

SNTET

Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan

Vol. 5 (2021)



ISSN: 2581-0049

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena hanya dengan limpahan rahmat NYA kita dapat kembali berkumpul dan bertemu pada Seminar Nasional Gabungan Bidang Rekayasa (SNGBR 2019). SNGBR merupakan penyelenggaraan yang ke sepuluh kali dan merupakan agenda tahunan Politeknik Negeri Malang. Seminar nasional ini bertujuan sebagai forum diskusi ilmiah, menambah wawasan dan ilmu pengetahuan serta sebagai sarana peningkatan kualitas diri dan jejaring sebagai dosen, peneliti dan cendikiawan. SNGBR 2019 mengusung tema **Peningkatan Kualitas Penelitian Multidisiplin pada pendidikan Tinggi Vokasi untuk Menunjang Ekonomi Digital Indonesia**.

Pada kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh panitia yang telah bekerja secara maksimal dan koordinasinya yang sangat baik untuk kelancaran pelaksanaan seminar SNGBR 2019.

Tidak lupa, kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah berpartisipasi mengirimkan makalah pada acara SNGBR 2019. Kami juga mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Armen Yuldi (Country Manager Clouds & Services Western Comstor)
2. Ir. Tri Yuwono, MT. (Arsitek Staf Pengajar Dan Peneliti Prodi Arsitektur SAPPK, Institut Teknologi Bandung)
3. Dr.Eng. Anggit Murdani, ST., M.Eng. (Pembantu Direktur 3, Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang)

sebagai keynote speakers pada seminar ini. Sebagai penutup, kami ucapkan selamat mengikuti seminar SNGBR 2019. Semoga seminar ini bermanfaat bagi kita semua terutama bagi pengembangan aplikasi teknologi informasi. Kami menyadari dalam penyelenggaraan pada tahun ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu atas nama seluruh panitia, kami memohon maaf yang sebesar-besarnya. Kami sangat terbuka menerima kritik dan saran demi peningkatan kualitas penyelenggaraan dimasa yang akan datang. Semoga kita bisa kembali bertemu pada SNGBR 2020 tahun depan.

Malang, 24 Agustus 2019

Ketua Panitia



Dr. Eng. Rosa Andrie Asmara, S.T., M.T.

SAMBUTAN DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MALANG

Bismillahirohmanirrohim

Assalamu'alaikum warohmatullohi wabarokatuh,

Salam sejahtera bagi kita semua Yang saya hormati Bapak Armen Yuldi, Country Manager Clouds & Services Western Comstor, sebagai keynote speaker.

Yang saya hormati Bapak Ir. Tri Yuwono, MT., Arsitek Staf Pengajar Dan Peneliti Prodi Arsitektur SAPPK, Institut Teknologi Bandung, sebagai keynote speaker,

Yang saya hormati Bapak Dr.Eng. Anggit Murdani, ST., M.Eng., Pembantu Direktur 3, Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang, sebagai keynote speaker,

Yang saya hormati para tamu undangan,

Yang saya hormati para peneliti dan peserta Seminar Nasional Gabungan Bidang Rekayasa (SNGBR 2019) Politeknik Negeri Malang,

Yang saya hormati para Ketua Jurusan Politeknik Negeri Malang,

Yang saya hormati para Kepala Bagian, Ka. UPT di lingkungan Politeknik Negeri Malang.

Segala puji syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan berkah-Nya kepada kita semua sehingga hari ini kita dapat dipertemukan untuk mengikuti acara Seminar Nasional Gabungan Bidang Rekayasa 2019 yang diselenggarakan oleh Politeknik Negeri Malang. Kami mengucapkan selamat datang pada peserta seminar dimana kita memiliki kesempatan untuk berbagi informasi tentang berbagai strategi untuk meningkatkan kemampuan peneliti dalam melakukan penelitian serta penerapan hasil-hasil penelitian dalam bidang rekayasa. Melalui kegiatan ini diharapkan dapat menciptakan inovasi serta memenuhi tuntutan pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi khususnya di bidang rekayasa.

Seminar Nasional Gabungan Bidang Rekayasa yang disingkat SNGBR, merupakan acara yang kali kedua dilaksanakan di Politeknik Negeri Malang, sebagai sarana menggabungkan beberapa Seminar Nasional bidang rekayasa yang diselenggarakan oleh Politeknik Negeri Malang. Seminar Nasional yang ikut berpartisipasi dalam SNGBR 2019 adalah: Seminar Nasional Teknik Elektro Terapan, Seminar Nasional Teknik Mesin, Seminar Nasional Teknik Sipil, Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasinya, Seminar Nasional Proses Industri Kimia.

Pada Seminar Nasional ini, tema yang kami angkat adalah "Peningkatan Kualitas Penelitian Multidisiplin pada pendidikan Tinggi Vokasi untuk Menunjang Ekonomi Digital Indonesia". Berkaitan dengan tema tersebut kami menghadirkan 3 narasumber sebagai keynote speaker yang akan memberikan pengetahuan dan wawasan kepada kita semua.

Acara ini merupakan wujud partisipasi aktif Polinema dalam memberikan sarana dan prasarana para peneliti dan dosen dalam melaksanakan tugasnya di bidang Penelitian. Seminar ini diikuti oleh hampir 100 peneliti dari berbagai institusi antara lain: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Universitas Negeri Malang, Politeknik

Negeri Banyuwangi, Universitas Islam Indonesia, Universitas Jenderal Ahmad Yani, Universitas Dian Nuswantoro, Litbang Kementerian Pertahanan, STMIK Bumigora Mataram, Universitas Bhayangkara Surabaya dan Politeknik-Politeknik lain di seluruh Indonesia yang tidak bisa kami sebutkan satu-persatu.

Seminar Nasional ini dapat terselenggara berkat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini ijin kami mengucapkan terima kasih kepada para nara sumber, tim pakar, para sponsor yang berpartisipasi kegiatan seminar ini, para peserta seminar atas partisipasinya, serta pihak lain yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu. Penghargaan yang setinggi-tingginya kami sampaikan kepada segenap panitia yang telah bekerja keras demi suksesnya kegiatan ini. Kami menyadari bahwa penyelenggaraan seminar ini masih banyak kekurangan baik dalam penyajian acara, pelayanan administrasi maupun keterbatasan fasilitas. Untuk itu kami mohon maaf yang sebesar-besarnya. Akhir kata semoga peserta seminar mendapatkan manfaat yang besar dari kegiatan ini sehingga mampu mewujudkan atmosfer riset yang baik dan budaya riset yang kokoh, berkelanjutan dan berkualitas sesuai dengan perkembangan Ilmu dan Teknologi. Kami mengucapkan SELAMAT MENGIKUTI SEMINAR.

Terima kasih. Wassalamu'alaikum warohmatullahi wabarokatuh.

Malang, 24 Agustus 2019

Direktur Politeknik Negeri Malang



Drs Awan Setiawan, MMT, MM

DEWAN REDAKSI

Honorary Chair

Awan Setiawan, Drs, MMT., MM. (Politeknik Negeri Malang)

Chair :

Supriatna Adhisuwignjo, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Malang)

Co-Chair :

Dr. Eng. Rosa Andrie Asmara, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Malang)

Technical Program Committee Chair:

Indrazno Siradjuddin, S.T., M.T., PhD. (Politeknik Negeri Malang)

Finance Chair and Treasure :

Vivi Nur Wijayaningrum, S.Kom., M.Kom. (Politeknik Negeri Malang)

Reviewer :

Hadi Suyono, S.T., M.T., PhD. (Politeknik Negeri Malang)

Dr. Ir. Syaad Patmanthara. (Politeknik Negeri Malang)

Dr. Andriani Parastiwi., BSEET., MT. (Politeknik Negeri Malang)

Dr. Eng. Cahya Rahmad, S.T., M.Kom. (Politeknik Negeri Malang)

Dr. Ir. R. Edy Purnomo, M.Sc. (Politeknik Negeri Malang)

Dr. M. Sarosa, Dipl. Ing., M.T. (Politeknik Negeri Malang)

Dr. Kartika Dewi Sri S., SE. (Politeknik Negeri Malang)
Dr. Eng. Anggit Murdano, S.T., M.Eng. (Politeknik Negeri Malang)
Indrazno Sirajuddin, S.T., M.T., PhD. (Politeknik Negeri Malang)
Erfan Rohadi, S.T., M.Eng., PhD. (Politeknik Negeri Malang)
Ratih Indri Hapsari, S.T., M.T., PhD. (Politeknik Negeri Malang)
Dr. Eng. Faisal Rahutomo, S.T., M.Kom. (Politeknik Negeri Malang)
Dr. Eng. Anik Nur Handayani, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Malang)
Dr. Eng. Rosa Andrie Asmara, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Malang)
M. Noor Hidayat., S.T., M.T., PhD. (Politeknik Negeri Malang)
Dr. Eng. Ronny Mardiyanto, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Malang)
Dr. Eng. Ika Noer Syamsiana. (Politeknik Negeri Malang)
Dr. Ratna Ika Putri. (Politeknik Negeri Malang)

Organizing Committee :

M. Noor Hidayat, S.T., M.T., PhD. (Politeknik Negeri Malang)
Dr. Eng. Cahya Rahmad, S.T., M.Kom. (Politeknik Negeri Malang)
Supriatna Adi Suwignjo, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Malang)
Hari Kurnia Safitri, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Malang)
Dr. Eng. Rosa Andrie Asmara, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Malang)
Denda Dewatama, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Malang)
Dr. Eng. Ferdian Ronilaya, S.T., MT. (Politeknik Negeri Malang)
Arie Rachmad Syulistyo, S.Kom., M.Kom. (Politeknik Negeri Malang)
Muhammad Shulhan Khairy, S.Kom, M.Kom. (Politeknik Negeri Malang)

DAFTAR ISI

COVER.....	i
KATA PENGANTAR.....	1
SAMBUTAN DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MALANG.....	2
DEWAN REDAKSI.....	4
DAFTAR ISI.....	6
RANCANG BANGUN PERALATAN PENGONTROL MOTOR DC DENGAN BOOST CONVERTER BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO.....	8
PERANCANGAN GENERATOR SINKRON MAGNET PERMANEN PADA PLTB 400 WATT BERBASIS VB.NET.....	13
ANALISA DROP TEGANGAN PENYULANG DENGAN PENGUKURAN BEBAN SECARA SIMULTAN.....	19
ANALISIS LETAK OPTIMAL GRADE RING PADA ARRESTER 150 kV DI GARDU INDUK KEBON AGUNG.....	34
KAJIAN EFEKTIFITAS MOUNTING DAN ANGLE POSITION SOLAR PHOTOVOLTAIC.....	42
ANALISIS PENENTUAN LOKASI USER STATION MENGGUNAKAN SIGNAL STRENGTH DI JARINGAN SELULER.....	49
ANALISA GANGGUAN PETIR PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV GUNUNGJATI KAB. MALANG.....	57
ANALISIS PENGARUH GANGGUAN STARTING DAN ARUS BOCOR PADA MOTOR 4200 KW 6 KV TERHADAP SISTEM KELISTRIKAN.....	65
KAJIAN SISTEM PENTANAHAN HIGH AND LOW RESISTANCE SERTA SOLID GROUNDING PADA TRANSFORMATOR PASCA UPRATING 10 MVA MENJADI 30 MVA DI GARDU INDUK WLINGI.....	72
IMPEMENTASI KAMERA RASPBERRY SEBAGAI SENSOR KONSENTRASI PELARUT TEMBAGA.....	79
ANALISIS PENGARUH VARIASI HUBUNGAN BELITAN ROTOR PADA PEMBANGKITAN TEGANGAN DI GENERATOR 3 FASA.....	85
DESAIN PENGATUR TEGANGAN BOLAK-BALIK SATU FASA MENGGUNAKAN CASCADED H-BRIDGE MULTILEVEL INVERTER.....	93
EVALUASI PERFORMA SISTEM PENDINGINAN MOTOR INDUKSI 3 FASA 600 KW PADA MESIN PRODUKSI BIJI PLASTIK (MASTER BATCH).....	100
ANALISIS ALIRAN DAYA BERDASARKAN PERAMALAN BEBAN PADA SALAH SATU PENYULANG DI MALANG.....	106
ANALISA PENGARUH UNBALANCE LOAD DAN HARMONISA TERHADAP LOSSES TRAFO DISTRIBUSI.....	114

ANALISIS PEMODELAN DETEKSI RANJAU DARAT DENGAN GROUND PENETRATING RADAR (GPR).....	123
PEMBANGKIT SPWM EGS – 002 SEBAGAI PENGENDALI INVERTER 1000 WATT.....	132
PEMANFAATAN SOLAR PANEL PEMBASMI HAMA DI DESA SAMPUNG KABUPATEN PONOROGO	138
DESAIN SISTEM SINGLE AXIS SOLAR TRACKER DENGAN ALGORITMA FIREFLY	145
SISTEM KONTROL LCD PROJECTOR MENGGUNAKAN SMARTPHONE	153

PERANCANGAN GENERATOR SINKRON MAGNET PERMANEN PADA PLTB 400 WATT BERBASIS VB.NET

Noer Soedjarwanto¹ Charles Ronald H² Rikawati Safitri³

1 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Lampung, Indonesia

2 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Lampung, Indonesia

3 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Lampung, Indonesia,

e-mail: rikaws4@gmail.com

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro, RW.No: 1, Gedong Meneng, Kec. Rajabasa,

Kota Bandar Lampung, Lampung 35141

Abstrak

Penelitian ini digunakan untuk mencari nilai efisiensi pada generator sinkron magnet permanen yang telah didesain menggunakan ketentuan rumus yang telah ditetapkan. Pada penelitian ini menggunakan 2 variasi jenis bahan material magnet permanen yaitu NdFeB serta Samarium Cobalt dengan memberikan masing-masing perlakuan perbedaan celah udara yaitu 2 mm serta 2.5 mm. Setelah desain diperoleh dari perhitungan, maka akan diperoleh nilai efisiensi yang dihasilkan dari simulasi software elektromagnetik dari generator. Sedangkan secara programming, didapatkan hasil perhitungan otomatis menggunakan VB.Net. Penelitian ini menggunakan referensi desain dengan hasil daya sebesar 400 Watt pada generator sinkron magnet permanen dengan skala pembangkit kecil yaitu pada PLTB.

Kata kunci: generator, NdFeB, Samarium Cobalt, VB.NET

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan teknologi sumber daya saat ini sudah sangat berkembang. Beberapa individu mulai mencoba menghasilkan produk sumber daya untuk pembangkit di beberapa daerah yang belum terdistribusi oleh listrik. Salah satu perkembangan pembangkit listrik yang sedang dikembangkan ialah pembangkit listrik tenaga angin. Pembangkit listrik yang memanfaatkan sumber daya angin merupakan salah satu inovasi perkembangan dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan tak mudah habis, sehingga jika digunakan terus menerus tidak akan mudah habis.

Pada pembangkit listrik tenaga angin ini, penggunaan generator magnet permanen adalah salah satu alternatif terbaik untuk mengubah energi gerak yang dihasilkan dari turbin untuk menjadi energi listrik yang dapat dimanfaatkan. Hal ini dikarenakan pada generator magnet permanen tidak membutuhkan slip ring dan sikat dalam pengoperasiannya sehingga lebih efektif dan efisien. Pada era ini, media digital sangatlah berkembang pesat terutama program komputer, dengan adanya era ini dapat memudahkan manusia dalam segala hal termasuk juga dalam perhitungan perancangan generator sinkron magnet permanen. Kendala yang berikutnya yaitu, banyaknya dimensi yang dihitung dari generator membuat

waktu yang digunakan semakin lama, sehingga untuk mengoptimalkan waktu dibuatlah sistem program untuk perancangan generator sinkron magnet permanen. Pada beberapa kasus dari pembuatan desain generator sinkron magnet permanen, dimensi perhitungan sangatlah mempengaruhi hasil desain. Jika terjadi kesalahan memasukkan data angka maka akan mengubah hasil akhir dimensi yang diinginkan. Pada saat melakukan perhitungan terkadang kita ingin menggunakan kembali dimensi yang lain untuk dijadikan referensi, maka dimudahkan dengan menggunakan penyimpanan data pada program perhitungan ini. Penyimpanan data ini dapat dilihat kembali hasilnya. Penelitian ini membantu menyimpan data ke dalam database yang sudah disiapkan secara lokal. Selain dapat melakukan aktivitas menyimpan data, pada penggunaan VB.Net dapat juga melakukan cetak hasil data dimensi yang telah diinputkan serta data yang dihitung dalam bentuk output cetak. Penggunaan VB.Net ini pun mempermudah pengguna untuk mengaplikasikan hasil desain untuk direalisasikan karena hasil output cetak dapat mengetahui mana saja bagian-bagian hasil dari perhitungan dimensi pada generator. Maka untuk memudahkan dalam perhitungan dan meminimalisir kesalahan yang terjadi akibat salah menghitung, disusunlah rencana desain perhitungan

perancangan generator sinkron magnet permanen dengan menggunakan VB.Net.

Tinjauan Pustaka

Generator adalah salah satu peralatan listrik yang mampu mengkonversikan daya mekanik menjadi daya listrik. Sedangkan generator sinkron adalah generator yang mampu menghasilkan frekuensi arus listrik yang sebanding dengan kecepatan rotasi mekanik pada rotor. Daya mekanik yang diterima oleh generator biasanya dihasilkan dari gerakan yang terjadi pada turbin dengan bahan bakar fosil atau tenaga alternatif, penggerak ini biasa disebut prime over. Generator sinkron dibagi menjadi 2 jenis, yaitu generator sinkron 1 fasa dan generator sinkron 3 fasa [1].

Konstruksi generator sinkron magnet permanen terdiri dari stator, rotor, celah udara dan magnet permanen yang digunakan. Pada stator merupakan bagian yang diam pada generator, sehingga disebut statis. Dibagian ini terdapat kumparan stator yang terisi oleh lilitan *coil* yang berfungsi sebagai tempat terjadinya induksi elektromagnetik.

Bagian rotor merupakan bagian yang berputar, pada bagian ini dipasang magnet permanen untuk menghasilkan medan magnet yang berguna untuk memberikan elektromagnetik pada generator.

Pada generator selalu ada celah udara yang berfungsi memisahkan antara stator dan rotor. Bagian ini sedikit mempengaruhi hasil dari efisiensi daya yang dihasilkan.

Semakin kecil celah udara yang diberikan maka akan semakin besar efisiensi daya yang dihasilkan pada sebuah generator [2].

Bagian yang terpenting dari generator sinkron magnet permanen adalah magnet permanen. Magnet permanen menggantikan catu daya searah sebagai penghasil medan magnetnya.

Pada bahan magnet permanen, terdapat macam macam tipe jenis magnet yang diketahui:

1. Magnet Neodimium atau dikenal dengan NdFeB (*Neodymium-iron-boron*) yang merupakan magnet tetap yang paling kuat dan magnet ini terbuat dari campuran logam neodymium.
2. Magnet Samarium Cobalt atau SmCo merupakan magnet yang terbuat dari perpaduan Samarium dan Kobalt.
3. Magnet Alnicos terdiri dari Aluminium, Nikel, Kobalt dan Besi.
4. Magnet Ceramics (Ferrites), contohnya barium ferrite $BaOx_6Fe_2O_3$ dan strontium ferrite $SrOx_6Fe_2O_3$.

Pada penelitian ini digunakan 2 jenis magnet permanen yaitu magnet permanen tipe NdFeb 48/11 dan magnet permanen samarium cobalt 26/26. Berikut ini adalah karakteristik magnet permanen yang akan digunakan berdasarkan Magnetic Materials Producers Association (MMPA) [3].

Tabel. 2.3. Nilai Parameter NdFeb 48/11

Residual induction Br at 20C	1,39 T
Energy Product at 20C	367.4 kJ/m ³
Energy Product	48 MGOe
Hci	11000 Oe
Hc	1.060.650 A/m

Tabel. 2.4. Nilai Parameter Samarium Cobalt 26/26

Residual induction Br at 20C	1,07 T
Energy Product at 20C	206.1 kJ/m ³
Energy Product	26 MGOe
Hci	26000 Oe
Hc	799.989 A/m

II. Tujuan dan Manfaat Penelitian

2.1. Tujuan Penelitian

1. Merancang desain generator yang dapat digunakan untuk PLTB (generator skala kecil) dengan dimensi menghasilkan daya 400 Watt.
2. Merancang generator untuk adanya pengaruh dari memvariasikan bahan material magnet permanen dan celah udara pada generator pada software Magnet Infolytica.
3. Mendesain program perancangan generator sinkron magnet permanen

dengan menggunakan software VB.Net untuk mempermudah perhitungan pada perancangan generator magnet permanen.

4. Mengevaluasi hasil dimensi perancangan generator sinkron magnet permanen kedalam database XAMPP.

2.2. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat menghasilkan desain generator yang digunakan untuk PLTB (generator skala kecil) pada daya sebesar 400 Watt.
2. Dapat mengetahui karakteristik pada perbedaan magnet NdFeb dengan Samarium Cobalt dengan variasikan celah udara.
3. Dapat membuat program untuk perhitungan perancangan desain generator sinkron magnet permanen dengan VB. Net.
4. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan referensi karakteristik dari model generator yang didesain tiap variasi material.

III. PEMBAHASAN

3.1. Perhitungan perancangan Generator Sinkron Magnet Permanen

Tahap pertama adalah membuat desain menggunakan rumus yang telah dijadikan referensi dan diperoleh dimensi-dimensi untuk setiap bagian dari generator. Sebelum melakukan perhitungan, digunakan referensi untuk mencari dimensi yang lain dari bagian genertaor, berikut adalah parameter yang harus pertama kali digunakan untuk melakukan perhitungan selanjutnya.

Jenis Dimensi	Dimensi (mm)
Diameter luar stator (Db)	200 mm
Diameter dalam stator (Dc)	130 mm
Diameter dalam lubang slot (De)	185 mm
Diameter rotor	146 mm
Diameter luar magnet (Di)	146 mm
Diameter dalam magnet (Da)	110 mm
Diameter shaft	20 mm
Lebar air gap (Lg)	2 mm
Panjang magnet	18 mm

Tebal magnet (Lm)	5 mm
Tinggi teeth (Lt)	3 mm
Lebar teeth (Wts)	11.3 mm (18 slot)/ 8.5 mm (24 slot)/ 5.6 mm (36 slot)
Jarak antar slot (Ltg)	5.7 mm
Panjang inti stator dan rotor (La)	69 mm
Panjang magnet (Lh)	69 mm
Tebal yoke (Ys)	17 mm
Jumlah slot (Ns)	18/24/36 slot
Jumlah pole (p)	8/16 pole
Jumlah lilitan	145 lilitan
Material inti stator	M250-50A
Material inti rotor	M250-50A
Material shaft	M-19 26 Ga Silicon Steel
Material magnet permanen	NdFeb 48/11
Material lilitan	Copper:5.77e7 Siemens/m
Putaran	450, 500, 750, 1000 rpm
Frekuensi	50 Hz

Tabel Parameter PMSG

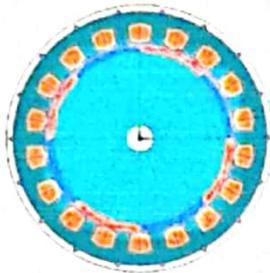
Berdasarkan dari tabel parameter PMSG yang telah diperoleh, maka akan diperoleh perhitungan untuk dimensi yang lainnya yaitu, dimensi utama yang terdiri dari :

Daya (P)	400 Watt
Kecepatan putar (n_s)	450 rpm (7.515 rps)

Specific magnetic loading (B_R)	0.9 T
Specific electric loading (ac)	10.000A/m
Koefisien winding (k_w)	0.617
Power factor ($\cos \theta$)	0.85
Nilai Daya Semu	661,764 VA

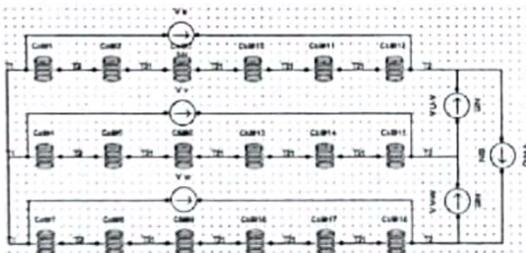
3.2. Desain simulasi menggunakan software MagNet Infolytica

Setelah melakukan perhitungan manual, maka digunakan software MagNet untuk melakukan pengecekan desain generator sinkron magnet permanen untuk mengetahui desain elektromagnetik dari hasilnya.



Gambar Hasil desain PMSG 18 slot-8 pole

Pada hasil desain digunakan simulasi tanpa beban dengan menggunakan rangkaian sebagai berikut :



Gambar Rangkaian tanpa beban

Pengujian penggunaan desain ini dilakukan dengan memberikan tindakan berupa kecepatan putar 450 rpm dengan penggunaan beban sebesar 100 Ω .

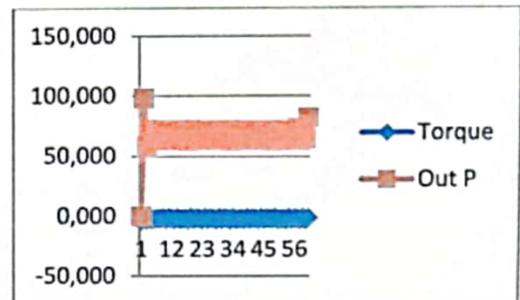
Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya Input (Watt)	Daya Output (Watt)
--------------------	------------------	-------------------------	--------------------------

69.236	0.804	95.045	67.142
--------	-------	--------	--------

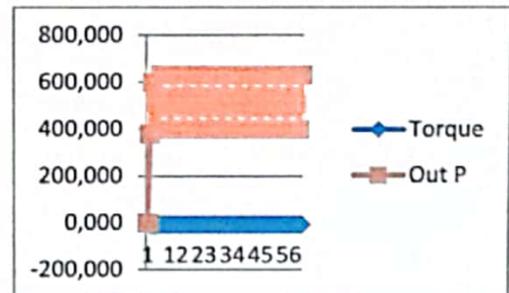
Sehingga pada penelitian ini dengan menggunakan desain generator sinkron magnet permanen dengan menghasilkan daya 400 Watt, diperoleh efisiensi daya sebesar 70.643% pada simulasi menggunakan software Magnet Infolytica.

3.3. Pengujian Simulasi Perbandingan Material Magnet Permanen NdFeB dan Samarium Cobalt

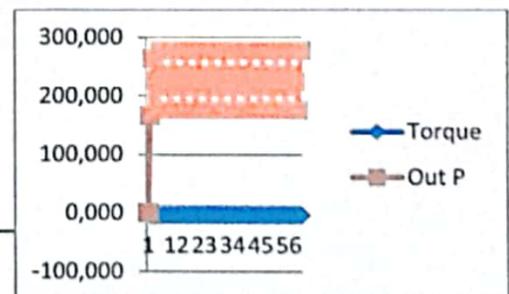
Pada penelitian ini menggunakan bahan magnet permanen NdFeB dengan perlakuan diberikan putaran sebesar 450 rpm dengan variasi celah udara sebesar 2mm dan 2,5 mm. Sehingga diperoleh data sebagai berikut:



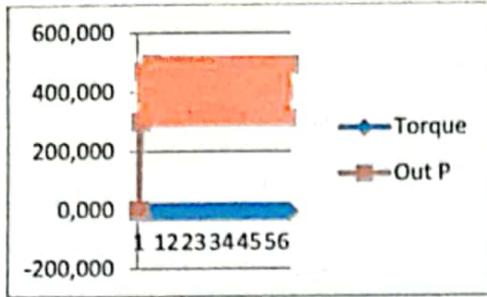
Grafik 1. Hasil Uji NdFeB celah udara 2.5 mm



Grafik 2. Hasil Uji NdFeB celah udara 2 mm



Grafik 3 Hasil Uji Samarium Cobalt celah udara 2.5 mm



Grafik 3 Hasil Uji Samarium Cobalt celah udara 2 mm

Pada hasil uji simulasi diperoleh hasil sebagai berikut:

Jenis Simulasi	Voltage (V)	Current (A)	Input P (Watt)
NdFeB 2.5 mm	69,236	0,804	95,045
NdFeB 2 mm	159,508	3,190	749,048
Samarium Cobalt 2.5 mm	105,887	2,118	332,044
Samarium Cobalt 2 mm	141,323	2,826	613,232
Jenis Simulasi	Out P (Watt)	Efisiensi Daya	
NdFeB 2.5 mm	67,142	70,643%	
NdFeB 2 mm	511,823	68,330%	
Samarium Cobalt 2.5 mm	225,549	67,927%	
Samarium Cobalt 2 mm	401,734	65,511%	

Tabel Hasil Simulasi NdFeB dan Samarium Cobalt

Berdasarkan hasil simulasi diatas, besar efisiensi magnet pada NdFeB lebih besar dibandingkan Samarium Cobalt dikarenakan pengaruh kuat medan magnet pada material. Semakin besar kuat medan magnet suatu material magnet maka akan semakin besar pula efisiensi daya yang dihasilkan.

Pengaruh pada celah udara pun menjadi faktor dalam menentukan hasil efisiensinya, semakin kecil penggunaan celah udara berarti semakin kecil jarak anatr rotor dan stator maka akan semakin besar fluks magnet yang dihasilkan dan berpengaruh pada hasil efisiensi yang besar.

3.4. Perhitungan menggunakan VB.Net

Pada tahap ini adalah pemrograman menggunakan VB.Net untuk melakukan perhitungan secara otomatis dengan hanya menggunakan referensi utama. Hasilnya merupakan efisiensi daya dari perhitungan dimensi, hal ini digunakan untuk mempermudah perhitungan dengan tidak menggunakan sistem manual. Berikut adalah tampilan VB.Net pada perhitungan dimensi generator.



Gambar . Hasil Perhitungan Dimensi Utama



Gambar . Hasil Perhitungan Dimensi Magnet Permanen

The screenshot shows a software window titled 'Perhitungan Efisiensi'. It is divided into several sections:

- Muatan Data:**
 - berat: 8.8 kg
 - data motor blok: 501.76475052293
 - titik per sendi: 452
- Rapung:**
 - rapung pt.: 1.4212
 - rapung dmy: 0.26224
 - rapung rebaja: 205.97
- Hasil Perhitungan:**
 - nilai xi: 47.1
 - nilai t: 5.5236172826743
 - momento inersia: 22.70278
 - rapung per blok: 219.461421187754
 - rapung tji blok: 379.319126857634
 - luas base normal: 1.1420327065596
 - konstanta geometri: 4.65957446928111
 - daya total: 649
 - nilai daya output: 448.974738746225
- Effisiensi:**
 - 63.28275029583 %
- Buttons:**
 - Hitung
 - Cancel
 - Simpan
 - ukuran tabung dalam
 - jumlah slot
 - jumlah pole

Gambar . Hasil Perhitungan Efisiensi

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1. Simpulan

1. Berdasarkan referensi mengenai kombinasi jumlah slot dan pole, pada penggunaan 18 slot dan 8 pole diperoleh hasil efisiensi perhitungan manual sebesar 64.88% sedangkan pada hasil simulasi diperoleh sebesar 70.643%. Sehingga terjadi perbandingan eror sebesar 6%.
2. Berdasarkan variasi magnet antara NdFeb dengan Samarium Cobalt, diperoleh efisiensi terbesar yaitu pada bahan material NdFeb yaitu sebesar 70.643% .
3. Berdasarkan variasi magnet permanen, nilai kekuatan magnet NdFeb lebih besar daripada Samarium Cobalt, sehingga kuat medan magnet NdFeb lebih besar dibandingkan Samarium Cobalt.
4. Berdasarkan pengujian celah udara, semakin jauh celah antara stator dengan rotor maka akan semakin kecil nilai efisiensi yang dihasilkan.
5. Penggunaan perhitungan secara otomatis menggunakan VB.Net lebih efisien waktu, namun harus mempunyai banyak referensi untuk menginputkan data.

4.2. Saran

Berdasarkan penelitian ini, peneliti memiliki banyak kekurangan dan berharap dapat disempurnakan secara bertahap untuk penelitian selanjutnya. Sehingga peneliti mengusulkan beberapa saran dari penelitian ini adalah.

1. Agar dilakukan percobaan dengan membandingkan jenis bahan material magnet permanen yang lain pada dimensi yang berbeda-beda serta mengubah celah udara yang makin kecil.

2. Agar mempermudah perhitungan data pada VB.Net dikembangkan server umum, sehingga beberapa admin dapat memasukkan database perhitungan.

3. Melakukan penelitian mengenai perhitungan otomatis menggunakan VB.Net dengan pencapaian efisien lebih besar dari sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Jacek F. Gieras, Rong-Jie Wang., Maarten J., Kamper., 2014, "Axial Flux Permanent Magnet Brushless Machine", Kluwer Academic Publisher, New York.
- [2] Chapman. J., Stephen., 2005. "Electric Machinery Fundamentals". Amerika: McGraw Hill Companies
- [3] Infolytica Corporation. <https://www.infolytica.com/> (diakses 10 Januari 2021).
- [4] Eugene C. Lister., , 1988 "Mesin dan Rangkaian Listrik", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [5] Zuhail, 1990"Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya", PT Gramedia, Jakarta.
- [6] Mittle, V.N. 1978. Design of Electrical Machines. Delhi: New Chand Jain.
- [7] Theraja, B.L. 1961. Electrical Technology. New Delhi
- [8] Kadir, Abdul, Ir. 1999. Mesin Sinkron. Jakarta: Djambatan
- [9] Rijono, Yon, Drs. 2002. Dasar Teknik Listrik. Yogyakarta: Andi Yogyakarta
- [10] Stephen, J. Chapman. 1999. Electrical Machinery Fundamentals. Australia: McGraw Hill.