

ANALISIS DAMPAK PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) OLEH SUTET TERHADAP RESIKO KANKER DAN MASALAH REPRODUKSI PADA MANUSIA

ANALYSIS OF THE IMPACT OF EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) MAGNETIC FIELD EXPOSURE BY SUTET ON THE RISK OF CANCER AND REPRODUCTIVE PROBLEMS IN HUMANS

Ega Bonansyah Utoyo¹⁾, Faizatul Azmi²⁾, Sudarti³⁾

¹²³⁴Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Jember

⁴Email: sudarti.fkip@unej.ac.id

ABSTRAK

Saluran transmisi yang ada di Indonesia untuk menyalurkan tegangan yang tinggi salah satunya adalah Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV (SUTET). Dalam kasus SUTET, pancaran radiasi elektromagnetik berakibat bagi tubuh manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak dari paparan medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) oleh SUTET terhadap resiko kanker dan masalah reproduksi pada manusia. Penelitian termasuk dalam penelitian deskriptif kualitatif yang berfokus pada metode *compare* atau membandingkan. Data dikumpulkan dengan cara studi pustaka. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa intensitas medan magnet ELF yang dihasilkan oleh SUTET berkisar antara 0,01 μT hingga 12 μT dan pada intensitas tertentu mampu berakibat pada resiko kesehatan manusia. Beberapa ahli berpendapat bahwa paparan medan magnet ELF dengan intensitas $\geq 0,4 \mu\text{T}$ dapat meningkatkan risiko kanker, namun beberapa lainnya tidak setuju akan hal itu. Medan magnet ELF juga berpengaruh pada kesehatan reproduksi manusia. Paparan medan ELF pada frekuensi 50 Hz selama 52 hari dapat menyebabkan jumlah spermatisit berkurang serta dapat menginduksi perubahan struktural pada jaringan testis.

Kata kunci: ELF; kanker; reproduksi; SUTET

ABSTRACT

One of the transmission lines in Indonesia for high voltage transmission is the 500 kV Extra High Voltage Air Line (SUTET). In the case of SUTET, the emission of electromagnetic radiation affects the human body. This study aims to determine the impact of exposure to Extremely Low Frequency (ELF) magnetic fields by SUTET on the risk of cancer and reproductive problems in humans. This research is included in qualitative descriptive research that focuses on comparing methods. Data was collected by way of a literature study. The results of this study indicate that the intensity of the ELF magnetic field generated by SUTET ranges from 0.01 μT to 12 μT and at certain intensities can result in human health risks. Some experts argue that exposure to ELF magnetic fields with an intensity of $\geq 0.4 \mu\text{T}$ can increase the risk of cancer, but others disagree with that. The ELF magnetic field also affects human reproductive health. Exposure to the ELF field at a frequency of 50 Hz for 52 days can cause a decrease in the number of spermatoocytes and can induce structural changes in testicular tissue.

Keywords: cancer; ELF; reproductive; SUTET

PENDAHULUAN

Secara sederhana, radiasi dapat diartikan sebagai pancaran energi. Radiasi elektromagnetik merupakan pancaran radiasi dari perjalanan energi elektromagnetik, yang efeknya berdampak pada materi yang dikenai. *Extremely low frequency* (ELF) merupakan radiasi elektromagnetik dengan frekuensi kurang dari 300 Hz (Khoiriyah & Sudarti, 2022). Gelombang elektromagnetik ELF mempunyai medan magnet yang mampu menembus hampir di semua material (Rahman et al., 2022).

Energi listrik adalah salah satu bentuk energi yang digunakan oleh manusia. Pusat listrik dan juga konsumen memiliki kaitan erat dengan sistem tenaga listrik yang terdapat gardu induk, saluran distribusi, dan juga saluran transmisi di antara keduanya tersebut. Oleh karena itu, pusat listrik mampu menghasilkan energi yang nantinya dipergunakan oleh konsumen. Sebuah sistem transmisi tenaga listrik sangat penting digunakan dalam proses menyalurkan energi listrik (Sugianto & Yusuf, 2020). Sistem penyaluran energi listrik secara langsung melalui suatu interkoneksi memerlukan sebuah saluran transmisi dari gardu induk yang lain (Putra & Angga, 2018).

Saluran transmisi yang ada di Indonesia untuk menyalurkan tegangan yang tinggi salah satunya adalah Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV (SUTET) dan satu lagi adalah Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 kV (SUTT) (Miftakhudin et al., 2022). Tegangan tinggi diperlukan untuk saluran transmisi karena tegangan jatuh pada tegangan tinggi akan jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan tegangan yang lebih kecil atau lebih rendah (Nainggolan et al., 2018).

Dalam proses penyaluran energi listrik, SUTET bersamaan juga memancarkan gelombang elektromagnetik yang radiasinya berdampak pada tubuh manusia. Dalam kehidupan sehari-hari banyak dijumpai jenis radiasi. Medan listrik dan medan magnet menjadi pembentuk gelombang elektromagnetik memiliki variasi nilai bergantung pada sumbernya. Batas normal radiasi elektromagnetik yang diterima oleh tubuh manusia dapat ditoleransi jika bersumber dari peralatan

elektronik dalam kehidupan sehari-hari. Akan tetapi, paparan radiasi elektromagnetik secara terus-menerus dan melebihi ambang batas juga mampu berdampak buruk bagi kesehatan manusia (Iswan et al., 2022).

Dalam kasus SUTET, pancaran radiasi elektromagnetik berakibat bagi tubuh manusia. Penelitian yang dilakukan oleh WHO dan diwakili oleh beberapa ahli menyebutkan bahwa SUTET tidak berakibat pada kesehatan manusia karena medan magnet dan medan listrik yang dipancarkan jauh dari batas kekuatan yang ada pada tubuh manusia dalam menyerap radiasi elektromagnetik. (Nawawi, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak dari paparan medan magnet *Extremely low frequency* (ELF) oleh SUTET terhadap resiko kanker dan masalah reproduksi pada manusia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan sebuah penelitian secara deskriptif menggunakan pendekatan kualitatif. Penelitian berfokus pada metode *compare* atau membandingkan, dimana dikumpulkan beberapa jurnal atau penelitian yang berhubungan dengan dampak paparan radiasi ELF oleh SUTET, kemudian dibandingkan dan didapatkan pendapat baru.

Data dikumpulkan dengan cara studi literatur atau studi pustaka berdasarkan artikel-artikel yang terbit pada jurnal tahun 2008 hingga 2023 sejumlah 26 artikel. Sebagian besar data yang digunakan adalah data sekunder dari beberapa artikel penelitian terkait mengenai medan magnet ELF dan SUTET. Adapun penyajian data dengan menggunakan tabel. Variabel yang ada pada penelitian ini bersifat tidak baku. Data yang didapatkan dituang pada subbab yang nantinya bisa menjawab rumusan masalah penelitian.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Pada SUTET

Penyedia listrik negara di Indonesia adalah Perusahaan Listrik Negara (PLN). Untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam negeri maka diperlukan suatu jaringan

transmisi untuk menyalurkan listrik (Joedo, 2020). Maka dari itu saluran listrik udara diperlukan. Dari berbagai macam jenis saluran listrik udara terdapat saluran udara yang memiliki tegangan yang sangat tinggi. Jenis saluran udara yang dimaksud adalah Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) yang memiliki daya 500 KV.

Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) difungsikan untuk menyalurkan listrik bertegangan tinggi. Peralatan listrik yang menggunakan energi listrik maka akan memancarkan radiasi gelombang elektromagnetik (Hermawan et al., 2021). Gelombang elektromagnetik dapat dihasilkan dari interaksi antara medan magnet dan medan listrik sehingga apabila suatu alat menggunakan medan listrik maka dapat dipastikan terdapat medan magnet pada alat tersebut (Suhatin et al., 2017). Berdasarkan tersebut dapat kita ketahui bahwa SUTET menghasilkan medan magnet. Menurut Dermawan *et al* (2018), SUTET dapat menghasilkan medan magnet berfrekuensi yang sangat rendah atau *Extremely Low Frequency* (ELF) dimana semakin dekat dengan saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) maka nilai medan magnet berfrekuensi yang sangat rendah atau *Extremely Low Frequency* (ELF) akan semakin besar dan begitu pula sebaliknya. Adapun intensitas medan magnet ELF yang dihasilkan oleh SUTET berkisar antara 0,01 μ T hingga 12 μ T. Pada intensitas tertentu paparan medan magnet ELF dapat menimbulkan efek kesehatan (Silva et al., 2016). Adapun risiko kesesatan yang ditimbulkan oleh SUTET adalah sebagai berikut:

Risiko Kanker

Salah satu masalah kesehatan yang dihadapi oleh masyarakat di dunia adalah kanker. Beberapa ahli meyakini bahwa paparan medan *Extremely Low Frequency* (ELF) dapat meningkatkan risiko kanker. Menurut penelitian Carpenter (2019), bahwa lingkungan yang memiliki medan magnet dengan intensitas tertentu dapat meningkatkan risiko kanker darah atau leukimia pada anak-anak. Hal ini ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Faktor risiko kanker Leukemia pada anak akibat paparan medan ELF

Intensitas Medan Magnet ELF	Cases	Control	Odds Ratio (OR)	95 % CI
$\leq 0.1 \mu T$	423	633	1,00	-
$(0,1 - 0,2] \mu T$	52	95	0,83	0,57 – 1,19
$(0,2 - 0,3] \mu T$	24	22	1,76	0,97 – 3,22
$>0,3 \mu T$	20	34	0,87	0,49 – 1,55

Sumber : Carpenter, 2019

Paparan medan magnet ELF pada intensitas $\geq 0,4 \mu T$ dapat meningkatkan risiko kanker darah atau leukimia sebanyak dua kali lipat pada anak-anak (Schüz, 2011). Menurut Turner et al (2014) dalam penelitiannya mengenai hubungan antara paparan medan magnet ELF dan tumor otak menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF dimasa lalu dapat meningkatkan risiko terkena tumor otak. Selain dapat meningkatkan risiko tumor otak, paparan medan magnet ELF juga dapat meningkatkan risiko kanker payudara bahkan untuk wanita yang belum mengalami menopause sekalipun (Zhao et al., 2014).

Walaupun terdapat beberapa penelitian yang menunjukkan paparan medan magnet ELF pada tubuh manusia dapat memicu kanker, tetapi pada penelitian lain menunjukkan bahwa tidak ditemukannya dampak yang signifikan terkait hubungan antara kanker dan paparan medan magnet ELF pada tubuh manusia (Su et al., 2016). Menurut Carlberg et al (2018) tidak ditemukannya hubungan antara meningkatnya risiko tumor otak terhadap paparan medan ELF yang dialami oleh manusia dimasa lalu dan menurut Koeman et al (2014) paparan medan magnet ELF tidak menyebabkan kanker payudara pada wanita dan pria.

Pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) yang dihasilkan oleh SUTET terhadap peningkatan risiko kanker pada manusia masih menjadi perdebatan bagi para ahli. Bagi beberapa ahli berpendapat bahwa paparan medan magnet ELF dengan intensitas $\geq 0,4 \mu T$ dapat meningkatkan risiko kanker, tetapi sebagian ahli juga berpendapat bahwa hal tersebut tidak dapat memicu dan meningkatkan risiko kanker. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengkonfirmasi hal tersebut lebih lanjut.

Risiko Kesehatan Reproduksi

Dampak paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap masalah reproduksi pada manusia masih menjadi kontroversi dan menjadi perhatian khusus bagi para peneliti. Medan magnet ELF dapat dihasilkan oleh laptop atau komputer. Medan magnet ELF yang dihasilkan oleh laptop atau komputer memiliki potensi untuk menurunkan motilitas sperma. Selain itu, Medan magnet ELF yang dihasilkan oleh laptop atau komputer juga dapat meningkatkan fragmentasi DNA pada sperma (Avendaño et al., 2012). Saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) yang memiliki tegangan listrik yang lebih besar dibandingkan laptop atau komputer berpotensi untuk menghasilkan intensitas medan ELF yang lebih tinggi. Untuk itu, SUTET memiliki potensi risiko kesehatan khususnya pada kesehatan reproduksi manusia

Menurut Al-Akhras (2008) dalam penelitiannya tentang pengaruh medan magnet pada hormon seks dan bobot tubuh tikus dewasa menunjukkan bahwa ketika tikus jantan dewasa terpapar medan magnet ELF berfrekuensi 50 Hz selama 18 minggu tanpa henti menunjukkan penurunan jumlah sperma dan kadar hormon testosteron sehingga menurunnya tingkat kesuburan tikus. Menurut penelitian (Koziorowska et al (2018) menunjukkan bahwa ketika jaringan rahim babi terpapar medan magnet ELF pada frekuensi 50 Hz hingga 120 Hz selama 4 jam dapat menyebabkan perubahan pada sintesis dan pelepasan estradiol-17 β dalam jaringan. Adapun estradiol-17 β memiliki hubungan positif dengan ukuran tebal endometrium uterus (Sitasiwi, 2012). Berdasarkan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa paparan medan magnet ELF pada intensitas tertentu dapat berdampak buruk pada kesehatan reproduksi pada hewan. Hal ini juga berlaku pada Manusia

Menurut penelitian Górski et al (2020), medan elektromagnetik yang sangat rendah atau medan *extremely low frequency* (ELF) baik itu komponen listrik maupun magnet dapat menyebabkan penurunan motilitas spermatozoa. Adapun pengaruh paparan medan ELF terhadap motilitas spermatozoa dapat dinyatakan pada tabel berikut :

Tabel 2. Pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap motilitas spermatozoa setelah 30 menit paparan

Intensitas Medan Magnet ELF	Minimum ($\mu\text{m/s}$)	Maksimum ($\mu\text{m/s}$)	Standard Deviasi
Kontrol ($0 \mu\text{T}$)	22,2	22,9	0,4
$0,29 \mu\text{T}$	14,8	22,1	3,8
$6,21 \mu\text{T}$	14,9	25,4	3,8
$7,17 \mu\text{T}$	13,9	19,2	2,3

Sumber : (Górski et al 2020),

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa paparan medan magnet ELF dapat menurunkan motilitas spermatozoa. Motilitas spermatozoa dapat mempengaruhi fertilitas pada pria karena motilitas merupakan viabilitas spermatozoa dan kualitas kemampuan bergerak spermatozoa untuk mencapai ovum. Selain itu, menurut Karbalay-Doust et al (2023), paparan medan ELF pada frekuensi 50 Hz selama 52 hari dapat menyebabkan jumlah spermatisit berkurang serta dapat menginduksi perubahan struktural pada jaringan testis.

KESIMPULAN

Saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) dapat memancarkan medan magnet berfrekuensi yang sangat rendah atau *extremely low frequency* (ELF) pada intensitas antara antara $0,01 \mu\text{T}$ hingga $12 \mu\text{T}$ yang dapat meningkatkan risiko pada beberapa penyakit diantaranya yaitu kanker dan masalah reproduksi. Walaupun demikian, masih terdapat perdebatan mengenai dampak *Extremely Low Frequency* (ELF) pada peningkatan risiko kanker. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengkonfirmasi hal tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Akhras, M. A. (2008). Influence of 50 Hz magnetic field on sex hormones and body, uterine, and ovarian weights of adult female rats. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 27(2), 155–163. <https://doi.org/10.1080/15368370802072125>
- Avendaño, C., Mata, A., Sanchez Sarmiento, C. A., & Doncel, G. F. (2012). Use of laptop computers connected to internet through Wi-Fi decreases human

- sperm motility and increases sperm DNA fragmentation. *Fertility and Sterility*, 97(1). <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2011.10.012>
- Carlberg, M., Koppel, T., Ahonen, M., & Hardell, L. (2018). Case-control study on occupational exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields and the association with acoustic neuroma. *Environmental Research*, 187. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109621>
- Carpenter, D. O. (2019). Extremely low frequency electromagnetic fields and cancer: How source of funding affects results. *Environmental Research*, 178(August), 108688. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108688>
- Dermawan, R., Sudarti, & Harijanto, A. (2018). Analisis Intensitas Paparan Medan Magnet Oleh ELF Saluran Udara Ekstra Tinggi (SUTET) 500 kV di Kabupaten Pasuruan. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2-18*, 3(1), 273–278.
- Górski, R., Kotwicka, M., Skibińska, I., Jendraszak, M., & Wosiński, S. (2020). Effect of low-frequency electric field screening on motility of human sperm. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 27(3), 427–434.
- Hermawan, M. A., Nurbaiti, U., & Yulianti, I. (2021). Pengaruh Jumlah Komputer terhadap Tingkat Radiasi Elektromagnetik dan Dampak Kesehatan Manusia dalam Lingkungan Teradiasi. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 21(1), 32–34. <https://doi.org/10.23917/emitor.v21i1.13001>
- Iswan, J., Haziza, N., & Ashari, B. (2022). Radiasi Gelombang Elektromagnetik Yang Ditimbulkan Peralatan Listrik Di Lingkungan Universitas PGRI Palembang. *JoP*, 7(2), 48–53.
- Joedo, L. A. (2020). Peningkatan Batas Aman Induksi Elektromagnetik Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 kV Bagi Kesehatan Manusia Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 18 Tahun 2015 Juncto No. 2 Tahun 2019. *Kilat*, 9(1), 49–56. <https://doi.org/10.33322/kilat.v9i1.780>
- Karbalay-Doust, S., Darabyan, M., Sisakh, M., Haddadi, G., Sotoudeh, N., Haghani, M., & Mortazavi, S. M. J. (2023). Extremely Low Frequency-Electromagnetic Fields (ELF-EMF) Can Decrease Spermatoocyte Count and Motility and Change Testicular Tissue. *Journal of Biomedical Physics and*

- Engineering*, 13(2), 135–146. <https://doi.org/10.31661/jbpe.v0i0.2011-1234>
- Khoiriyah, R. M. H., & Sudarti. (2022). Resiko Paparan Medan Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Kelainan Otak. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains (JPFS)*, 5(2), 83–87. <https://doi.org/10.52188/jpfs.v5i2.240>
- Koeman, T., Van Den Brandt, P. A., Slottje, P., Schouten, L. J., Goldbohm, R. A., Kromhout, H., & Vermeulen, R. (2014). Occupational extremely low-frequency magnetic field exposure and selected cancer outcomes in a prospective Dutch cohort. *Cancer Causes and Control*, 25(2), 203–214. <https://doi.org/10.1007/s10552-013-0322-x>
- Koziorowska, A., Waszkiewicz, E. M., Romerowicz-Misielak, M., Zglejc-Waszak, K., & Franczak, A. (2018). Extremely low-frequency electromagnetic field (EMF) generates alterations in the synthesis and secretion of oestradiol-17 β (E2) in uterine tissues: An in vitro study. *Theriogenology*, 110, 86–95. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.12.041>
- Miftakhudin, Wahjudi, D., & Watiningsih, T. (2022). Analisis Pengaruh Kuat Medan Listrik Terhadap Lingkungan Dibawah Transmisi Sutet 500 Kv Penghantar Pedan-Kesugihan. *TEODOLITA : Media Komunikasi Ilmiah Dibidang Teknik*, 23(2), 56–64.
- Nainggolan, D. V., Hindardi, & Yulianti, B. (2018). Analisis Pengaruh Efek Kuat Medan Listrik Saluran Tegangan Tinggi Transmisi 70 KV - 150 KV Pada Lingkungan Perumahan. *Journal Teknik Elektro*, 1(2), 123–139. <https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jtin/article/download/211/188>
- Nawawi, A. (2018). Dampak Radiasi Listrik Tegangan Tinggi Terhadap Kesehatan Manusia. *Swara Patra : Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 8(1), 93–106.
- Putra, D. E., & Angga, F. (2018). Studi Sistem Pentanahan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) Penghantar 150 kV Lubuk Linggau-Pekalongan PT.PLN (PERSERO) Unit Pembangkit dan Transmisi (UPT) Bengkulu.

Jurnal Surya Energy, 3(1), 220–227.

Rahman, R. A., Sudarti, S., & Lesmono, A. D. (2022). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Terhadap Massa Jenis Tomat Ranti. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(2), 241. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i2.11428>

Schüz, J. (2011). Exposure to extremely low-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer: update of the epidemiological evidence. *Prog Biophys Mol Biol*, 107(3), 339–342.

Silva, V., Hilly, O., Strenov, Y., Tzabari, C., Hauptman, Y., & Feinmesser, R. (2016). Effect of cell phone-like electromagnetic radiation on primary human thyroid cells. *International Journal of Radiation Biology*, 92(2), 107–115. <https://doi.org/10.3109/09553002.2016.1117678>

Sitasiwi, A. J. (2012). Hubungan Kadar Hormon Estradiol 17-B dan Tebal Endometrium Uterus Mencit (*Mus musculus l.*) selama Satu Siklus Estrus. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 16(2), 38–45.

Su, L., Fei, Y., Wei, X., Guo, J., Jiang, X., Lu, L., & Chen, G. (2016). Associations of parental occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields with childhood leukemia risk. *Leukemia and Lymphoma*, 57(12), 2855–2862. <https://doi.org/10.3109/10428194.2016.1165812>

Sugianto, & Yusuf, E. M. (2020). Analisis Proteksi Rele Jarak Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 Kv. *Sinusoida*, 22(4), 1–12.

Suhatin, D., Sudarti, & Prihandono, T. (2017). Analisis Intensitas Medan Magnet Elf (Extremely Low Frequency) Di Sekitar Peralatan Elektronik Dengan Daya ≥ 1000 W. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 6(2), 203–209. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPF/article/view/5022>

Turner, M. C., Benke, G., Bowman, J. D., Figuerola, J., Fleming, S., Hours, M., Kincl, L., Krewski, D., McLean, D., Parent, M. E., Richardson, L., Sadetzki, S., Schlaefel, K., Schlehofer, B., Schüz, J., Siemiatycki, J., Van Tongeren, M., & Cardis, E. (2014). Occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields and brain tumor risks in the INTEROCC study. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention*, 23(9), 1863–1872.

<https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-14-0102>

Zhao, G., Lin, X., Zhou, M., & Zhao, J. (2014). Relationship between exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields and breast cancer risk: a meta-analysis. *Eur J Gynaecol Oncol*, 35(3), 264–269.