

PERANCANGAN ELEKTRO EJAKULATOR SEBAGAI ALAT BANTU INSEMINASI BUATAN PADA KAMBING TERNAK DI KOTA BENGKULU

Irnanda Priyadi¹, Faisal Hadi¹, Doni Tamara¹, Makmun Reza Razali²

¹Teknik Elektro Universitas Bengkulu

²Teknik Sipil Universitas Bengkulu

E-mail: irnanda_p@unib.ac.id

Informasi Naskah:

Diterima:

24-03-2022

Direvisi:

22-05-2022

Disetujui terbit:

29-06-2022

Diterbitkan:

Cetak:

11-07-2022

Online

11-07-2022

Abstract: Semen collection is one of the activities contained in the artificial insemination program in animals. Semen collection can be done in several ways, namely using an artificial vagina, massage and using an electro ejaculator module. The use of the electro ejaculator module is a safe and appropriate method for male livestock. Electro ejaculator module sold in the market has a relatively expensive price and is still difficult to find, especially in Indonesia. Therefore, an electro ejaculator module or device for goats is needed that has an affordable price so that it can be used by small to medium-sized farms. This electro ejaculator device consists of 3 main parts, namely Switch Mode Power Supply, function generator and an electro ejaculatory probe. At the testing stage of the switch mode power supply (SMPS) section, the output voltage variation is obtained from 0 - 15 volts. While in the function generator section, the output signal is in the form of a sinusoidal which can be adjusted for the amplitude and the output frequency from 0 - 1 Mhz. Based on these results, the designed Electro Ejaculator module can be applied to assist the process of artificial insemination in animals.

Keyword: Artificial Insemination, Electro Ejaculator, Switch Mode Power Supply, Function Generator, Probe

Abstrak: Koleksi semen adalah salah satu kegiatan yang terdapat pada program inseminasi buatan pada hewan. Koleksi semen dapat dilakukan menggunakan beberapa macam cara yaitu menggunakan vagina buatan, pijatan dan menggunakan modul elektro ejakulator. Penggunaan modul elektro ejakulator merupakan metode yang aman dan tepat untuk hewan ternak jantan. Elektro ejakulator yang dijual dipasaran memiliki harga yang relatif mahal dan masih sulit ditemukan terutama di Indonesia. Oleh karena itu dibutuhkan modul atau alat elektro ejakulator pada hewan kambing yang memiliki harga yang terjangkau sehingga dapat digunakan oleh peternakan kecil hingga menengah. Alat elektro ejakulator ini terdiri dari 3 bagian utama, yaitu *Switch Mode Power Supply*, *function generator* dan *probe*. Pada tahapan pengujian bagian *switch mode power supply* (SMPS) didapatkan variasi tegangan keluaran dari 0 - 15 volt. Sedangkan pada bagian *function generator* didapatkan keluaran sinyal berupa sinusoidal yang dapat diatur amplitudonya serta keluaran frekuensi dari 0 - 1 Mhz. Berdasarkan hasil ini maka modul Elektro Ejakulator yang dirancang dapat diaplikasikan untuk membantu proses inseminasi buatan pada hewan.

Kata Kunci: Inseminasi Buatan, Elektro Ejakulator, *Switch Mode Power Supply*, *Function Generator*, Probe

PENDAHULUAN

Koleksi atau penampungan semen adalah salah satu kegiatan yang terdapat pada program inseminasi buatan. Koleksi semen dapat dilakukan menggunakan beberapa macam cara yaitu menggunakan vagina buatan, pemijatan dan metode elektro ejakulator. Dalam bidang peternakan perkembangan instrumentasi ini sangat membantu dalam inseminasi buatan yaitu adanya alat elektro ejakulator yang digunakan untuk menampung semen. Penggunaan alat elektro ejakulator untuk penampungan semen dikhususkan untuk pejantan unggul, terutama pejantan yang tubuhnya cacat. Pada kondisi tersebut semen dari pejantan masih tetap dapat ditampung meskipun tidak dapat menunggangi betina.

Metode elektro ejakulator merupakan metode penampungan dengan menggunakan alat elektro ejakulator. Metode ini merupakan metode yang aman dan tepat digunakan pada ternak jantan yang tidak dapat menaiki ternak betina baik itu karena faktor usia atau akibat trauma ketika terjadi kecelakaan dan bahkan untuk menghindari terjadinya kecelakaan itu sendiri. Pada beberapa penelitian sebelumnya, Elektro ejakulator yang digunakan mempunyai harga yang cukup mahal dan tidak banyak dijual dipasaran. Elektro ejakulator yang dipakai menggunakan tegangan 6V dan 12V dengan frekuensi yang sama sehingga belum bisa menentukan frekuensi yang terbaik untuk melakukan inseminasi buatan.

Oleh karena tingginya harga alat elektro ejakulator yang ada di pasaran, maka perlu dilakukan kajian-kajian terkait perancangan alat elektro ejakulator yang bisa dirakit sendiri namun memiliki fungsi dan kegunaan yang sama dengan alat elektro ejakulator yang ada di pasaran. Penelitian ini memberikan alternatif rancangan alat bantu inseminasi buatan pada kambing ternak menggunakan piranti elektronika berupa elektro ejakulator sebagai salah satu teknologi alternatif untuk meningkatkan kualitas reproduksi hewan.

Elektro ejakulator ini diharapkan bisa membantu para peternak kambing untuk meningkatkan kualitas semen yang lebih baik, memiliki tegangan keluaran yang dapat diatur sehingga diharapkan bisa meningkatkan produktifitas hewan ternak yang dikembangkan. Alat elektro ejakulator terdiri atas 3 komponen, yaitu *Switch Mode Power Supply*, *Function Generator* dan probe Elektro Ejakulator.

Secara umum, penelitian ini bertujuan merancang sebuah alat bantu inseminasi buatan pada kambing ternak menggunakan perangkat elektronika berupa elektro ejakulator untuk meningkatkan kualitas hasil sistem reproduksi hewan. Secara khusus, penelitian ini bertujuan merancang, merealisasikan dan melakukan pengujian alat elektro ejakulator yang dapat digunakan dalam menampung semen kambing, juga merancang power supply yang mampu menghasilkan tegangan keluaran yang bervariasi serta merancang alat elektro ejakulator yang bisa dirakit sendiri dengan biaya relatif murah.

TINJUAN PUSTAKA

Penelitian-penelitian terkait tentang aplikasi teknologi arus lemah (*Electronic Device*) untuk beberapa peralatan di bidang teknik, pertanian dan medis sudah pernah dilakukan oleh tim pengusul diantaranya, penelitian tentang sistem alat deteksi bencana longsor, gempa dan banjir. Pada sistem deteksi bencana longsor, gempa dan banjir, dilakukan perancangan modul deteksi menggunakan beberapa buah sensor dan IC mikro sebagai komponen utama dan beberapa komponen elektronika lainnya sebagai komponen pendukung. Pada penelitian ini juga dirancang sistem pengiriman data (*telemetry*) menggunakan beberapa metode diantaranya berbasis sms dan web desain. [1-4]. Penelitian berikutnya di bidang kesehatan (medis) terkait penggunaan *electronic device* yang sudah dilakukan antara lain penelitian tentang rancang bangun ventilator sebagai alat bantu pernafasan pasien penderita covid-19. Hasil pengujian rancangan ventilator menunjukkan bahwa data volume

maksimum dan rata-rata puncak volume dari masing-masing percobaan, diperoleh error +0.6% dan -0.3%. [5]

Selanjutnya, penelitian terkait yang juga pernah dilakukan oleh peneliti lain diantaranya, penelitian Arifiani, Yusuf dan Riyadhi dengan judul "Stimulasi Bailey Elektroejakulator Pada Voltase Yang Berbeda Terhadap Volume Semen dan Konsentrasi Spermatozoa Domba Lokal". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas stimulasi pada tegangan 6 volt (6V) dan 12 volt (12V) terhadap reaksi ereksi, ejakulasi serta kuantitas semen (volume semen dan konsentrasi sperma) yang dihasilkan dari delapan ekor domba jantan lokal. Koleksi semen dilakukan satu minggu sekali. Semen yang didapat dievaluasi volumenya menggunakan pipet ukur dan konsentrasi dihitung menggunakan pipet eritrosit dengan kotak hitung Neubauer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa reaksi ereksi terjadi hanya 50% pada 6 V dan 75% pada 12V. Ejakulasi terjadi 100% pada 6 V dan 12 V dengan waktu ejakulasi terjadi lebih cepat pada 12 V, yaitu pada stimulasi ke 2,75 dengan waktu $18 \pm 11,90$ det dibandingkan dengan 6 V, reaksi ejakulasi terjadi pada stimulasi ke 7,13 dalam waktu $43 \pm 26,16$ det. Volume semen yang dihasilkan 6V lebih rendah dibandingkan dengan 12V ($0,69 \pm 0,45$ ml vs $0,84 \pm 0,21$ ml) dengan konsentrasi spermatozoa yang lebih tinggi yaitu masing-masing 2145 ± 835 dan $1431,5 \pm 566$ juta spermatozoa ml^{-1} . Kesimpulan dari penelitian ini adalah Bailey Electro Ejakulator dapat digunakan untuk koleksi semen domba dengan 6 maupun 12 V dengan reaksi ereksi, ejakulasi dan kuantitas semen yang berbeda. [6]

Penelitian lain adalah penelitian Cholish dengan judul "Analisa Perbandingan Switch Mode Power Supply (SMPS) dan Transformator Linier pada Audio Amplifier". Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan antara SMPS dan power supply linier/ konvensional. Berdasarkan hasil pengujian pada peralatan, Switch Mode Power Supply memperoleh nilai Vdrop tegangan output yang kecil untuk karakter beban (100-20 Ohm). Efisiensi tinggi rata-rata masih diatas

angka 80% dan hal ini tentunya mempengaruhi daya output yang dihasilkan yaitu tinggi (Pout Max = 227,54 Watt). Jauh berbeda dari Power supply berbasis Trafo Linier, Vdrop outputnya cukup besar, efisiensi tertingginya hanya 71,72%. [7]

Selanjutnya penelitian Eddy Nurraharjo berjudul "Rangkaian Pembangkit Gelombang dengan menggunakan IC XR-2206". Penelitian menggunakan IC XR-2206 yang mengubah arus DC menjadi sebuah sinyal sinusoidal, persegi dan gelombang segitiga. Frekuensi operasi XR-2206 adalah 0,01 Hz sampai 1 MHz dan tegangan suplai dengan range 10V hingga 26V sehingga cocok digunakan kedalam rangkaian elektro ejakulator yang akan digunakan dengan range yang akan digunakan 10-15V. [8]

Penampungan Semen [9]

Penampungan semen bertujuan untuk memperoleh semen yang jumlah volumenya banyak dan kualitasnya baik untuk diproses lebih lanjut untuk keperluan inseminasi buatan. Semen dapat ditampung melalui beberapa metode.

Metode Pengurutan (Masase)

Metode penampungan semen melalui pengurutan dapat diterapkan pada ternak besar (sapi, kerbau, kuda), dan pada ternak unggas (kalkun dan ayam). Pada ternak besar metode pengurutan diterapkan apabila hewan jantan tersebut memiliki potensi genetik tinggi akan tetapi tidak mampu melakukan perkawinan secara alam, baik karena nafsu seksualnya rendah atau mempunyai masalah dengan kakinya (lumpuh atau pincang/cedera). Sedangkan pada ternak ayam atau kalkun metode pengurutan punggung merupakan satu-satunya metode penampungan yang paling baik hasilnya.

Metode Elektroejakulator

Penampungan semen menggunakan metode ini adalah upaya untuk memperoleh semen dari pejantan yang memiliki kualitas genetik tinggi tetapi tidak mampu melakukan perkawinan secara

alam akibat gangguan fisik atau psikis. Metode ini saat ini lebih banyak diterapkan pada ternak kecil seperti domba dan kambing karena pada ternak besar lebih mudah dilakukan melalui metode pengurutan.

Alat elektro ejakulator untuk hewan kambing terdiri atas beberapa komponen antara lain transformator yang dihubungkan dengan suatu batang yang disebut batang rektal (*rectal probe*). Transformator berfungsi untuk mengubah tenaga listrik 110 volt mejadi 30 volt. Batang rektal terdiri dari sebatang karet padat berdiameter 2 cm dan mengandung satu seri cincin elektroda yang berjarak 2,5 cm satu sama lain. Kemudian dalam penggunaan alat tersebut suatu gelombang dilewatkan melalui batang rektal yang dimasukkan di dalam rectum pejantan, kemudian dinaikan dan diturunkan secara ritmik ke 0 setiap 3-5 detik. Peningkatan tegangan dilakukan setiap 2 volt dan setiap tegangan ditahan selama 3-5 detik.



Gambar 2.1 Elektro Ejakulator

Metode Vagina Tiruan

Penampungan semen menggunakan vagina tiruan merupakan metode yang paling efektif diterapkan pada ternak besar (sapi, kuda, kerbau) ataupun ternak kecil (domba, kambing, dan babi) yang normal (tidak cacat) dan libidonya bagus. Kelebihan metode penampungan menggunakan vagina tiruan ini adalah selain pelaksanaannya tidak serumit dua metode sebelumnya, semen yang dihasilkannya pun maksimal.

Inseminasi Buatan (IB) [10]

Untuk meningkatkan produktivitas kambing dapat dilakukan melalui program pemuliaan, perbaikan efisiensi reproduksi, perbaikan tatalaksana pemeliharaan dan perawatan. Program pemuliaan dapat dilaksanakan melalui persilangan maupun seleksi. Salah satu pendekatan melalui aplikasi teknologi inseminasi buatan (IB).

IB merupakan alat yang efektif dan efisien dalam melaksanakan kebijaksanaan pemuliaan ternak secara nasional melalui perbaikan mutu genetik ternak. IB mempunyai peranan penting dalam *breeding* kambing, khususnya dalam sistem produksi intensif untuk meningkatkan produksi susu, daging dan bulu serta jumlah anak per kelahiran. Dalam kaitannya dengan perbaikan mutu genetik kambing, IB akan memberikan keuntungan berupa kemampuan untuk mempercepat kemajuan genetik dan memfasilitasi aplikasi teknik genetik molekuler dalam program seleksi.

Pada umumnya produktivitas kambing lokal di Indonesia relatif masih rendah dibandingkan dengan kambing yang berasal dari daerah sub-tropis. Bobot badan kambing lokal umur satu tahun baru mencapai 14-17 kg. Namun demikian keunggulan kambing lokal antara lain daya adaptasi dan kemampuan reproduksinya cukup baik, dengan jumlah anak sekelahiran berkisar 1,49-1,61. Peningkatan produktivitas kambing lokal dapat dilakukan melalui program pemuliaan (perkawinan silang dan seleksi) dan perbaikan lingkungan. Program persilangan maupun seleksi yang melibatkan pengaturan perkawinan akan lebih efisien apabila melalui aplikasi teknologi reproduksi, seperti inseminasi buatan (IB).

Power Supply (Catu Daya) [11]

Power Supply atau dalam Bahasa Indonesia disebut dengan catu daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya power supply atau catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya.

Berdasarkan fungsinya power supply dapat dibedakan menjadi :

1. *Regulated Power Supply*,
2. *Unregulated Power Supply*
3. *Adjustable Supply*.

Regulated Power Supply adalah power supply yang dapat menjaga kestabilan tegangan dan arus listrik

meskipun terdapat perubahan atau variasi pada beban atau sumber listrik (Tegangan dan Arus Input). Sementara *Unregulated Power Supply* adalah power supply yang tegangan ataupun arus listriknya dapat berubah ketika beban berubah atau sumber listriknya mengalami perubahan. Sedangkan *Adjustable Power Supply* adalah power supply yang tegangan atau arusnya dapat diatur sesuai kebutuhan dengan menggunakan Knob Mekanik. Terdapat 2 jenis *Adjustable Power Supply*, yaitu *Regulated Adjustable Power Supply* dan *Unregulated Adjustable Power Supply*.

Switch Mode Power Supply (SMPS)

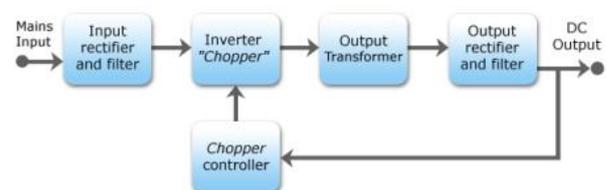
Hampir semua power supply saat ini menggunakan SMPS, hal ini karena regulator switching mempunyai beberapa keuntungan jika dibanding dengan regulator linear, diantaranya lebih ringan dan ukuran lebih kecil. Regulator linear membutuhkan trafo 50Hz yang mempunyai inti besi yang berat. Makin besar daya (Watt) makin besar dan berat ukuran trafonya. Sedangkan SMPS menggunakan frekwensi diatas 20Khz. Makin tinggi frekwensi switching, maka ukuran trafo dan kapasitor filter semakin kecil.

Lebih efisien pemakaian daya listrik. Regulator switching lebih sedikit menghasilkan panas, berarti lebih sedikit daya listrik yang hilang. Range tegangan masukan yang lebih lebar. SMPS mempunyai toleransi range tegangan masukan yang lebar. Dengan tegangan masukan bervariasi antara dc 150~300V (atau tegangan ac antara 90~265V), switching regulator masih mampu memberikan tegangan keluaran yang stabil.

Switch Mode Power Supply (SMPS) adalah jenis power supply yang langsung menyearahkan (Rectify) dan menyaring (Filter) tegangan input AC untuk mendapatkan tegangan DC. Tegangan DC tersebut kemudian di Switch ON dan OFF pada frekuensi tinggi dengan sirkuit frekuensi tinggi sehingga menghasilkan arus AC yang dapat melewati transformator frekuensi tinggi. Keuntungan utama dari metode ini adalah efisiensi

yang lebih besar karena switching transistor daya sedikit berkurang ketika berada di luar daerah aktif yaitu, ketika transistor berfungsi seperti tombol dan juga memiliki diabaikan jatuh tegangan atau arus yang dapat diabaikan melaluinya.

Keuntungan lain termasuk ukuran yang lebih kecil dan bobot yang lebih ringan dari pengurangan transformator frekuensi rendah yang memiliki berat yang tinggi dan panas yang dihasilkan lebih rendah karena efisiensi yang lebih tinggi. Kerugian meliputi kompleksitas yang lebih besar, generasi amplitudo tinggi, energi frekuensi tinggi yang low-pass filter harus blok untuk menghindari gangguan elektromagnetik (EMI).



Gambar 2.2. Blok Diagram SMPS [11]

Switch Mode Power Supply (SMPS) memiliki bagian – bagian penting meliputi:

1. Bagian penyearah
2. Bagian pencacah
3. Bagian driver control
4. Trafo switching
5. Bagian penyearahan & filtering
6. Bagian loop umpan balik
7. Rangkaian komparator.

Bagian Penyearah

Bagian penyearah pada SMPS berperan menyearahkan tegangan masukan dari listrik AC 220v disearahkan menjadi tegangan DC menggunakan diode bridge 5 – 8 Ampere dan 3 buah elco filter besar, yaitu sebuah elco dengan besaran berkisar 450V/220uF dan 480V/680uF.

Bagian Pencacah dan SMPS Controller Driver

Bagian pencacah atau power-switching. Tegangan masukan dc dicacah dengan menggunakan "power switch on-off" sehingga menghasilkan tegangan pulsa-pulsa dc dengan frekuensi tinggi. Sedangkan SMPS Controller driver yaitu

bagian pembangkit pulsa PWM (Pulse Wave Modulation).

Trafo Switching

Banyak jenis model trafo switchig yang digunakan pada Switch Mode Power Supply (SMPS) diantaranya yaitu E25 dengan ratio 15 : 15, dan seterusnya.

Rumus untuk menentukan jumlah lilitan pada trafo switching sebagai berikut:

$$Np = \frac{10^9 \times 0,5 \times V_{L-N} \times 1,414}{4 \times B_{MAX} \times F \times A}$$

Dimana :

NP = Jumlah lilitan primer
 $10^9 \times 0,5$ = Konstanta
 V_{L-N} = Tegangan 220 VAC
1,414 = Konstanta nilai Elco
4 = Konstanta
Bmax = Kekuatan medan magnet (Gauss)
AE = Luas permukaan inti Ferit dari trafo switching (cm^2)
F = Frekuensi (Hz)

$$Ns = \frac{Vout}{Ratio}$$

Dimana :

Ns = Jumlah lilitan sekunder
Vout = Tegangan output sekunder
Ratio = Perbandingan lilitan primer dan sekunder

$$Ratio = \frac{Vin Min}{Vout}$$

Dimana:

Ratio = Perbandingan Lilitan Primer dan Skunder

Vin min = $212 \times 0,98 \times 0,5$ (Konstanta)

Vout = Tegangan keluaran yang diinginkan (VDC)

Penyearahan dan Filtering

Pada bagian ini tegangan yang dikeluarkan dari trafo ke sisi sekunder masih berupa pulsa - pulsa frekuensi tinggi, sehingga perlu dirubah menjadi tegangan *Direct Current* (DC) menggunakan dioda penyearah dan filter elco. Loop Umpan Balik. Loop Umpan balik adalah bagian circuit umpan balik dari tegangan B+ ke bagian primer Trafo.

Rangkaian Komparator (Pembanding)

Sebuah sirkuit komparator pada bagian skunder Switch Mode Power Supply (SMPS) berfungsi untuk mendeteksi jika

terjadi perubahan tegangan keluaran B+. Komparator bekerja dengan cara membandingkan tegangan keluaran B+ dengan sebuah tegangan "referensi" (biasanya berupa tegangan diode zener 6.8v). Kopleng menggunakan photocoupler bertujuan untuk mengisolasi ground bagian primer yang menyetrum jika dipegang (HOT chasis) dengan ground bagian sekunder (COLD chasis).

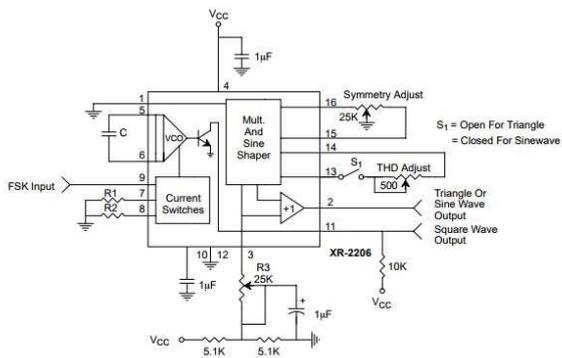
Function Generator

Function Generator atau Generator Fungsi adalah alat uji elektronik yang dapat membangkitkan berbagai bentuk gelombang. Bentuk Gelombang yang dapat dihasilkan oleh *Function Generator* diantaranya seperti bentuk gelombang sinus (*sine wave*), gelombang kotak (*square wave*), gelombang gigi gergaji (*saw tooth wave*), gelombang segitiga (*triangular wave*) dan gelombang pulsa (*pulse*). Fungsi ini sedikit berbeda dengan RF Sinus.

XR2206

XR2206 adalah IC yang berfungsi khusus membangkitkan sinyal dengan stabilitas tinggi dan akurat. IC buatan EXAR ini banyak digunakan untuk rangkaian *function generator* karena mampu menghasilkan berbagai jenis gelombang. Sinusoidal, segitga/ *triangle*, persegi/ *square*, ramp dan pulsa. Pin 16 adalah keluaran bentuk gelombang dimana amplitudo dan frekuensi dapat dimodulasi oleh tegangan eksternal. Frekuensi yang dapat dihasilkan mulai dari 0.01 Hz sampai lebih dari 1 MHz.

Pada Gambar 2.3., Pin 4 terhubung dengan tegangan catu. Keluaran gelombang sinus atau segitiga pada pin 2. Pin 13 dan 14 untuk mengatur bentuk gelombang jika saklar S1 dihubungkan. Ketika saklar S1 terbuka, gelombang segitiga yang tersedia di pin 2. Sedangkan jika saklar S1 tertutup, gelombang sinus yang muncul di pin 2. Potensiometer yang terhubung pin 13 digunakan untuk mengatur THDv (Total Harmonic Distortion). Untuk mengatur bentuk gelombang yang simetris dapat dilakukan potensiometer yang terhubung pada pin 15 dan pin 16.



Gambar 2.3. IC XR2206

Amplitudo keluaran dapat di modulasi dengan memberikan tegangan bias DC pada pin 1 dimana impedansi internal sekitar 100 kOhm. Amplitudo keluaran diatur secara proporsional oleh resistor R3 yang terhubung pada pin 3. Untuk gelombang sinus, amplitudo mendekati 60 mV per kOhm dari R3. Sedangkan gelombang segitiga, peak amplitudo mendekati 160 mV per kOhm dari R3. Jika R3 bernilai 25 KOhm akan menghasilkan gelombang sinus ±1.5 V atau ±4 Volt untuk gelombang segitiga.

Frekuensi kerja f_o ditentukan oleh nilai kapasitor C yang terhubung antara pin 5 dan pin 6 serta resistor R yang tersambung pada pin 7 atau pin 8.

$$f_o = \frac{1}{R \cdot C} \text{ Hertz}$$

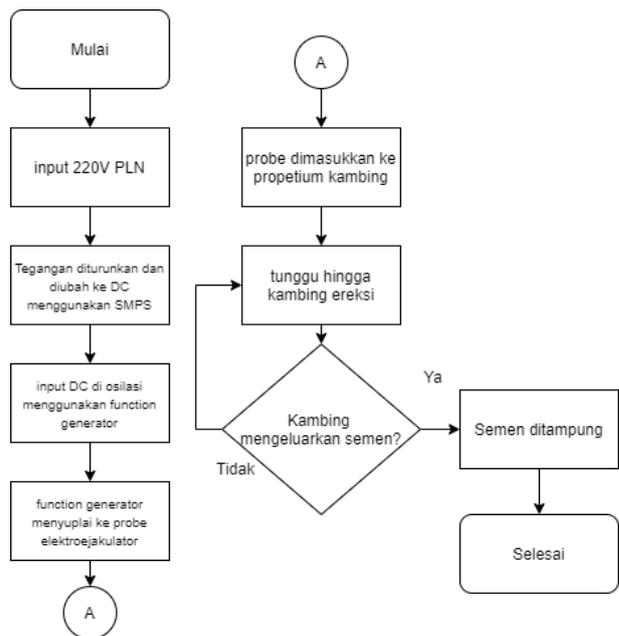
Nilai resistor R antara 4 kOhm sampai 200 kOhm dari sedang kapasitor C dari 1000 pF sampai 100 uF. Kemampuan XR2206:

1. Distorsi gelombang sinus sangat rendah. Tipikal THD 0.5%
2. Stabilitas tinggi hingga 20 ppm/°C
3. Jangka sapuan lebar, 2000:1
4. Duty cycle dapat diatur mulai 1% hingga 99%
5. Kompatibel TTL
6. Tegangan kerja 10 Volt sampai 26 Volt

METODOLOGI PENELITIAN

Gambar 1 menunjukkan diagram alir dari penelitian yang dilakukan. Tegangan 220V PLN digunakan sebagai suplai pada SMPS. Pada SMPS tegangan diturunkan hingga 12V dan diubah menjadi arus searah. Setelah tegangan disearahkan

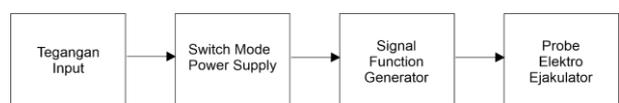
maka input akan diosilasi menggunakan rangkaian XR2206 yang akan membangkitkan sinyal sinusoidal sehingga mampu memberikan getaran pada probe. Kambing yang akan digunakan adalah jenis kambing lokal. Probe diberikan pelicin dan dimasukkan ke anus sedalam 10 cm. dan diarahkan pada lantai pelvis. Intensitas rangsangan dilakukan selama 4 detik dan diistirahatkan selama 4 detik. Dilakukan terus menerus sampai terjadi ereksi.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Prinsip Kerja Elektro Ejakulator

Prinsip kerja dari alat elektro ejakulator yaitu sumber tegangan input akan memberikan masukan ke Switch Mode Power Supply yang kemudian tegangan input AC akan di searahkan, difilter dan hasil keluaran dapat divariasikan kemudian akan dibangkitkan sinyal dengan frekuensi dan bentuk yang sesuai. Gelombang yang dibangkitkan function generator akan mengalir probe elektro ejakulator sehingga dapat memberikan stimulasi kepada hewan ternak yang akan diuji coba.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Gambar 2. menunjukkan diagram blok dari sistem elektro ejakulator. Pertama tegangan input diberikan ke SMPS yang kemudian tegangan di searahkan dan di filter menggunakan rangkaian filter, Tegangan masukan DC dicacah dengan menggunakan "power switch on-off" sehingga menghasilkan tegangan pulsa-pulsa dc dengan frekuensi tinggi. Selanjut tegangan keluaran dari SMPS akan masuk kedalam rangkaian function generator sehingga akan dibangkitkan sinyal dengan frekuensi yang dapat diatur yang akan mempengaruhi reaksi yang diberikan kepada probe elektro ejakulator.

Perancangan Sistem

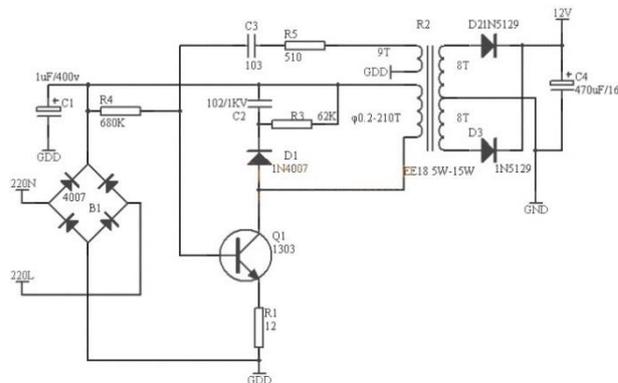
Perancangan Switch Mode Power Supply

Perancangan Switch Mode Power Supply digunakan sebagai catu daya pada penelitian ini yang tegangan keluarannya dapat diatur sehingga input pada function generator dapat divariasikan. SMPS secara garis besar meliputi :

1. Penyearah. Rangkaian penyearah menggunakan dioda Zener.
2. Konverter, merubah tegangan DC menjadi tegangan keluaran DC sesuai kebutuhan.
3. Filter. Rangkaian yang digunakan untuk menghilangkan denyut/ripple pada tegangan keluaran menggunakan kapasitor.
4. Regulasi. Membuat teganan keluaran agar tetap stabil terhadap perubahan tegangan masukan dan perubahan beban.
5. Isolasi. Membatasi bagian primer dan sekunder dengan tujuan agar chasis tidak menimbulkan bahaya.
6. Proteksi, Mampu melindungi peralatan elektronik dari tegangan keluaran yang berlebih serta melindungi power suply.

Berdasarkan Gambar 3, pada mulanya tegangan masukan akan diubah dari AC ke DC menggunakan rangkaian dioda bridge, kemudian tegangan keluaran DC dicacah dengan menggunakan power switching on-off sehingga menghasilkan tegangan pulsa-pulsa DC dengan frekuensi tinggi.

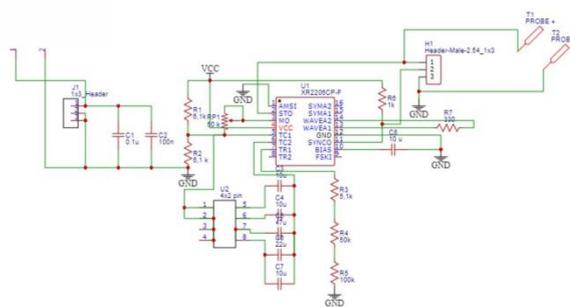
Tegangan DC yang telah dicacah mempunyai karakteristik seperti tegangan AC sehingga dapat melewati sebuah trafo. Selanjut tegangan keluaran DC akan difilter untuk menghilangkan ripple pada tegangan keluaran menggunakan kapasitor.



Gambar 3. Rangkaian SMPS

Perancangan Function Generator

Perancangan function generator menggunakan komponent utama yaitu IC XR2206 yang mampu membangkitkan gelombang dengan frekuensi 1 Hz hingga 1 MHz yang akan digunakan pada percobaan ini. Berdasarkan jurnal yang telah dibaca, bentuk gelombang terbaik yang digunakan untuk elektro ejakulator adalah gelombang sinusoidal. Rangkaian function generator dapat dilihat pada Gambar 4.



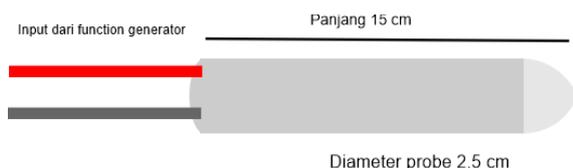
Gambar 4. Rangkaian Function Generator

Gambar 4. merupakan rangkaian XR-2206 sebagai pembangkit sinyal. XR-2206 terdiri dari 4 blok rangkaian yaitu voltage control oscillator (VCO), pengali bentuk gelombang sinus, penguat sinyal dan pengatur arus. VCO menghasilkan sinyal dengan frekuensi yang sebanding dengan arus masukan, yang diatur oleh tahanan dari terminal pewaktu ke ground. Dengan adanya dua buah pin pewaktu akan

dihasilkan dua buah frekuensi yang diatur oleh pin FSK.

Perancangan Probe Elektro ejakulator

Probe elektro ejakulator yang akan digunakan pada penelitian ini berupa batang elektroda yang memiliki lapisan luar yang terbuat dari karet yang biasa digunakan sebagai alat kontrasepsi. Untuk gambaran probe elektro ejakulator dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Probe Elektro Ejakulator

Berdasarkan Gambar 5. Probe elektro ejakulator memiliki ukuran yang menyerupai elektro ejakulator kambing yang beredar di pasaran yaitu dengan memiliki diameter 2,5 cm dan dengan panjang 15 cm. Riset dalam menentukan ukuran probe dibutuhkan untuk mendapatkan rancangan yang ideal.

Pengujian Sistem

Pengujian Switch Mode Power Supply

Pengujian Switch Mode Power Supply dilakukan untuk mengetahui apakah catu daya mampu memberikan tegangan masukan yang sesuai dengan yang akan digunakan pada penelitian, Berdasarkan referensi, tegangan keluaran yang akan digunakan adalah sebesar 12V.

Pengujian Function Generator

Pengujian Function Generator dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian IC XR2206 mampu membangkitkan sinyal hingga batasan frekuensi yaitu 1 MHz. Berdasarkan beberapa referensi, gelombang terbaik dalam proses inseminasi buatan adalah dengan menggunakan gelombang keluaran sinusoidal.

Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian keseluruhan dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem secara keseluruhan, apakah sistem bekerja sesuai dengan metode penelitian yang dilakukan atau tidak. Pengujian dimulai

dengan SMPS yang diberikan sumber, kemudian sinyal sinusoidal akan dibangkitkan dengan rangkaian function generator dan mensuplai tegangan ke probe elektro ejakulator. Pengujian pada penelitian ini digunakan 3 ekor kambing dengan usia yang siap untuk melakukan pembuahan dan divariasikan frekuensi untuk melihat perbandingan yang terjadi.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian Switch Mode Power Supply

Setelah dilakukan perancangan, selanjutnya dilakukan proses pengujian dari switch mode power supply yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 6.



(a)

(b)



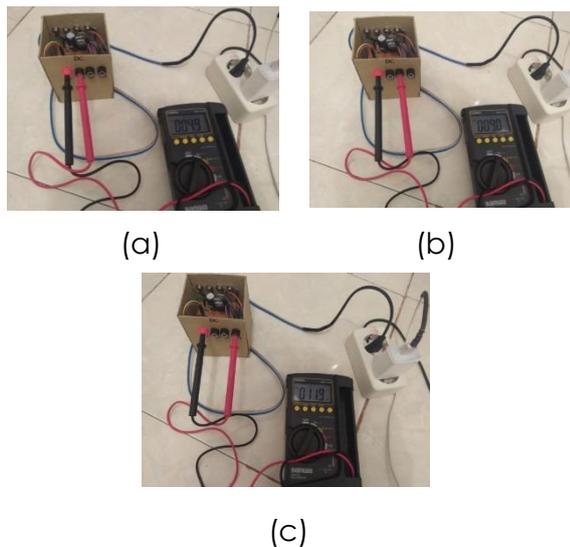
(c)

Gambar 6. (a) Keluaran Trafo 12V (b) Keluaran Trafo 15V (c) Keluaran Trafo 18V

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat pada Gambar (a) menunjukkan angka 12V, pada gambar (b) menunjukkan 14,8V, sedangkan pada gambar (c) menunjukkan 18V. Untuk keluaran pada trafo 12V dan 18V sudah sesuai, namun pada keluaran 15V, tidak tepat pada 15V yakni hanya sebesar 14,8V. hal ini dapat terjadi karena ketidakstabilan tegangan sumber dari PLN.

Selain dilakukan pengujian untuk melihat keluaran AC, dilakukan juga pengujian tegangan DC, yakni tegangan keluaran dari LM7805, LM7809, dan LM7812. LM78XX adalah IC regulator yang sangat populer karena menghasilkan tegangan X Volt DC yang bisa diatur

(regulated). Pengujian dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. (a) Keluran LM7805 (b) Keluran LM7809, (c) Keluran LM7812

Berdasarkan pengujian atau pengukuran dengan voltmeter yang telah dilakukan maka didapatkan hasil seperti pada gambar (a) keluaran LM7805 adalah sebesar 4.9V, lalu untuk gambar (b) keluaran LM7809 sebesar 9V, dan pada gambar (c) keluaran LM7812 adalah sebesar 11.9V.

Seperti pada namanya, untuk LM7805 keluaran seharusnya 5V, pada LM7809 tegangan keluaran 9V dan pada LM7812 tegangannya 12V. Namun pada kenyataannya pada LM7805 dan LM7812 nilai tegangannya masih terdapat selisih yang kecil. Karena selisih nilai tegangan terukur dan tegangan seharusnya masih di dalam ambang batas dari datasheet LM78XX, maka perbedaan ini masih bisa diizinkan secara teori. Adapun salah satu penyebab terjadinya perbedaan nilai tegangan tersebut diakibatkan dari ketidakstabilan nilai tegangan sumber dari PLN.

Pengambilan data berikutnya untuk melihat tegangan keluaran baik AC maupun DC dari Power Supply. Pengambilan data ini masing-masing dilakukan 3 kali pengujian, yang mana data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. Dari Tabel 1 dapat diamati bahwa nilai pengujian/ pengukuran masih berada dalam range datasheet Power Supply yang diizinkan, sehingga dapat

disimpulkan sementara bahwa komponen Power Supply tersebut bisa untuk digunakan pada tahap berikutnya.

Tabel 1. Hasil Pengujian Power Supply AC/DC

No.	Keluaran AC (V)			Keluaran DC (V)		
	12V	15V	18V	LM7805	LM7809	LM7812
1.	12	14.8	18	4.9	9.0	11.9
2.	11.9	14.9	17.9	4.9	9.0	11.9
3.	12	15.1	18.1	4.9	9.0	11.9

Pembuatan Box dan Merangkai Modul



Gambar 8. Proses Pembuatan Box dan Merangkai Modul Secara Keseluruhan

Pembuatan box modul bertujuan untuk membuat suatu tempat untuk merangkai alat secara keseluruhan yang mana alat yang terdiri SMPS, function generator, dan probe digabung menjadi satu pada box yang terbuat dari bahan akrilik. Setelah box alat selesai dilanjutkan dengan merangkai modul secara keseluruhan. Proses merangkai modul secara keseluruhan bertujuan untuk menggabungkan seluruh komponen yang ada agar menjadi satu kesatuan alat yang disebut dengan elektro ejakulator. Untuk lebih jelasnya dilihat pada Gambar 8.

Gambar 8 menunjukkan tahapan pembuatan box modul dan merangkai modul Elektro Ejakulator secara keseluruhan. Beberapa komponen yang akan digunakan dan alasan pemilihan komponen dapat dijelaskan sebagai berikut. Komponen yang pertama adalah dioda bridge merupakan komponen yang digunakan untuk menyearahkan tegangan AC ke tegangan DC. Alasan penggunaan dioda bridge adalah karena penggunaan dioda bridge yang menghasilkan sinyal DC dengan

karakteristik gelombang penuh sehingga semua siklus pada tegangan AC tadi dapat disearahkan.

Komponen berikutnya adalah kapasitor elektrolit 2200 mikrofarad. Komponen ini digunakan untuk menyaring atau mem-filter dari tegangan DC yang telah disearahkan. Penggunaan nilai 2200 mikrofarad ini berdasarkan perhitungan nilai kapasitor dengan menggunakan persamaan vdc untuk gelombang penuh melalui Persamaan berikut :

$$C = \frac{1 A}{2(50Hz) \times 4.94 V}$$
$$C = 0,0002025 F = 2.025\mu F$$

Berdasarkan Persamaan di atas maka diperoleh nilai minimal kapasitor yang digunakan pada *power supply* yaitu sebesar 2.025 μF . Kapasitor ini akan ditempatkan pada keluaran rangkaian penyearah dengan terhubung paralel terhadap beban. Namun pada kenyataannya nilai kapasitansi tersebut tidak tersedia untuk kapasitor sebenarnya maka dilakukan pendekatan nilai 2.025 μF menjadi 2.200 μF .

Komponen ketiga yang digunakan yaitu mosfet irfz24n sebagai pencacah atau power switching sehingga menghasilkan pulsa-pulsa DC dengan frekuensi tinggi. Alasan menggunakan mosfet irfz4n adalah karena penggunaan irfz4n yang memang banyak digunakan pada industri-industri penjualan power supply SMPS. Selain itu kelebihan irfz24n untuk sumber tegangan yang digunakan dapat mengaktifkan gate mencapai 20 volt. Oleh karena itu bila dibandingkan dengan mosfet jenis lain maka komponen irfz4n ini sangat cocok untuk perancangan modul Elektro Ejakulator dikarenakan mosfet jenis lainnya hanya mampu mencapai tegangan 10 volt.

Selanjutnya komponen keempat adalah trafo CT frite c25. Penggunaan trafo jenis CT frite c25 dikarenakan komponen ini mempunyai karakteristik yang baik sebagai trafo switching. Tegangan DC yang telah dicacah oleh mosfet menghasilkan tegangan DC yang hampir mirip dengan tegangan AC

sehingga dapat dilewatkan dengan induktor sehingga tegangannya dapat diturunkan dan dinaikkan. Kelebihan dari trafo frite c25 bila dibandingkan dengan trafo jenis lainnya adalah karena selain dari ukurannya yang kecil, trafo jenis ini dapat beroperasi dengan frekuensi tinggi yang berarti dapat digunakan dengan baik untuk perancangan SMPS.

Komponen terakhir adalah dioda IN5406 yang digunakan sebagai komparator. Rangkaian komparator atau pembanding sebagai "error detektor". Sebuah sirkuit komparator pada bagian sekunder dipakai untuk mendeteksi jika terjadi perubahan tegangan keluaran B+. Komparator bekerja dengan cara membandingkan tegangan keluaran B+ dengan sebuah tegangan "referensi" (biasanya berupa tegangan diode zener 6.8v). Kelebihan dioda IN5406 dibandingkan dengan dioda jenis lainnya adalah dari hal tegangan pembanding yang dihasilkan cukup besar yaitu 6,8 volt sehingga cocok untuk perancangan modul Elektro Ejakulator ini.

KESIMPULAN

1. Pada tahapan pengujian bagian *switch mode power supply* (SMPS) telah didapatkan variasi tegangan keluaran dari 0 - 15 volt. Sedangkan pada bagian *function generator* telah didapatkan keluaran sinyal berupa sinusoidal yang dapat diatur amplitudonya serta keluaran frekuensi dari 0 - 1 Mhz.
2. Berdasarkan pengujian sementara dari beberapa komponen elektronika yang akan digunakan sebagai penyusun *switch mode power supply* (SMPS) dan *function generator*, maka dapat diketahui bahwa nilai pengujian/pengukuran modul yang dirancang masih berada dalam range datasheet yang diizinkan sehingga dapat digunakan pada tahap berikutnya (uji coba pada hewan).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima kasih diberisi ucapan kepada pihak yang

Ucapan terimakasih tim riset sampaikan kepada Fakultas Teknik Universitas Bengkulu sebagai pendukung utama penelitian ini. Penelitian ini merupakan salah satu keluaran penelitian skema penelitian unggulan Fakultas Teknik Universitas Bengkulu tahun 2021 dengan judul "Perancangan Elektro Ejakulator Sebagai Alat Bantu Inseminasi Buatan Pada Kambing Ternak di Kota Bengkulu", nomor kontrak 3589/UN30.13 /HK/2021 tanggal 27 September 2021.

DAFTAR PUSTAKA

1. Priyadi, I., Wijaya, M.E., "Perancangan Alat Pendeteksi dan Peringatan Gempa Berpotensi Tsunami dengan Transmisi Sinyal Audio Melalui Media Jala-Jala Listrik", Jurnal Ilmiah Bidang Sains – Teknologi Murni Disiplin dan Antar Disiplin, Program Teknik – Universitas Bengkulu, September 2013, Vol.II No.12, Tahun VII
2. Hadi, F., Priyadi, I., "Perancangan Alat Pendeteksi Banjir Jarak Jauh Untuk Deteksi Dini Banjir Bagi Masyarakat Dengan Memanfaatkan Gelombang Radio", Laporan Penelitian Pembinaan Unib, Bengkulu, 2014
3. Priyadi, I., Hadi, F., Besperi, "Perancangan Alat Pendeteksi Bencana Alam Jarak Jauh Untuk Deteksi Dini Bencana (Gempa dan Banjir) Bagi Masyarakat Propinsi Bengkulu Berbasis Teknologi SMS dan Web", Laporan Akhir Penelitian Hibah Unggulan Universitas Bengkulu, 2019
4. Razali, M.R., Priyadi, I., Hadi, F., "Perancangan Alat Pendeteksi Bencana Longsor Untuk Deteksi Dini Bencana Bagi Masyarakat Propinsi Bengkulu Berbasis Teknologi SMS dan Web", Laporan Akhir Penelitian Hibah Unggulan Fakultas Teknik Universitas Bengkulu, 2020
5. Priyadi, I., Hadi, F., Agustian, I., "Kajian Rancang Bangun Vendira (Ventilator Digital Raflesia) Berbasis IoT", Laporan Akhir Penelitian Unggulan Universitas Bengkulu, 2020
6. Arifiantini, 2018. *Stimulasi Bailey Elektroejakulaor Pada Voltase Yang Berbeda Terhadap Volume Semen dan Konsentrasi Spermatozoa Domba Lokal*. Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
7. Cholish, 2017. *Analisa Perbandingan Switch Mode Power Supply dan Transformator Linier Pada Audio Amplifier*. Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.
8. E Nurraharjo, 2013, "Rangkaian Pembangkit Gelombang dengan menggunakan IC XR-2206", *Dinamik-Jurnal Teknologi Informasi*
9. Effendi, Khoirul. 2020. *Rancang Bangun Sistem Catu Daya dengan Metode Switching Mode Power Supply (SMPS) Berbasis Untuk Aplikasi Electrosprinter*. Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
10. Kusumawati, 2017. *Inseminasi Buatan*, MNC Publishing.
11. Kharismawan Indra, 2017. *Rancang Bangun Switching Mode Power Supply Berdaya Rendah Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 328*. Fakultas Matematika dan IPA Universitas Sumatera Utara, Medan.
12. Mathmaannah, 2010. *Rancang Bangun Elektroejakulator Untuk Hewan Kambing*. Fakultas MIPA. Universitas Diponegoro. Semarang.