karanganyar-abstrak.pdf>
- Dwinugraha, A. (2016). Analisis Medan Magnetik Terhadap Operator yang Bekerja Di Saluran Transmisi Menggunakan Metode 3-D Elemen Hingga [Insitut Teknologi Sepuluh Nopember]. <https://repository.its.ac.id/2489/7/2212100201-Undergraduate-Theses.pdf>
- El Yosha, F. (2019). Pemeliharaan Jaringan Distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah Di PT PLN (PERSERO) ULP Lubuk Pakam Pada Penyulang TW 01 [Politeknik Negeri Medan]. <http://library.polmed.ac.id/repository/beranda/download/1605033010KeputusanKepalaBadanPengawasTenagaNuklirNomor01/KaBAPETEN/V-99tentangKetentuanKeselamatanKerjaTerhadapRadiasiKepalaBadanPengawasTenagaNuklir>
- International Commission On NonIonizing Radiation Protection (ICNIRP) Guidelines (1998) For Limiting Exposure To TimeVarying Electric, Magnetic And Electromagnetic Fields Up To 300 Ghz, Published In: Health Physics 74 (4):494522; 1998
- Janna, N. M. (2020). Konsep Uji Validitas dan Reliabilitas dengan Menggunakan SPSS. Journal of Statistic, 18210047, 1-13. <https://osf.io/v9j52/download>
- Jekki, Imansyah, F., Suryadi, D., Ratiandi Yacoub, R., & Marpaung, J. (2021). Identifikasi Pengukuran Intensitas Radiasi Medan Elektromagnetik pada Base Transceiver Station Di Kota SAMPAS. Jurnal Ecotipe (Electronic, Telecommunication, Information, and Power Engineering), 1-7. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/download/48618/75676590202>
- Kurniawan, B., & Wahyuni, I. (2008). Hubungan Radiasi Gelombang Elektromagnetik Dan Faktor Lain Dengan Keluhan Subyektif Pada Tenaga Kerja Industri Eletronik GE di Yogyakarta. Indonesian Journal of Health Promotion, 3(2), 127-133. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jpki/article/view/2431>
- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 tahun 2016 tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri
- Rahmatullah, H. (2009). Pengaruh gelombang elektromagnetik frekuensi ekstrim rendah terhadap kadar trigliserida tikus putih (rattus norvegicus) [Universitas Sebelas Maret]. <https://eprints.uns.ac.id/10649/1/81502207200905181.pdf>
- Septiani, R., Pauzi, G. A., Warsito, & Handriyanto, W. (2016). Analisis Distribusi Medan Magnet Pada Daerah Sekitar Gardu Induk (GI) PT PLN (Persero) P3B Sumatera Teluk Betung Selatan-Bandar Lampung Menggunakan Surfer. JURNAL Teori Dan Aplikasi Fisika, 04(01), 77-82. <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/jtaf/article/download/1320/1140>
- Setiyanto, R. A., Sudarti, & Harijanto, A. (2017). Analisis intensitas medan magnet extremely low frequency di sekitar jaringan distribusi PLN 20 kV. JURNAL Teori Dan Aplikasi Fisika, 2(September), 1-8. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/fkip-epro/article/view/6361>
- Susilo, R. A., & Sutikno. (2016). Analisis Dampak Radiasi Sinar-X Pada Mencit Melalui Pemetaan Dosis Radiasi Di Laboratorium Fisika Medik. Jurnal MIPA, 38(1), 25-30. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JM/article/view/5483/4367>
- Swamardika, I. B. A. (2009). Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Terhadap Kesehatan Manusia (Suatu Kajian Pustaka). Indonesian Journal of Health Promotion, 8(1), 106-109. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JTE/article/download/1585/931>
- Syaifuddin, M. A. (2011). Perbedaan Derjat Insomnia pada Penduduk yang Terpapar Radiasi Gelombang Elektromagnetik Di Sekitar Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) [Universitas Sebelas Maret]. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/download/23235/NTE2Mjk=/Perbedaan-Derajat-Insomnia-Pada-Penduduk-Yang-Terpapar-Radiasi-Gelombang-Elektromagnetik-Di-Sekitar-Saluran-Udara-Tegangan-Ekstra-Tinggi-Sutet-abstrak.pdf%0A>

Regia, R.A., Lestari, R.A., As'ad, N.F, Zulkarnain, R. (2023). Identifikasi Paparan Radiasi Elektromagnetik di Pekerjaan Jaringan Distribusi 20 KV PT PLN (Persero) dan Lingkungan Sekitarnya, *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(4), 755-765, doi:10.14710/jil.21.4.755-765

Thandung, D., Lintong, F., & Supit, W. (2013). Tingkat Radiasi Elektromagnetik Beberapa Laptop Dan Pengaruhnya Terhadap Keluhan Kesehatan. *Jurnal E-Biomedik*, 1(2), 1058–1063.

<https://doi.org/https://doi.org/10.35790/ebm.1.2.2013.3258>.

Wijaya, N. H., Kartika, W., & Utari, A. R. D. (2019). Deteksi Radiasi Gelombang Elektromagnetik Dari Peralatan Medis Dan Elektronik Di Rumah Sakit. *Jurnal Ecotipe*

(*Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering*), 6(2), 102–106. <https://doi.org/10.33019/ecotipe.v6i2.1393>.

Yenita, R. N. (2017). Hubungan Pengetahuan Dengan Sikap Karyawan Tentang Radiasi Di PT. PLN PLTD/G Teluk Lembu Pekanbaru. *Journal of Community Health*, 3(3), 123–126.

<https://doi.org/h?ps://doi.org/10.25311/keskom.Vol3.Iss3.13>.