

DETEKSI SINYAL DAN *TRACK PARTIAL DISCHARGE* DENGAN SENSOR *ULTRASONIC* DAN RANGKAIAN ELEKTRONIK *AUTO TUNING*

Nasron^{1*}, M.A.B. Sidik² dan Z. Nawawi²

¹ Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang

² Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya, Palembang

Corresponding author: nasron@polsri.ac.id

ABSTRAK: *Partial Discharge* (PD) adalah gejala melemahnya sebagian isolasi di transmisi listrik tegangan tinggi, Bagian transmisi tegangan tinggi ini adalah sektor yang sangat penting dari distribusi energi listrik dari pembangkit ke pelanggan kalau gejala *partial discharge* dibiarkan maka pendistribusian energi listrik akan terhenti. Hal ini merugikan penyedia energi listrik yaitu PLN dan menuai banyak klaim dari pelanggan. Menurut banyak penelitian di bidang tegangan tinggi, gejala *partial discharge* dapat diketahui dengan banyak cara, antara lain deteksi sinyal *partial discharge* dengan gelombang UHF, memasang antenna UHF yang omni direksional, frekuensi yang dideteksi dengan *matching* frekuensi sinyal sumber *Partial Discharge* (PD) dengan impedansi penerima, di bagian ini mengolah impedansi antenna UHF dan rangkaian penguat antenna dengan impedansi inputnya. Bentuk lain deteksi sinyal *Partial Discharge* (PD) ini ialah dengan antenna *bowtie* dan celah *box* yang diarahkan ke sumber sinyal *Partial Discharge* (PD). *Cluster* ini digolongkan dalam *wireless* atau *non disturb* sensor. Ada juga menyentuh sumber sinyal ialah memasang sejumlah instrumen di hub dengan kabel tegangan tinggi, kemasan *casing* sensor terhubung dengan kabel tegangan tinggi dan di dalamnya ada sejumlah cairan kimia yang sensitif terhadap sinyal *Partial Discharge* (PD). Ini *cluster* sensor yang menyentuh bagian benda sumber sinyal. Sensor *ultrasonic* adalah instrumen yang bekerja di *range* frekuensi 40 KHz diatas frekuensi suara sampai 10 KHz. Tujuan penelitian ini adalah langkah *preventive* untuk tegangan tinggi agar proses transmisi energi listrik dapat handal. Dengan langkah-langkah yaitu deteksi, pengenalan pola *track* di kabel tegangan tinggi sedangkan metode dalam mencapai tujuan tersebut adalah mengimplimentasikan rangkaian *auto tuning* agar terdeteksi *track* yang terjadi di kabel tegangan tinggi. Merangkai rangkaian *auto tuning*, mulai dari *feedback* dari setiap rangkaian, Sumber *feed back* utama adalah kamera yang mengirimkan *track* kesemua rangkaian *wavelet*, *self tuning* dan *fault tolerance*. Rangkaian tersebut dinamakan *auto tuning* karena menggunakan auto d. Sensor ini adalah termasuk dalam *cluster wireless* sensor. Sensor *ultrasonic* ini terhubung dengan rangkaian elektronik swa-tala *self tuning*, *wavelet* dan *fault tolerance* untuk memproses sinyal *partial discharge* dan *track* yang membekas di kabel tegangan tinggi tersebut.

Kata Kunci: sinyal *Partial Discharge* (PD), sensor *ultrasonic*, rangkaian *auto tuning*

ABSTRACT: *Partial Discharge* (PD) is a symptom of partial weakening of insulation in high-voltage power transmissions, this part of high-voltage transmission is a very important sector of the distribution of electrical energy from generators to customers if the *partial discharge* symptom is allowed to stop the distribution of electrical energy, this is detrimental Electric energy provider (PLN) and is reaping a lot of claims from customers. According to many studies in the field of high voltage, the symptoms of *partial discharge* can be identified in many ways, including: detection of *partial discharge* signals with UHF waves, installing UHF antennas, which are omni-directional, detected frequencies by matching the frequency of the source signal (PD) *Partial Discharge* with the impedance of the receiver, in this section treats the impedance of the UHF antenna and the antenna amplifier circuit with its input impedance. Another form of detection of this *Partial Discharge* (PD) signal is with a *bowtie* antenna and a *box slot* that is directed to the *Partial Discharge* (PD) signal source. This *cluster* is classified as a *wireless* or *non disturb* sensor. Also touching on the signal source is installing a number of instruments on the hub with a high-voltage cable, the sensor *casing* packaging is connected to a high-voltage cable and inside there are a number of chemical liquids that are sensitive to *Partial Discharge* (PD) signals. This is a sensor *cluster* that touches the object of the signal source. *Ultrasonic* sensors are instruments that work in the frequency range of 40 KHz above the sound frequency up to 10 KHz only. The purpose of this study is a *preventive* measure for high voltage, so that the electrical energy transmission process can be reliable. With the following

steps: detection, recognition of track patterns, in high voltage cables. While the method to achieve this goal is to implement the auto tuning circuit so that tracks that occur in high voltage cables are detected. This sensor is included in the wireless sensor cluster. This ultrasonic sensor is connected to a self-tuning electronic circuit of self-tuning, wavelet, and fault tolerance, to process the partial discharge signal and its tracks which are imprinted on the high voltage cable.

Keywords: Partial Discharge (PD) signal, ultrasonic sensor, auto tuning circuits

PENDAHULUAN

Perusahaan Listrik Negara (PLN) adalah perusahaan milik negara dibidang pengelolaan energi listrik. PLN menyediakan energi listrik sampai ke pelosok daerah di Indonesia. Energi listrik ini diperlukan memenuhi kebutuhan rakyat. Pembangkit PLN terdiri dari PLTU, PLTA dan PLTG. Pada pembangkit dipasang generator yang selanjutnya dihubungkan dengan saluran transmisi sebagai media penghantar energi listrik tersebut. Jaringan PLN terdiri dari tegangan rendah, menengah dan tinggi (Kementerian energi dan sumber daya mineral 2013).

Pada saluran transmisi untuk menyalurkan energi listrik diperlukan *isolator* sebagai pemisah antara kawat fasa dan tiang transmisi. *Isolator* juga banyak digunakan pada trafo tegangan tinggi. Pada banyak kasus terjadi kegagalan material isolasi maka penyaluran energi listrik akan terganggu (Kementerian energi dan sumber daya mineral, 2013). Banyak kejadian akibat kegagalan *isolasi* yang merugikan seperti loncatan bunga api listrik dari kabel daya tegangan tinggi ke peralatan atau bagian yang ditanahkan. *Phenomena Partial Discharge (PD)* adalah kegagalan *isolasi* pada kabel tegangan tinggi menyebabkan terjadinya *Partial Discharge*. PD dapat merupakan gejala awal akan terjadinya tembus tegangan dan hubung singkat. Hubung singkat (*short circuits*) dapat berakibat terhentinya distribusi energi listrik ke konsumen.

Salah satu metode yang dipakai untuk mendeteksi dini terjadi *Partial Discharge (PD)* adalah dengan mendeteksi sinyal dan *track* yang ditimbulkan oleh isolasi yang mengalami peluahan menggunakan *sensor ultrasonic*. *Sensor ultrasonic* adalah komponen elektronik merupakan sensor yang dapat digunakan mendeteksi frekuensi *sinyal* dan *track* yang muncul sebelum terjadi hubung singkat yang dapat memicu terjadinya kebakaran.

Sensor ultrasonic adalah sensor yang bekerja pada frekuensi *ultrasonic* 40 kHz sampai 4 MHz. *Sensor ultrasonic* biasanya terdiri dari dua pasang komponen *sensor* yaitu berupa pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*), untuk mendeteksi sinyal yang masuk dari *isolasi* yang mengalami peluahan digunakan bagian penerima (*receiver*).

Sinyal *noise* yang dihasilkan karena adanya *Partial Discharge (PD)* diterima oleh *sensor ultrasonic*

selanjutnya diolah dengan rangkaian *wavelet*, *self tuning* dan *fault-tolerance* (toleransi kesalahan).

Wavelet adalah rangkaian analog dengan *output* digital dengan sinyal *input* analog frekuensi dalam *range ultrasonic* lalu di ubah menjadi digital sehingga mudah (*tuning*) ditala oleh rangkaian *self tuning* dan rangkaian *fault tolerance*. Sedangkan rangkaian *wavelet* bekerja dengan prinsip *slot* waktu yang diatur untuk menerima sinyal dan mendeteksi apakah sinyal ini sudah dalam *range noise* dan frekuensi sinyal *Partial Discharge (PD)*. Rangkaian *self tuning* adalah rangkaian yang menala untuk sinyal bila terdapat dua sinyal *upper band* dan *lower band*. Bila *sinyal* tidak perlu dan *out of range* sinyal dibuang dan dihapus. Rangkaian *fault tolerance* adalah rangkaian yang bekerja bila *sinyal* masih berubah-ubah input sinyalnya baik berupa *amplitudo* dan frekuensinya, sehingga sinyal benar-benar *sinyal dan track* yang sesuai dan sama dengan sinyal dari sinyal PD. Kedua blok rangkaian besar ini digunakan untuk mendeteksi *noise* dan sinyal PD yang akan terjadi. Input sinyal dari *sensor ultrasonic* lalu diolah oleh PLC dan ditala dengan rangkaian *self tuning* dan *fault tolerance* (Kementerian energi dan sumber daya mineral, 2013).

PERUMUSAN MASALAH

Terjadinya *Partial Discharge* akibat dari *isolasi* yang melemah. *Isolasi* yang melemah didefinisikan sebagai *isolasi* yang tidak sama untuk semua bagian dari *isolasi*. Pada bagian yang lemah maka terbentuk *gap* dan kapasitor bayangan terhadap tegangan bolak-balik. Hal ini dapat menyebabkan kebakaran yang berakibat bagi konsumen terjadi pemutusan hubungan jaringan energi listrik, kejadian yang serupa untuk penyediaan energi untuk melakukan *maintenance* jaringan.

Sensor ultrasonic digunakan dalam mendeteksi sinyal dan *track* dan sinyal PD selanjutnya dihubungkan dengan rangkaian *wavelet*, *self tuning*, dan *fault tolerance*.

Sinyal yang dideteksi ini dapat dikelompokkan dalam *range frekuensi UHF* yang ada. *Frekuensi UHF* digolongkan dalam frekuensi yang tinggi dengan gelombang yang pendek.

Sinyal Partial Discharge di *range frekuensi UHF* yang terjadi untuk mendeteksinya dibuat sistem pendeteksi

sinyal *Partial Discharge* sebagai pendeteksi atau peringatan dini untuk input *sinyal* kebakaran di instalasi listrik rumah tinggal.

Arus pendek (*short circuits*) yang dimaksud adalah terjadi aliran listrik singkat *short circuit* antara kabel aliran daya dengan *grounding*, atau tegangan yang lebih tinggi ke tegangan yang lebih rendah. Akibat arus pendek maka terbentuklah suhu yang panas terjadi sebagai sumber api, dan kabel dengan *isolasi* yang sudah tua rapuh, sehingga terbentuk sebagai bahan bakar untuk proses pembakaran di instalasi rumah tempat tinggal.

HIPOTESIS

Sistem yang diusulkan adalah sistem yang menggunakan *sensor ultrasonic* sebagaimana biasanya yang dilakukan di penelitian-penelitian sebelumnya. Perbedaan dan kelebihan sistem yang diusulkan ini adalah lebih praktis, *simple* dan ekonomis secara struktur yang dibuat ialah hanya memasang *sensor ultrasonic* di sistem ini. Sistem ini juga mempunyai kemampuan yang sama dengan sistem *wireless* sebelumnya dari penelitian yang dilakukan orang.

RUANG LINGKUP PENELITIAN

Ruang lingkup penelitian ini meliputi sinyal dan *track* yang ditangkap oleh sensor *ultrasonic*.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji *range* sensor *ultrasonic* berada di frekuensi 40-4 MHz.

MANFAAT PENELITIAN

Membangun sistem deteksi yang dapat terlihat secara visual di kabel tegangan tinggi adalah langkah *preventive* untuk keandalan transmisi energi listrik ke pelanggan.

TINJAUAN PUSTAKA

Konstanta

Satuan *Partial Discharge* (PD)

Partial Discharge adalah aktivitas muatan listrik yang bergerak melalui tahanan isolasi yang sudah melemah. Muatan simbolnya Q satuan Coulomb.

PD = Coulomb. (Q)

1 Ampere = Q/t. (Muladi, 2009)

Teori Komunikasi

Melakukan komunikasi dengan menggunakan peralatan teknik telekomunikasi adalah harus mengikuti norma dan teknis- teknis bertelekomunikasi agar tercapai tujuan yaitu berupa pengiriman dan penerimaan data, gambar, sinyal dan *voice*. Aktivitas ini pasti juga menggunakan perangkat pengirim yang disebut *transmitter* dan penerima yang disebut *receiver*. Kedua alat ini berbeda fungsi dan dipisahkan oleh jarak. Jarak tersebut ditempuh dengan menggunakan dan melalui berbagai media yang dipakai untuk pencapaian pengiriman sampai di penerima. Media yang dipakai dalam teknik telekomunikasi pun yang sudah ada lazimnya banyak digunakan, seperti udara, *fiber optic* dan kabel. Media udara ini sering disebut dengan *wireless* (Krishnan et al., 2009)

Teori Wireless

Teori *wireless* ini menggambarkan dan menjelaskan tentang alat telekomunikasi dengan media *wireless*/ udara tanpa kabel. Jadi medianya udara perangkat telekomunikasi masih terhubung disisi pemancar dan penerima. Sehingga kedua perangkat ini saling berkomunikasi satu arah atau lebih (*simplex* dan *duplex*). Untuk komunikasi *wireless* menggunakan *sensor ultrasonic* adalah *simplex* digunakan (Stalling, 2011)

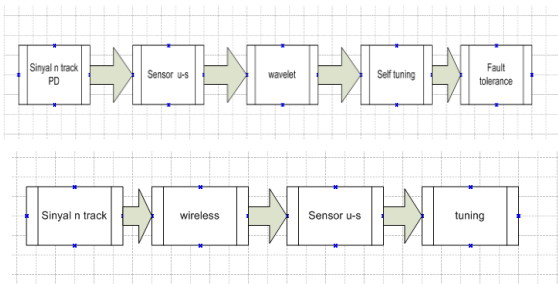
Teori Wireless Penelitian Terdahulu

Wireless dengan Diode Laser

Artikel yang memuat tulisan *wireless* dengan laser dioda adalah "*Ambient noise analysis in underwater wireless communication using laser diode*" Tulisan ini menjelaskan penggunaan diode laser dalam industri tambang di air, bawah laut. Walau ada juga kendala bahwa akan terbentuk frekuensi yang lain bukan bersumber dari pemancarnya maka dengan sangat memungkinkan digunakan diode laser ini sebagai media *transmitter*-nya seperti pada Gambar 1.

Sistem yang diusulkan dari dioda laser GaN (*Gallium Nitride*) biru 450 nm yang dimodulasi secara langsung oleh *pre-leveled* 16. Data *Quadrature Amplitude Modulation* (QAM) *Orthogonal Frequency Divisional Multiplexing* (OFDM) ditingkatkan. Dipasang untuk mencapai kapasitas transmisi tinggi hingga 10,02 Gbits / detik. Analisis simulasi akan dilakukan di bawah air laut dan air keran untuk memungkinkan komunikasi optik nirkabel bawah air atau *Underwater Optical Wireless Communication* (UOWC) jarak jauh hingga 12 m. Air

keran UWOC memberikan penurunan kecepatan bit yang diijinkan dari 16,57 menjadi 14,67 Gbps dengan jarak transmisi meningkat secara signifikan dari 2 m ke 6 m, rasio pembusukan bit / jarak -0.236 Gbps / m. Dengan melakukan *Underwater Optical Wireless Communication* (UOWC) di air laut, kotoran di air laut menyebarkan cahaya yang menyebabkan pelemahan dari kekuatan laser biru. Ini mengurangi kapasitas transmisi dengan rasio peluruhan sedikit lebih tinggi $-0,410$ Gbps / m. Ada sumber kebisingan lainnya di laut yang diproduksi oleh makhluk atau oleh kegiatan alami dan buatan manusia. Semua kebisingan ini juga dipertimbangkan sehingga kebisingan sekitar dihilangkan dengan bantuan pemrosesan sinyal digital.



Gambar 1 Blok diagram dioda laser (diode foto). (Acoustic et al., 2018)

Keterangan Gambar 1

AWG = *Arrayed Waveguided Grating* = sumber sinyal dalam frekuensi tinggi (GHz)

Lens = lensa

Decision circuit = rangkaian yang dipilih

OFDM = *Orthogonal Frequency Divisional Multiplexing* = sinyal bentuk ortogonal

Wireless dengan Optic

Komunikasi kelompok telah semakin banyak digunakan sebagai mekanisme komunikasi yang efisien untuk memfasilitasi aplikasi yang muncul yang membutuhkan pengiriman paket dari satu atau banyak sumber ke banyak penerima karena saluran komunikasi yang tidak aman, manajemen kunci grup yang mendasar blok bangunan untuk mengamankan-komunikasi kelompok telah mendapat perhatian khusus baru-baru ini.

Mengembangkan manajemen kunci grup dalam lingkungan yang sangat dinamis terutama di jaringan seluler nirkabel karakteristik bawaan mereka menghadapi tantangan tambahan. Di satu sisi, kendala perangkat nirkabel dalam hal kelangkaan sumber daya, dan di sisi lain mobilitas anggota kelompok meningkatkan kompleksitas merancang skema manajemen kunci grup. Artikel tersebut menggambarkan survei yang ada skema manajemen kunci grup yang secara khusus

mempertimbangkan masalah mobilitas host di grup aman komunikasi di lingkungan seluler nirkabel. Kendala utama dan tantangan yang diperkenalkan oleh lingkungan seluler nirkabel diidentifikasi untuk menunjukkan pengaruh kritisnya dalam mendesain komunikasi kelompok yang aman. Skema yang diselidiki kemudian dibandingkan dan dianalisis terhadap beberapa kriteria yang bersangkutan. Akhirnya, tantangan yang tersisa yang harus diatasi diuraikan, dan masa depan arahan penelitian juga dibahas.

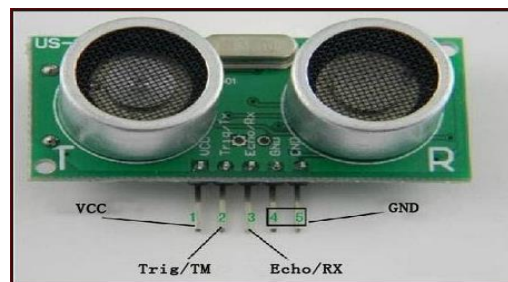
Swarm Sensor

Swarm sensor di rancang berdasarkan atikel *swarm cluster* dan *swarm management* serta *swarm* optimisasi, *swarm cluster* processor bila dalam *link*-nya ada processor yang lambat maka sinyal atau data yang akan diproses pindah ke processor yang lain. Untuk *swarm management* atau *swarm* optimisasi adalah sinyal untuk dieksekusi bila informasi dan nilai optimisasi kurang atau lebih kecil. Berdasarkan artikel *swarm* optimisasi dan *swarm cluster* processor maka dirancang *swarm sensor* yang terdiri dari sensor-sensr *ultrasonic* yang disebar sekitar sumber *noise* dan sumber terjadinya *Partial Discharge* (PD). Bila sensor tidak menerima sinyal *noise* maka deteksi dilakukan dengan sensor yang menerima sinyal yang lebih dekat atau yang menerima sinyal kuat sehingga jarak dan lokasi terjadi *noise* dapat diukur (Furrer dan Dahlhaus, 2014).

Sensor Ultrasonic

Sensor ultrasonic adalah *sensor* untuk *wireless* yang memiliki bagian pengirim dan penerima. T dan R disisi paling pojok dari *sensor* tersebut terlihat sehingga dalam penggunaannya tidak tertukar dan salah dalam mendesain *sensor* tersebut.

Sensor ultrasonic digunakan untuk mengetahui dan *noise* dari gejala *Partial Discharge* (PD) dan *sensor ultrasonic* ini juga dipakai untuk lokasi titik terjadi *Partial Discharge* (PD). Gambar 2 menunjukkan bentuk fisik *sensor ultrasonic* (Arief et al., 2015).



Gambar 2 *Sensor ultrasonic* dengan T dan R (Juan, 2015).

Keterangan Gambar 2

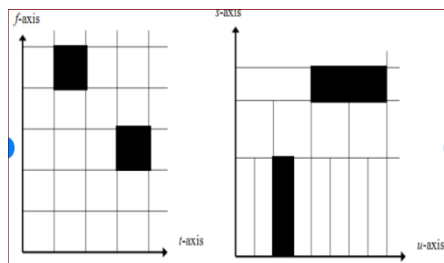
- T = Transmitter = pemancar
- R = Receiver = penerima
- Echo = Boost = pengulang
- Trig = Trigger = pemicu

Pengolah Penguat dan Filter Sensor

Wavelet

Wavelet adalah fungsi matematika yang memotong data menjadi komponen frekuensi yang kecil-kecil dan berbeda-beda dan kemudian menyesuaikan setiap komponen frekuensi dengan resolusi yang cocok dengan skalanya. Wavelet ini mempunyai kelebihan lebih dari metode Fourier tradisional dalam menganalisis situasi fisik di mana sinyal mengandung diskontinuitas dan lonjakan tajam. Wavelet dikembangkan secara mandiri dalam bidang matematika, fisika *quantum*, teknik elektro dan geologi *seismik*. Pertukaran di antara medan ini selama sepuluh tahun terakhir telah menyebabkan banyak aplikasi wavelet baru seperti kompresi gambar, turbulensi, penglihatan manusia, radar, dan prediksi gempa. Makalah ini memperkenalkan wavelet ke pelaku teknis yang tertarik di luar pemrosesan sinyal digital. Proses penggambaran wavelet dimulai dengan Fourier, bandingkan transformasi wavelet dengan transformasi Fourier, properti negara dan aspek khusus wavelet lainnya dan bekerja dengan beberapa aplikasi menarik seperti kompresi gambar, nada musik, dan menghilangkan bisung data (Han et al., 2014).

Aplikasi dan penggunaan wavelet seperti pada Gambar 3 dirancang sebagai *time slicing* (variabel waktu yang diinginkan untuk satu frekuensi) yang variabel sehingga durasi untuk frekuensi yang sudah di tala dapat diproses sesuai dengan alokasi waktu yang diinginkan sehingga data dari frekuensi yang terbentuk dan terjadinya di lokasi dapat dideteksi dan di *capture*.

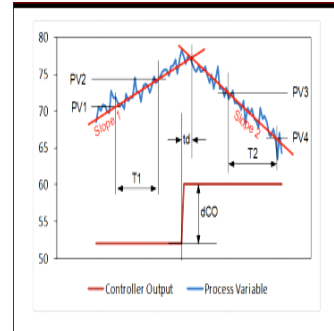


Gambar 3 Signal wavelet
Keterangan Gambar 3
Perbedaan t axis dan u axis

Wavelet Penelitian Terdahulu

Wavelet yang terdapat dikonsep penelitian artikel yang berjudul "From frame-like wavelets to wavelet frames keeping", approximation properties and symmetry" Frame membatasi sinyal dalam durasi yang dikehendaki.

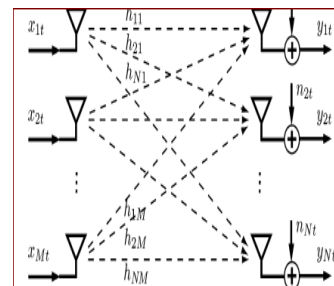
Self Tuning



Gambar 4 Sinyal Self Tuning (Rezal et al., 2014)
Keterangan Gambar 4
Pulsa control dan process

Konsep dasar awal dari self tuning pada Gambar 4 adalah AGC di pesawat penerima gelombang radio superheterodine. Gain frekuensi timbul akibat macam-macam fading seperti pada Gambar 5 dari areal jangkauan frekuensi radio sehingga terjadi kuat-lemah sinyal yang diterima (Gouma dan Stanacevic 2011).

Dapat terjadi bahwa varians dari variabel yang dimanipulasi dengan nilai yang besar untuk diterapkan di pengontrol dengan nilai varian minimum digunakan. Ini berguna jika interval sampling terlalu pendek dibandingkan dengan t. h dinamika proses. Dalam hal ini, seseorang ingin meminimalkan varian dari output, tunduk pada l membatasi varian yang dimanipulasi variabel. Kriteria desain adalah "sekarang untuk meminimalkan (Guerrero et al., 2015).



Gambar 5 Sinyal fading (Furrer dan Dahlhaus, 2014).
Keterangan Gambar 5
Difraksi gelombang h_{11} terhadap h_{n1}

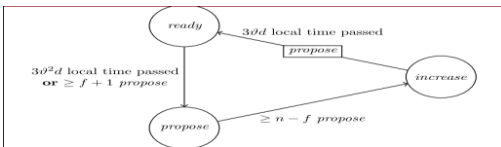
Algoritma *self tuning* menggunakan beberapa estimasi dari beberapa variabel selanjutnya dari beberapa estimasi yang digunakan untuk dijadikan final penentu dari beberapa evaluasi yang akan dilakukan.

Self Tuning Penelitian Terdahulu

Karya ini membahas masalah mengendalikan pabrik yang tidak diketahui dan waktu yang bervariasi untuk aplikasi industri. Konsep ‘*and plug-and-play*’ menggunakan algoritma kontrol yang secara otomatis menyesuaikan parameter kontrol untuk mengendalikan *plant* yang tidak diketahui dan bervariasi waktu. *Self Tuning Controllers* (STC) dengan bentuk PID yang dipelajari dan diuji pada pengaturan proses nyata. Penyiapan terdiri dari dua motor DC berpasangan dan beban variabel. Pengontrol kinerja dibandingkan untuk membedakan antara pengontrol berkinerja lebih baik, yang lebih mudah diatur, yang memiliki respons awal yang lebih baik, dan yang memungkinkan reaksi lebih cepat terhadap variasi pembangkit dan gangguan muatan.

Fault Tolerance

Fault Tolerance adalah suatu blok sistem dengan rangkaian sebagai swa-penstabil dari variabel input frekuensi seperti pada Gambar 6.



Gambar 6 Blok diagram swa stabil (Guerrero et al., 2015).

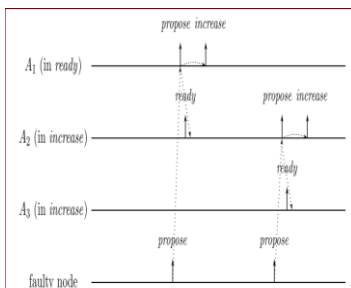
Keterangan Gambar 6

State *propose* jika $> n - f$ *propose*

State *increase* jika *propose* dalam $3d$ local time pass

Stater *ready* $3d^2$ nya waktu *increase*

Cara kerja blok diagram dideskripsikan dengan slot waktu seperti pada Gambar 7



Gambar 7 Slot waktu deskripsi *fault tolerance* (Guerrero et al., 2015).

Keterangan Gambar 7

Ketiga *state* dalam *propose* dan *ready*
State fault mode keduanya *propose*

Sistem komputer dalam *booting* adalah contoh lebih dekat dengan kehidupan sehari-hari, adalah sistem *switching* telekomunikasi dan sistem transaksi bank. Untuk mencapai keandalan dan ketersediaan *resource* yang dibutuhkan, komputer dibutuhkan yang toleran terhadap kesalahan. Mereka memiliki kemampuan untuk mentolerir kesalahan dengan mendeteksi kegagalan dan mengisolasi modul cacat sehingga sisa sistem dapat beroperasi dengan benar. Teknik reliabilitas juga menjadi semakin menarik bagi komputer serba guna sistem. Ada empat *trend* yang berkontribusi pada saat ini. Pertama adalah bahwa komputer sekarang harus beroperasi di lingkungan yang lebih rumit dan waktu yang singkat. Kedua, pengguna telah berubah. Sebelumnya, operator komputer dilatih oleh *personil*. Sekarang dengan banyak pengguna, pengguna biasa kurang mengetahui tentang operasi yang tepat dari sistem. Konsekuensinya adalah bahwa komputer harus dapat mentolerir lebih banyak. Belum kita semua melihat pengguna memberikan *sinjal alert* atas ada dokumen yang hilang dalam *editor teks* atau mendengar tentang orang yang secara tidak sengaja memiliki *file* lalu menyalin file tersebut ke komputer / PC atau komputer lain. Ketiga, biaya layanan meningkat relatif terhadap biaya perangkat keras. Sebelumnya mesin rata-rata sangat mahal dan berukuran besar. Pada saat itu adalah umum dengan satu atau beberapa operator khusus untuk mempertahankan sistem aktif dan berjalan. Tren keempat dan terakhir adalah sistem yang lebih besar. Ketika sistem menjadi lebih besar, ada lebih banyak komponen bisa gagal. Hal ini berarti untuk menjaga keandalan pada tingkat yang dapat diterima, desain harus mentolerir kesalahan yang dihasilkan dari kegagalan komponen.

Fault Tolerance Penelitian Terdahulu

Berdasarkan kelas proses industri, pendekatan diagnosis kesalahan terdistribusi baru dan kolaboratif. Hukum kontrol toleran kesalahan operasional diusulkan untuk distribusi stokastik ireversibel yang saling berhubungan sistem kontrol *section* atau SDC dengan kondisi batas. Metode kontrol ini berbeda dari yang adapengendali toleransi kesalahan kolaboratif yang memungkinkan fungsi kepadatan probabilitas keluaran atau PDF untuk dilacak. PDF yang diinginkan sedekat mungkin. Ketika kesalahan terjadi, setpoint didesain ulang pendekatan toleran kesalahan adalah diadopsi untuk mengakomodasi kesalahan alih-alih merekonstruksi *controller*. Nominal PID yang diperbesar *controller* dan

item kompensasi *setpoint* dengan struktur linier digunakan untuk memperoleh kolaborasi kontroler toleran kesalahan operasional melalui solusi ketidakmerataan matriks linier (LMI). Simulasi yang digunakan adalah termasuk untuk menunjukkan efektivitas algoritma yang diusulkan untuk memperoleh hasil yang diharapkan.

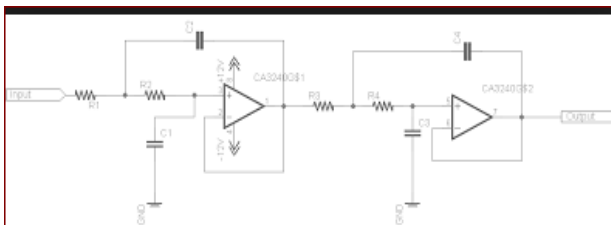
Tabel 1 Topik dan judul penelitian terdahulu serta keterkaitan dengan penelitian yang dibuat.

No	Topik/judul	Kelebihan	Bidang Penerapan	Author 1	Keterangan/similarity
1	LED laser wavelet	Frame/time	Communication under water	Kalimuthu Krishnan	30% (kutip abstrak)
2	Self Tuning Control dengan PID	Kontrol PID analog	Kontrol putaran motor DC	Patricia Suárez	30% (kutip Abstrak, gambar)
3	Fault tolerance / control section	Batas dari varian stokastik	Algo vhdl	Danny Dolev	30% (kutip abstrak, blok diagram)
4	PLC dalam mendeteksi noise PD	Sensor, lumrah dipakai	Deteksi PD	J. Granado	30% (kutip Abstrak, one chip-one brd)

METODOLOGI

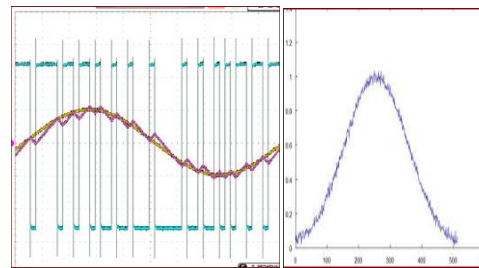
Rangkaian Wavelet

Prinsip dari rangkaian *wavelet* seperti pada Gambar 8 dan Gambar 9 agar dapat melakukan *time slicing*, pemotongan waktu sinyal yang sedang digunakan sehingga sinyal tersebut dapat dideteksi dan di-capture dalam slot frekuensi diubah dalam *slot time/* waktu.



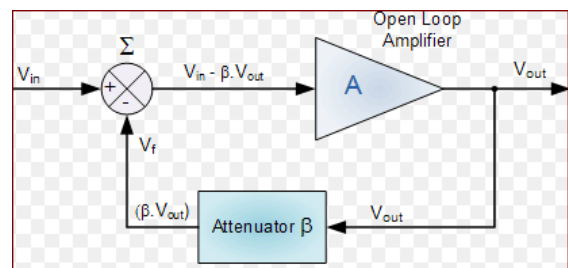
Gambar 8 Rangkaian wavelet analog IC OP-AM

Output Rangkaian Wavelet



Gambar 9 Sinyal output dari rangkaian wavelet

Rangkaian Self Tuning

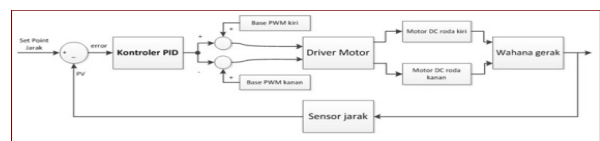


Gambar 10 Rangkaian self tuning (Nasron, 2019).

Rangkaian *self tuning* seperti pada Gambar 10 akan selalu menempatkan posisi *tuning*/tala di frekuensi yang cocok, kuat dan di tengah. Sinyal yang kuat dan frekuensi *matching* biasanya terletak di tengah kemudian rangkaian *self tuning* selalu mengumpukan balik negatif agar sinyal bila tidak terletak di tengah akan diumpukan dan sinyal yang lain di koreksi untuk selalu mendapat nilai yang stabil.

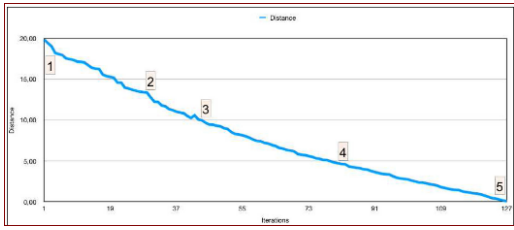
Rangkaian Fault Tolerance

Rangkaian *Fault Tolerance* adalah rangkaian kendali bila ada kesalahan dari sinyal yang tidak masuk dalam *range* frekuensi *up* dan *down* sehingga rangkaian ini berlaku masih dalam rentangnya karena penguatan dan amplitudo dijaga oleh rangkaian *fault tolerance* seperti pada Gambar 11 dan Gambar 12 dengan *feedback* dan *feedforward*. Akibatnya sinyal di frekuensi yang dituju adalah stabil



Gambar 11 Rangkaian dasar fault tolerance PID

Output dari Rangkaian *Fault Tolerance* (analog-PID)



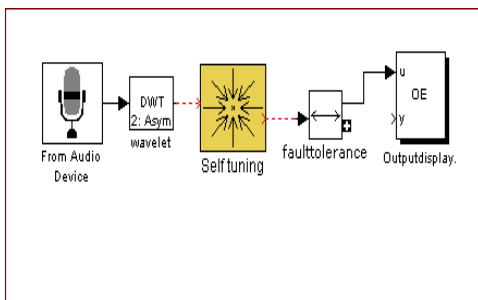
Gambar 12 Grafik output rangkaian *fault tolerance*

Desain dan Rangkaian Deteksi

Untuk mendeteksi *noise* yang dibangkitkan oleh gejala *Partial Discharge (PD)* adalah dengan merangkai dan menghubungkan macam-macam rangkaian dan karakteristik rangkaian yang ada dan lumrah dikenal orang yaitu rangkaian *wavelet*, rangkaian *self tuning* dan rangkaian *fault tolerance* seperti pada Gambar 13 dan Gambar 14.

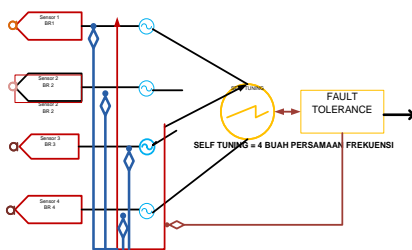
Rangkaian *wavelet* adalah rangkaian input *analog* dan output *digital* yang *time slicing*-nya diatur agar dapat dikenali.

Rangkaian Dasar Deteksi



Gambar 13 Rangkaian dasar deteksi PD (Nasron, 2019).

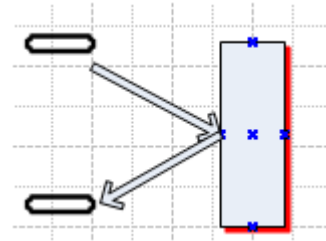
Rangkaian Deteksi Sinyal dan Track *Partial Discharge*



Gambar 14 Rangkaian deteksi *noise* PD

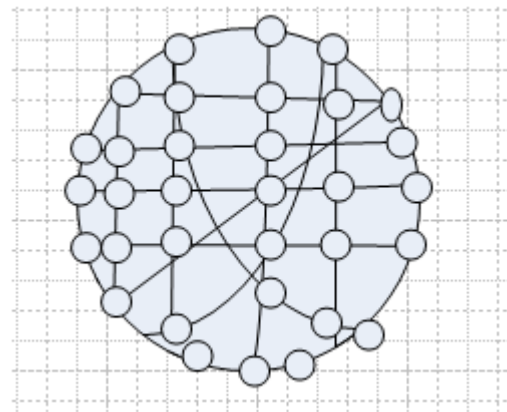
Novelty Penggunaan Sensor *Ultrasonic*

Sensor *ultrasonic* mempunyai pasangan bagian pemancar (tx) dan bagian Penerima (rx) yang keduanya digunakan. Pada awalnya adalah untuk mengukur jarak antara benda ke benda lain sehingga dapat di hitung bahwa waktu/2 dari kecepatan sinyal sensor *ultrasonic* tx, keduanya diketahui maka jarak dapat dihitung seperti pada Gambar 15.



Gambar 15 Sinyal Tx, Rx diketahui untuk mencari jarak.

Sudah lama ini dilakukan sehingga perlu memodifikasi hanya perangkat bagian penerima saja di pasang untuk mendeteksi, mengetahui sumber sinyal.

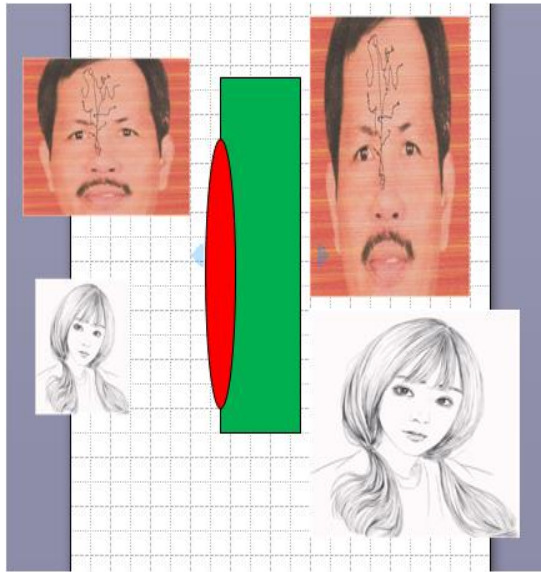


Gambar 16 Bagian Rx sensor *ultrasonic*, diletakkan dalam ruang lingkaran.

Bentuk lingkaran maka sensor bagian Rx diletakkan untuk mendeteksi sinyal dari berbagai arah seperti pada Gambar 16.

Novelty *Wavelet*

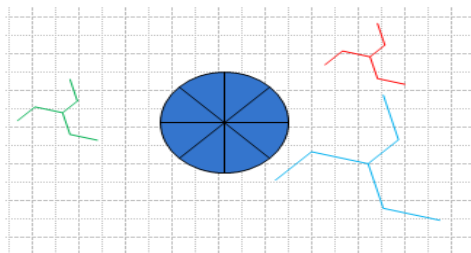
Wavelet dirancang sebagai filter satu jenis bentuk gelombang, sinus cosinus dan gelombang berbentuk pola gambar. Dengan pertimbangan tersebut *wavelet* filter yang khusus melewatkan satu bentuk pola gambar yang diinginkan lalu diperkuat seperti pada Gambar 17.



Gambar 17 Wavelet filter pola gambar.

Novelty self tuning

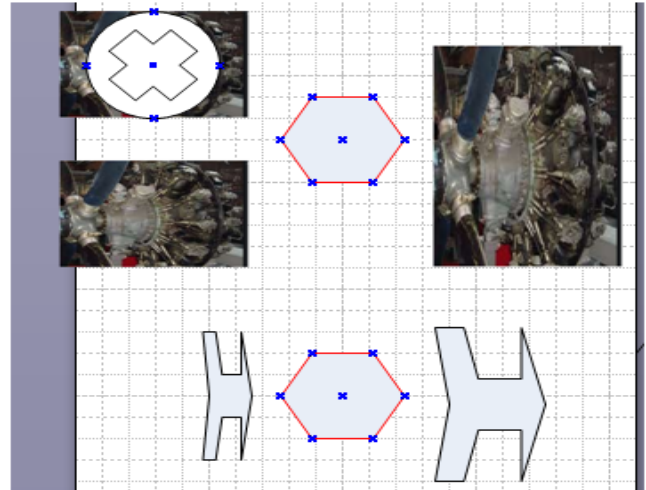
Self tuning adalah *advance* rangkaian klasiknya adalah rangkaian AGC (*Automatic Gain Control*), biasanya digunakan pada pesawat penerima gelombang radio-atau televisi. Ada kasus kalau pesawat tersebut *trouble* bagian AGC terasa suara bergelombang dan ada noise. *Novelty* dua sinyal *root* yang kiri-dan kanan masuk dari sinyal kamera hanya mengarah ke kanan maka *self tuning* hanya menguatkan *track* dan sinyal ke arah kanan seperti pada Gambar 18.



Gambar 18 Sinyal *root* kiri dan kanan.

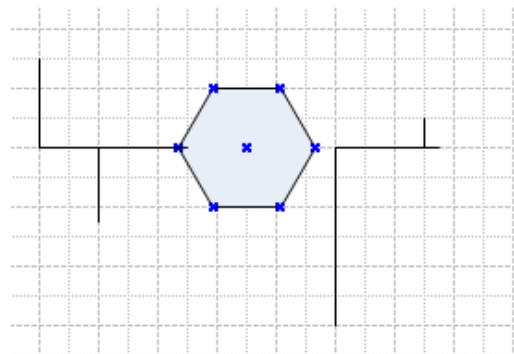
Novelty Fault Tolerance

Rangkaian cerdas ini dipasang di pesawat terbang yang analognya bermesin dua seperti pada Gambar 19, sebelah kiri dan sebelah kanan. Bila salah satu mesinnya baik kiri ataupun kanan, *trouble* maka mesin yang tidak *trouble* mengambil alih dan *output*-nya stabil seperti tidak ada yang *trouble*.



Gambar 19 Rangkaian mesin.

Novelty fault tolerance akan tetap pada output yang diinputkan oleh kamera dengan *track* kanan walau sinyal kanan kecil seperti pada Gambar 20.



Gambar 20 Sinyal dan *track fault tolerance*.

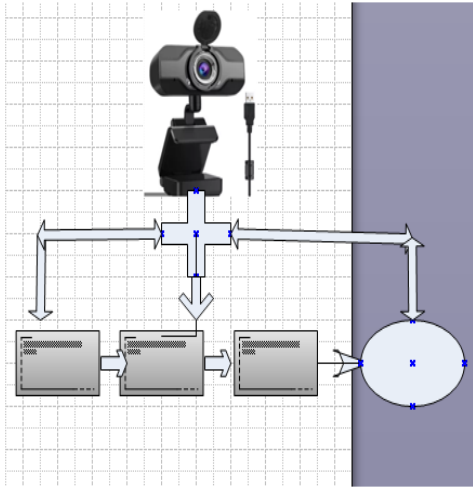
Novelty Kamera Sumber Feed Back

Rangkaian *auto tuning*

Kamera ini biasanya digunakan untuk *capture* foto, gambar secara *real time*.

Novelty

Kamera ini setiap saat mengirimkan sinyal *track* ke rangkaian *auto tuning* agar sinyal dan *track* sesuai seperti pada Gambar 21.



Gambar 21 Sinyal dan *track* kamera.

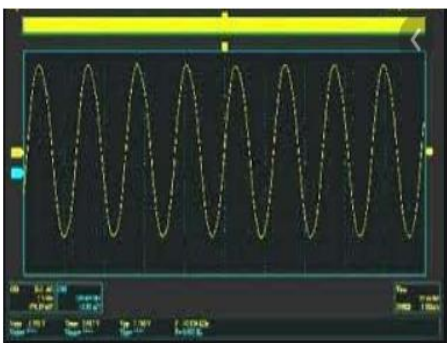
DATA DAN ANALISA

Data Sensor *Ultrasonic*

Data yang diperoleh dari sensor *ultrasonic* dengan frekuensi 40 KHz seperti pada Gambar 22 dan Gambar 23.



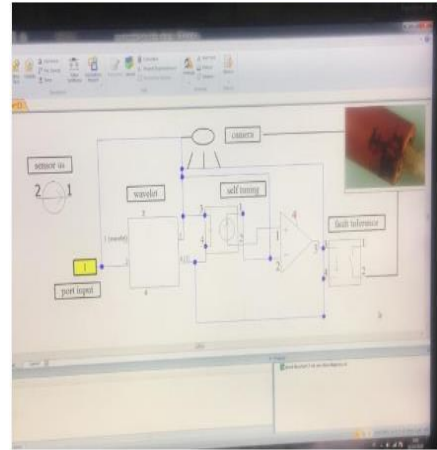
Gambar 22 Sensor *ultrasonic*.



Gambar 23 Data sensor *ultrasonic*.

Data Wavelet

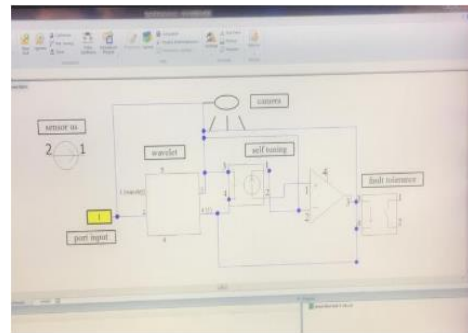
Data *wavelet* seperti pada Gambar 24



Gambar 24 Data *wavelet*.

Data *Self Tuning*

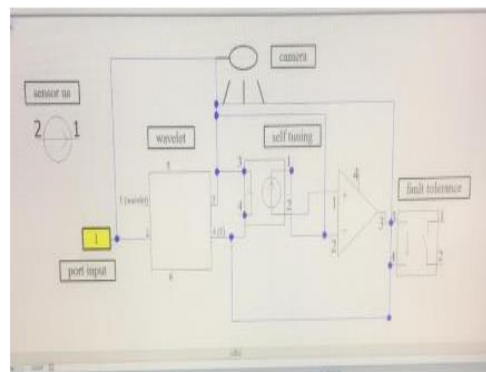
Data *self tuning* seperti pada Gambar 25



Gambar 25 Data *self tuning*.

Data *Fault Tolerance*

Data *fault tolerance* seperti pada Gambar 26



Gambar 26 Data *fault tolerance*.

KESIMPULAN

Rangkaian *auto tuning* adalah rangkaian dasar elektronik mendeteksi terjadi *track* ke arah kiri-kanan.

Track terbentuk di isolasi kabel tegangan tinggi menandakan terjadi *Partial Discharge*.

DAFTAR PUSTAKA

- Acoustic, M. L. S., Han, J. H., Bae, K. M., Kwang, S. Park, H., Kwak, J., Seung, H., Joe, D. J., Park, J. H. and Lee, J. (2018). Author ' s Accepted Manuscript Machine Learning-based Self-powered Acoustic Sensor for Speaker Recognition. *Nano Energy*.
- Arief, Y. Z., Abdul-Malek, Z., Muhamad, N. A, Ahmad, M. H., Makmud, M. Z. H.(2015). Partial discharge monitoring technique for research purpose on solid insulating material. 2015 IEEE Conference on Energy Conversion (CENCON). IEEE. pp. 106-111.
- Furrer, S. and Dahlhaus, D. (2007). Multiple-Antenna Signaling Over Fading Channels With Estimated Channel State Information: Capacity Analysis,” vol. 53, no. 6, pp. 2028-2043.
- Gouma, P., and Stanacevic, M. (2011). Selective Nanosensor Array Microsystem For Exhaled Breath Analysis. *Procedia Engineering* 25, pp 1557-1560.
- Guerrero, J.S.G., Gonzalez, A.F.C., Vega, J. I. H., Tovar, L.A.N. (2015). Instrumentation of an Array of Ultrasonic Sensors and Data Processing for Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Teaching the Application Application of Kalman Filter. *Procedia. Computer Science*, pp 375-380
- Han, D., Renaudin, V., Ortiz, M. G., Ifstarr. (2014). Smartphone based gait analysis using STFT and wavelet transform for indoor navigation, *International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation*, pp 1-10,20, oct.
- K. Energi, D. A. N. Sumber, and D. Mineral. (2013). *Kementerian energi dan sumber daya mineral*.
- Krishnan, K., Gauni, S., Manimegalai, C. T. and V. Alsawmdawngliana, V. (2019). Ambient noise analysis in underwater wireless communication using laser diode, *Opt. Laser Technol.*, vol. 114, no. December 2018, pp. 135–139.
- Muladi, A. (2009). Analisis Pola dan Tingkat Partial Discharge dalam Menilai Kondisi Transformator Daya, Thesis UI, pp:1-125.
- Nasron. (2019). Data Awal-Proposal Penelitian Disertasi, Proposal penelitian, p-p 1-31, April.
- Rezal, M., Ishak, D., Sabri, M. (2014). High voltage magnetic pulse generation using capacitor discharge technique. *Alexandria Engineering Journal*. Vol 3 Issue 4, Elsevier, pp 803-808.
- Stalling, W. (2011). Text book chapter 4 media transmisi, pp. 1–3.