

SKRIPSI

Penggunaan Mosfet Untuk Penstabil Tegangan Pompa Air 12 Volt Sumur Dangkal Dengan Tenaga Matahari



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

M FAUZAN DEYHAN

03041281823054

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**Penggunaan Mosfet Untuk Penstabil Tegangan Pompa Air 12 Volt
Sumur Dangkal Dengan Tenaga Matahari**

SKRIPSI



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh :

M FAUZAN DEYHAN

03041281823054

Indralaya, 12 Januari 2023

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP 197108141999031005

**Menyetujui,
Pembimbing Utama**

Ir. Sariman, M.S.
NIP 195807071987031004

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Fauzan Deyhan
NIM : 03041281823054
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 18 %

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul **“Penggunaan Mosfet Untuk Penstabil Tegangan Pompa Air 12 Volt Sumur Dangkal Dengan Tenaga Matahari”** merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya 08 januari 2023



M Fauzan Deyhan
NIM 03041281823054

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai Pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan

: 

Pembimbing Utama : Ir. Sariman, M.S.

Tanggal : 12/Januari/2023

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah dipanjatkan kehadiran allah SWT, berkat rahmat dan hidayahnya dan-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan akhir yang berjudul

“ Penggunaan Mosfet Untuk Penstabil Tegangan Pompa Air 12 Volt Sumur Dangkal Dengan Tenaga Matahari “ .

Tujuan penulisan laporan akhir adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan S1 pada jurusan teknik elektro universitas sriwijaya.

Pada Kesempatan kali ini pula penulis, ingin menyampaikn rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulisan dalam melaksanakan kerja praktek.Semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis sendiri maupun pembaca.

Palembang, 9 November 2022



M Fauzan Deyhan

NIM. 03041281823054

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Fauzan Deyhan

NIM : 03041281823054

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

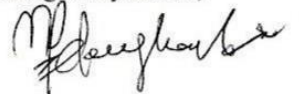
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Penggunaan Mosfet Untuk Penstabil Tegangan Pompa Air 12 Volt Sumur
Dangkal Dengan Tenaga Matahari**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya
Pada tanggal : 12 Januari
2023

Yang menyatakan,



M Fauzan Deyhan
NIM. 03041281823054

ABSTRAK

Penggunaan Mosfet Untuk Penstabil Tegangan Pompa Air 12 Volt Sumur Dangkal Dengan Tenaga Matahari

(M Fauzan Deyhan, 03041281823054, 57 halaman)

Salah satu cara paling umum untuk mengontrol kecepatan adalah dengan menggunakan sensor enkoder Data yang dihasilkan akan ditampilkan di computer atau laptop Anda. Saya tahu pengamatan mereka. Semakin banyak motor memiliki biaya perawatan yang lebih rendah selain efisiensi, torsi, kecepatan dan variabilitas. motor DC ini memiliki proses pergantian yang lebih cepat dan biaya perawatan yang lebih rendah, yang menyebabkan sikat menjadi percikan api dan cepat menjadi rusak. Rotor terbuat dari kumparan dan diinduksi oleh medan magnet berputar stator, yang menyebabkan arus listrik di rotor. Kecepatan putaran rotor jauh lebih lambat daripada kecepatan putaran medan magnet stator. Akibatnya motor induksi cenderung kurang efisien dibandingkan motor DC kecepatan tinggi, bisa fluktuatif, dan biaya perawatannya lebih rendah, sehingga digunakan motor DC brushless atau biasa dikenal dengan motor BLDC.

Kata Kunci – Mosfet, Pompa Air, Tenaga Matahari.

ABSTRACT

The Use Of a Mosfet Stabilizer The Voltage Of a 12 Volt Sahallow Wel Water Pump With Solar Power

(M Fauzan Deyhan, 03041281823054, 57 pages)

One of the most common ways to control speed is to use a sensor encoder. The resulting data will be displayed on your computer or laptop. I know their observations. More and more motors have lower maintenance costs in addition to efficiency, torque, speed and variability. These DC motors have a faster commutation process and lower maintenance costs, which causes the brushes to fire and quickly become damaged. The rotor is made of coils and is induced by the rotating magnetic field of the stator, which causes an electric current in the rotor. The rotational speed of the rotor is much slower than the rotational speed of the stator magnetic field. As a result, induction motors tend to be less efficient than high-speed DC motors, can fluctuate, and have lower maintenance costs, so brushless DC motors or commonly known as BLDC motors are used.

Keywords – Mosfet, Water Pump, Solar Po

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	4
1.3 BATASAN MASALAH	5
1.4 TUJUAN	5
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. BLDC (<i>Brushless DC Motor</i>).....	7
2.2. ESC (<i>Electronic Speed Controller</i>	9
2.2.1 Fitur ESC (<i>Electronic Speed Controller</i>).....	10
2.2.2 Rangkaian ESC (<i>Electronic Speed Controller</i>) pengendali kecepatanElektronik	10
2.3 MOSFET	11
2.3.1 Fungsi MOSFET	12
2.3.2 Jenis – Jenis MOSFET	12
2.3.3 Rangkaian MOSFET pengendali kecepatan motor	15
2.4 4 POLE 2 FASE OPERASI MOTOR	15
2.4.1 Mengontrol Motor BLDC	17
2.4.2. Motor DC magnet permanen kontruksi aplikasi	17

2.4.3 Kontrol Kecepatan.....	18
2.5 MENGHITUNG DAYA MOTOR LISTRIK.....	19
2.6 SISTEM PENGAPIAN MOTOR BLDC	19
2.7 PENGERTIAN PANEL SURYA	20
2.8 CARA KERJA PANEL SURYA	20
2.9 PERIZINAN PEMASANGAN PANEL SURYA.....	21
2.10 PENGERTIAN POMPA AIR	23
2.11 PERHITUNGAN DAYA POMPA.....	23
2.12 KONSTRUKSI SUMUR PRODUKSI	24
2.13 HUBUNGAN JENIS SUMUR PRODUKSI DENGAN POMPA YANG DIGUNAKAN.....	25
2.14 JENIS POMPA	26
2.14.1 POMPA CENTRIFUGAL.....	26
2.14.2 POMPA SELAM.....	26
2.14.3 POMPA TURBIN.....	27
2.15 PEMILIHAN POMPA SUBMERSIBLE.....	28
2.16 KEUNGGULAN DAN KEKURANGAN MASING – MASING POMPA.....	29
2.17 CARA KERJA MESIN POMPA	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 PENENTUAN SEPESIFIKASI KOMPONEN.....	32
3.1.1 membedakan BLDC watt kecil dan watt besar	33
3.1.2 Top speed dan torsi motor BLDC	34
3.1.3 Persepsi dihindari dalam BLDC.....	35

3.2 STUDI LITERATUR.....	35
3.4 PEMBUATAN ALAT	35
3.4.1 Perangkat Keras	35
3.4.2 Perangkat Lunak	35
3.5 Pengujian dan Pengambilan Data	35
3.6 Analisis Hasil dan Pembuatan Kesimpulan	36
3.7 RENCANA KEGIATAN.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 SISTEM PENJELASAN ALAT.....	38
4.2 FUNGSI YANG DIGUNAKAN	39
4.2.1 Panel Surya	39
4.2.2 Aki Mobil 12 Volt.....	39
4.2.3 Mosfet PWM Digital	40
4.2.4 Motor Listrik BLDC	40
4.3 CARA KERJA ALAT.....	41
4.4 DATA HASIL PERHITUNGAN	42
4.4.1 Data Hasil Matahari	42
4.4.2 Data Hasil Pompa	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1 KESIMPULAN	43
5.2 SARAN	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Bagian Motor BLDC	8
Gambar 2 Konstruksi Motor BLDC	8
Gambar 3 Pengontrolan Kecepatan Elektronik ESC	10
Gambar 4 Rangkaian ESC (<i>Electronic speed controller</i>).....	11
Gambar 5 Mode deplesi.....	13
Gambar 6 Enhancement mode.....	14
Gambar 7 Rangkaian MOSFET pengendali kecepatan motor	15
Gambar 8 BLDC – DC	16
Gambar 9 Rangkaian 4 pole 2 fasa operasi motor	16
Gambar 10 Kerja Panel Surya	20
Gambar 11 Konstruksi sumur produksi.....	24
Gambar 12 Hubungan debit pemompaan dengan luas daerah oncoran.....	25
Gambar 13 Kurva pemilihan type pompa.....	28
Gambar 14 Kutub (TWO POLE.....	32
Gambar 15 Arus Dc mengalir ke rotor	33
Gambar 16 Gelombang Harmonis	36
Gambar 17 Grafik P _{Io} (Fn)	37
Gambar 18 Panel Surya	39
Gambar 19 Aki Mobil 12 Vol	39
Gambar 20 Mosfet PWM Digital	40
Gambar 21 Motor BLDC.....	40
Gambar 22 Langkah Cara Kerja engopereasian Penstabil Tegangan Pompa Air 12 Volt Sumur Dangkal	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pada kehidupan yang begitu kompleks, manusia tidak hanya menggunakan air secara sadar, misalnya untuk minum, mencuci dan membersihkan, memasak, menanam tumbuhan, dan banyak kegunaan lain. Tetapi terdapat banyak proses di alam yang tidak terlihat, namun hal tersebut justru amat berarti dan penting bagi kehidupan. Selain digunakan untuk melanjutkan kehidupan, air juga digunakan untuk mendukung kehidupan, antara lain: untuk keperluan mandi, cuci, kakus (MCK) dan keperluan ibadah seperti berwudhu untuk umat muslim. Namun demikian, sebaran sumber air tidaklah memiliki kesamaan di seluruh dunia. Terdapat kawasan-kawasan yang kurang beruntung, sehingga kebutuhan air tidak selalu mudah didapatkan. Di kawasan yang mengalami kesulitan suplai air bersih, masyarakat sering tidak memiliki banyak pilihan untuk mendapatkan air bersih.

Ketersediaan air bersih yang memenuhi syarat untuk kebutuhan masyarakat sering menjadi masalah, khususnya pada kawasan yang sumber air permukaannya sangat terbatas serta banyak teknologi pompa air mendapatkan air telah tersedia dan mudah didapatkan. Namun pada kawasan tertentu ketersediaan tenaga penggerak pompa sering menjadi kendala. Sebagai contoh tidak adanya jaringan listrik PLN atau tersedianya generator set (genset) namun sulit memperoleh suplai BBM. Maka darinya, untuk saat ini teknologi energi surya dapat memberikan solusi untuk mengatasi kendala tersebut. Cahaya matahari bisa didapatkan dengan cuma-cuma sepanjang tahun, di mana saja, di tempat terpencil sekalipun untuk kawasan tropis. Dengan demikian pemanfaatan teknologi energi surya untuk menggerakkan pompa air sangat tepat dalam memberikan solusi.

Permasalahan ketersediaan air bersih masih sering terjadi di Indonesia, salah satunya terjadi pada 30 desa di Bogor wilayah timur dan barat [1]. Pada saat musim kemarau yang melanda Bogor, terdapat sekitar 30 desa yang tersebar di sembilan kecamatan mulai mengalami krisis air bersih. Jumlah tersebut diprediksi meningkat seiring dengan tingginya permintaan pemasokan air bersih dari masyarakat kepada Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bogor. Beberapa kecamatan yang terdampak kekeringan tersebut diantaranya

kecamatan Citeureup, Jasinga, Tenjo, Cariu, Ciampea, Cigudeg, Klapanunggal, Jonggol dan Gunung Putri. Kekeringan terjadi sebab masyarakat masih banyak menggunakan sumur dibandingkan air PDAM. Adapun solusi yang dilakukan BPBD terkait masalah tersebut yaitu pengiriman air bersih kepada warga terdampak. Namun jumlah pengiriman air bersih belum mencukupi seluruh kebutuhan warga. Dengan demikian, pompa air tenaga surya kemungkinan dapat dijadikan solusi bagi permasalahan air bersih yang ada di Kabupaten Bogor.

Saat ini, teknologi yang tersedia untuk memompa air dari sumur menggunakan energi surya dinamakan solar *water pumping system* (PATS) atau pompa air tenaga surya (PATS). Secara umum, sebuah sistem PATS terdiri dari modul surya yang berfungsi menyerap energi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik yang kemudian digunakan untuk menggerakkan pompa air untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat setempat. Dalam skala yang lebih besar, sistem PATS dapat dilengkapi dengan tangki pengumpul air dan sistem distribusi, sehingga air dapat disimpan untuk jangka waktu lebih lama dan dialirkan langsung ke rumah-rumah penduduk [2].

Motor DC *brushless* adalah salah satu dari beberapa jenis motor DC. Jika Anda menggunakan motor DC brushless dalam proses pembelajaran Anda, Anda memerlukan alat untuk menentukan dan mengontrol kecepatan motor DC *brushless*. Sampai saat ini, pengendalian motor DC *brushless* masih terbatas pada pengendalian kecepatan motor. Ini dilakukan dengan berbagai metode kontrol. Kontrol kecepatan motor DC *brushless*, yang dirancang khusus untuk digunakan dalam proses membuat data sederhana yang dihasilkan oleh modul ini mudah digunakan oleh pengguna, harus sesuai dengan perhitungan yang ada. Kontrol kecepatan untuk motor DC *brushless* tidak mudah diterapkan.

Kontrol yang benar dari motor DC *brushless*. Salah satu cara paling umum untuk mengontrol kecepatan adalah dengan menggunakan sensor enkoder yang digabungkan ke motor yang dikendalikan dengan metode kontrol. Data yang dihasilkan akan ditampilkan di komputer atau laptop Anda. Saya tahu pengamatan mereka. Semakin banyak motor memiliki biaya perawatan yang lebih rendah selain efisiensi, torsi, kecepatan dan variabilitas. Motor yang banyak digunakan saat ini menggunakan tegangan DC dari rotor untuk menggerakkan motor, sehingga motor DC sangat efisien, tetapi motor DC memiliki biaya perawatan

yang lebih tinggi.

Penelitian tentang penggunaan MOSFET telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Prasetyo dan Rohman menjelaskan, bahwa kinerja motor DC 12V lebih baik menggunakan driver MOSFET jika dibandingkan dengan menggunakan driver IGBT [3]. Sedangkan, Danus menjelaskan bahwa kondisi yang cukup baik sesuai dengan hasil yang diinginkan dan cocok dipergunakan pada skala tangga. Ketika diuji beberapa kali, tidak menyebabkan terjadinya panas atau kerusakan sehingga masing-masing IC termasuk NE555 dan CD4017 dan tidak terjadinya kesalahan pada penerapan 3 *half bridge* di MOSFET [4].

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh I Wayan Arta Wijaya dan Cokorde Gde Indra Partha dalam penelitiannya selama 7 hari daya maksimum yang di hasilkan oleh panel surya sebesar 131.68 Watt. Pompa DC mengangkat air dari pukul 11.00-15.00 saat cuaca cerah dengan daya listrik antara 54.23 - 76.32 Watt. Debit air yang bisa diangkat oleh pompa DC adalah sebanyak 8.478 liter/menit dengan delivery head sejauh 300 Cm. Karena pompa DC dapat bekerja secara maksimal selama 5 jam maka dalam sehari air yang bisa diangkat sebanyak 2543.4 liter [5]. Sedangkan penelitian tugas akhir dari Guntur Amanda memperoleh hasil, bahwa pompa AC dan DC dalam keadaan hidup dalam sehari dapat beroperasi selama satu jam saat penyinaran matahari. Untuk pompa DC 12 Volt ; 60 Watt, dapat menghasilkan 847 liter/hari, sedangkan Pompa AC 220 Volt ; 60 Watt, dapat menghasilkan 360 liter/hari. Efisiensi pengangkatan air dengan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya dari hasil penelitian didapati pompa AC lebih efisien dibandingkan dengan pompa DC [6].

Dari penelitian terdahulu di atas, dapat dijadikan pembandingan bagi peneliti untuk melakukan penelitian terkait penggunaan pompa air tenaga surya. Berdasarkan ulasan di atas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Penggunaan Mosfet Untuk Penstabil Tenaga Pompa Air 12V Sumur Dangkal Dengan Tenaga Matahari”

1.2 RUMUSAN MASALAH

Tingkat perawatan yang tinggi disebabkan penggunaan sikat saat menyearahkan motor DC. Saat motor berputar, motor DC ini memiliki proses pergantian yang lebih cepat dan biaya perawatan yang lebih rendah, yang menyebabkan sikat menjadi percikan api dan cepat menjadi rusak. Rotor terbuat

dari kumparan dan diinduksi oleh medan magnet berputar stator, yang menyebabkan arus listrik di rotor. Arus dalam kumparan rotor ini menyebabkan pemanasan rotor karena kehilangan daya. Kecepatan putaran rotor jauh lebih lambat daripada kecepatan putaran medan magnet stator. Akibatnya motor induksi cenderung kurang efisien dibandingkan motor DC kecepatan tinggi, bisa fluktuatif, dan biaya perawatannya lebih rendah, sehingga digunakan motor DC *brushless* atau biasa dikenal dengan motor BLDC. Maka, permasalahan yang diangkat pada proposal ini adalah dengan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengontrol tegangan BLDC Dan Esc, Mosfet dengan benar.
2. Membuat sebuah Fungsi dan Pengertian BLDC dan Esc, Mosfet.
3. Memvariasikan tegangan BLDC, ESC
4. Menghitung Kecepatan RPM pada tegangan DC
5. Proses pembuatan pompa sumur dangkal
6. Tujuan pompa sumur bor dengan kedalaman 30 meter
7. Rangkaian pompa umur dalam kedalaman 30 meter

1.3 BATASAN MASALAH

Motor DC *brushless* terdiri dari stator yang terbuat dari kumparan dan rotor yang terbuat dari magnet. Sumber tegangan utama untuk motor BLDC adalah tegangan DC, motor BLDC memiliki tegangan AC tiga fasa berbentuk trapesium, dan stator motor memiliki daya arus balik. Oleh karena itu, inverter tiga fasa digunakan untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC tiga fasa. Kecepatan motor BLDC dapat diatur dengan menggunakan input dari inverter dan memvariasikan tegangan DC sebagai input ke motor DC brushless. Berdasarkan bentuk tegangan AC 3 fasa yang dihasilkan oleh inverter, maka batasan masalah yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian BLDC dan Esc, Mosfet.
2. Penjelasan Motor yang digunakan dalam BLDC
3. Memahami Komponen dalam BLDC dan Esc, Mosfet
4. Menjelaskan sumur dangkal dan sumur bor dengan kedalaman 30 meter
5. Alat yang diperlukan dalam pembuatan
6. Membuat rangkaian proses kerjanya sumur dangkal dan sumur bor 30 meter

1.4 TUJUAN

Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengevaluasi cara pembuatan BLDC dan ESC dalam menggunakan suatu mosfet pada motor induksi dan untuk membuat sumur dangkal dan sumur bordengan kedalam 30 meter memakai tenaga surya.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistem Penulisan ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab I meliputi latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, rumusan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II menyediakan tinjauan pustaka atau landasan teori yang digunakan sebagai dasar penelitian yang dilakukan dan untuk mendukung isu-isu yang diangkat, termasuk teori komponen. Dalam penelitian ini bab II berisi teori BLDC, Esc, Mosfet, Panel Surya dan Pompa Air.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab III berisikan Metode Survei Daftar metode survei yang akan dilakukan, termasuk metode yang digunakan, item survei yang diperlukan, dan prosedur survei. Dalam bab III berisi penentuan spesifikasi komponen, studi literatur, pembuatan alat, pengujian dan pengambilan data, analisis hasil dan pembuatan kesimpulan, serta rencana kegiatan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV menyediakan hasil yang berhubungan dengan tugas akhir. Sistem penjelasan alat, fungsi yang digunakan, cara kerja alat, dan data hasil perhitungan.

BAB V KESIMPULAN dan SARAN

Bab V memberikan kesimpulan dari tujuan dan saran penulis yang berhubungan dengan data hasil ulasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Radar Bogor. (2021). 30 Desa di Bogor Krisis Air Bersih, Wilayah Timur dan Barat Paling Rawan. Diakses dari <https://bpbd.bogorkab.go.id/30-desa-di-bogor-krisis-air-bersih-wilayah-timur-dan-barat-paling-rawan/>
- [2] Liliana, Kunaifi, M. Iryad, and S. Afriani, *Desain dan Implementasi Pompa Air Tenaga Surya (PATS)*. Pekanbaru: Al-Mujahaddah Press, 2019.
- [3] Y. E. Prasetyo and F. Rohman, “Analisis Perbandingan Kinerja H-Bridge Driver Menggunakan IGBT Dan MOSFET Pada Sistem Kemudi Steer By Wire,” *PENA Tek. J. Ilm. Ilmu-Ilmu Tek.*, vol. 3, no. 1, p. 73, 2018, doi: 10.51557/pt_jiit.v3i1.169.
- [4] M. Danus, “Perancangan Inverter 3 Fasa Dengan Metode 3 Half Bridge,” *J. Surya Energy*, vol. 3, no. 2, p. 297, 2019, doi: 10.32502/jse.v3i2.1527.
- [5] Wijaya, I.W.A., & Partha, C.G.I. (2013). Pemanfaatan Energi Matahari Untuk Penggerak Pompa Air Listrik Arus DC. Laporan Penelitian Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- [6] Amanda, G. (2019). Perbandingan Penggunaan Motor DC Dengan Motor AC Sebagai Penggerak Pompa Air yang Disuplai oleh Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan*.
- [7] T. Trafo, D. Dalam, R. Memenuhi, T. Mata, and K. Teknik, “TEKNIK LISTRIK DAN ELEKTRONIKA,” 2015.
- [8] M. D. Patabo, K. Riset, T. Dan, P. Tinggi, P. N. Manado, and J. T. Elektro, “Pendeteksi arus netral pada trafo distribusi berbasis mikrokontroler,” 2016.
- [9] Husaini, A.N. (2015). Prinsip Kerja Motor *Brushless* DC (BLDC Motor). Diakses dari <https://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-motor-brushless-dc-blcd-motor/2/>
- [10] Tinjo, R. (2010). Optimasi Jarak Celah Udara Generator Sinkron Magnet Permanen Fluks Aksial Rotor Cakram Ganda Dengan Stator Tanpa Inti. *Skripsi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Medan*.
- [11] Z. Anthony, *Mesin listrik dasar*. 2018.

- [12] F. Rozi, “Penguujian Karakteristik Penghasutan Motor Induksi 3 Fasa Rotor Sangkar Menggunakan,” p. 10, 2014.
- [13] I. Three, “Makalah Pembangkit Listrik Tenaga Air,” *Pembangkit List. tenaga air*, vol. 1, pp. 1–16, 2014.
- [14] Abdulelektro. (2020). Kontrol Kecepatan Elektronik (ESC) – Prinsip Kerja dan Aplikasinya. Diakses dari <https://abdulelektro.blogspot.com/2019/11/kontrol-kecepatan-elektronik-esc.html?m=1>
- [15] M. F. S. Rizki, “Analisis Performansi Motor Induksi Satu Fasa Dengan Perbandingan Suplai Daya v/f Konstan Pada Blower Dengan Menggunakan Matlab,” *J. Electr. Syst. Control Eng.*, vol. 2, no. 2, 2019, doi: 10.31289/jesce.v2i2.2360.
- [16] A. R. T. Sudibto, “Elektronik starting switch motor induksi satu fasa 1/2 hp starting kapasitor,” 1994.
- [17] M. Robith, “Prinsip Kerja Motor Induksi 3 Fasa,” *16 Novemb.*, pp. 5–6, 2015.
- [18] Abdulelektro. (2020). Kontrol Kecepatan Elektronik (ESC) – Prinsip Kerja dan Aplikasinya. Diakses dari <https://abdulelektro.blogspot.com/2019/11/kontrol-kecepatan-elektronik-esc.html?m=1>
- [19] D. R. Pattiapon, J. J. Rikumahu, and M. Jamlaay, “Penggunaan Motor Sinkron Tiga Fasa Tipe Salient Pole Sebagai Generator Sinkron,” *J. Simetrik*, vol. 9, no. 2, p. 197, 2019, doi: 10.31959/js.v9i2.386.
- [20] Siswoyo, *Teknik Listrik Industri*, vol. 1. 2008.
- [21] Suhadi and T. Wrahatnolo, *Teknik Distribusi Tenaga Listrik, Jilid 1 untuk SMK*, vol. 53, no. 9. 2008.
- [22] Hidayatullah, S.S. (2020). Jenis-Jenis Mosfet dan Cara Kerja Mosfet. Diakses dari <https://www.belajaronline.net/2020/10/jenis-mosfet-dan-cara-kerja-mosfet.html?m=1>
- [23] R. Bangun, P. Listrik, and T. Angin, “Diajukan Oleh : Nama : Tri Wahyu Budi Utomo,” 2017.

- [24] Hidayatullah, S.S. (2020). Jenis-Jenis Mosfet dan Cara Kerja Mosfet. Diakses dari <https://www.belajaronline.net/2020/10/jenis-mosfet-dan-cara-kerja-mosfet.html?m=1>
- [25] W. Dsl and D. N. K. Hardani, “Analisis Torsi dan Efisiensi pada Motor Induksi Tiga Fasa Rotor Sangkar,” *Techno (Jurnal Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Purwokerto)*, vol. 19, no. 2, p. 79, 2018, doi: 10.30595/techno.v19i2.3070.
- [26] Spesial Elektronik. (2021). Pengertian, Cara Kerja dan Fungsi MOSFET. Diakses dari <https://spesialiselektronik.com/pengertian-cara-kerja-dan-fungsi-mosfet/>
- [27] Edukasi Kini. (2020). Motor DC *Brushless* Kelebihan dan Aplikasi. Diakses dari <https://www.edukasikini.com/2020/02/motor-dc-brushless-kelebihan-dan.html?m=1>
- [28] Edukasi Kini. (2020). Motor DC *Brushless* Kelebihan dan Aplikasi. Diakses dari <https://www.edukasikini.com/2020/02/motor-dc-brushless-kelebihan-dan.html?m=1>
- [29] Y. Ambabunga, “Peningkatan Effisiensi Kerja Motor Induksi 3 Fasa (Pengujian Karakteristik Motor Induksi 3 Fasa),” *J. Dyn. Saint*, vol. 5, no. 1, pp. 884–889, 2020, doi: 10.47178/dynamicsaint.v5i1.956.
- [30] A. Sugiharto B, A. Warsito, and M. Facta, “Soft Starting dan Dynamic Braking Pada Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Mikrokontroler AT89S51,” 2011.
- [31] N. Evalina and A. A. Zulfikar, “Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable Logic Controller,” *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 73– 80, 2018.
- [32] D. T. Aeronautika, S. Tinggi, and T. Adisutjipto, “Analisis Model Dinamik Motor Induksi Tiga Fase Dengan Metode Koordinat Arbitrary Direct Quadrature,” 2019.
- [33] Sanspower. (2020). Penuhi Kebutuhan Listrik Dengan Panel Surya dan Dapatkan Segudang Manfaatnya. Diakses dari <https://www.sanspower.com/panel-surya-prinsip-kerja-dan-kegunaan-yang-bisa-didapatkan.html>

- [34] Tukang Bor Air. (2013). Gambar Penampang Sumur Bor. Diakses dari <https://tukangborair.wordpress.com/fhoto/gambar-penampang-sumur-bor/>
- [35] Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Balitbang Kementerian Pekerjaan Umum, *Modul Sumur Pompa Tangan untuk Air Bersih*. 2014.
- [36] P. Al Zukri, S. N. Widyaningrum, and Q. Aini, “Jl. Ir. H. Djuanda No. 95, Ciputat, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia 15412 1,” *Sist. J. Sist. Inf.*, vol. 9, no. 2, pp. 226–234, 2020.
- [37] Insinyoer. (2014). Prinsip Kerja Motor Listrik. Diakses dari <https://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-motor-listrik/>
- [38] Insinyoer. (2014). Prinsip Kerja Motor Listrik. Diakses dari <https://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-motor-listrik/>
- [39] M. Fitrizawati, Utis Sutisna, “Analisis Pengaruh Perubahan Tegangan Terhadap Torsi Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Simulasi Matlab,” no. 1, pp. 93–101, 2018.
- [40] A. A. Hamzah, “Motor Listrik Dan Pengontrolnya,” vol. 1, pp. 7–8, 2020.