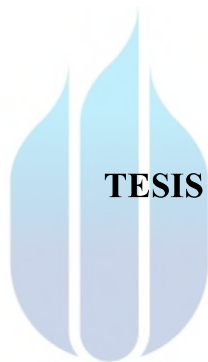




**ANALISA KOIL SPIRAL CEMBUNG
UNTUK TRANSFER DAYA NIRKABEL**



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**JEJE BARKAH SUTRISNA
55420120020**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**



**ANALISA KOIL SPIRAL CEMBUNG
UNTUK TRANSFER DAYA NIRKABEL**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar magister**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**JEJE BARKAH SUTRISNA
55420120020**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jeje Barkah Sutrisna

NIM : 55420120020

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Judul Laporan Tesis : **ANALISA KOIL SPIRAL CEMBUNG UNTUK
TRANSFER DAYA NIRKABEL**

Menyatakan bahwa Laporan Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tesis saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 21 Juli 2024



Jeje Barkah Sutrisna

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Jeje Barkah Sutrisna
NIM : 55420120020
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Tesis : **ANALISA KOIL SPIRAL CEMBUNG UNTUK
TRANSFER DAYA NIRKABEL**

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata S2 pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh :

Pembimbing : Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus
NIDN : 0311057101
Ketua Penguji : Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyo, ST., MT., IPM,
Asean-Eng., APEC-Eng
NIDN : 0312118206
Anggota Penguji : Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng
NIDN : 0327027002



Jakarta, 21 Juli 2024

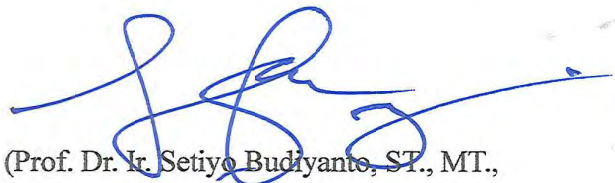
Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Magister Teknik Elektro



(Dr. Zulfa Fitri Ikatinasari, M.T)



(Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyo, ST., MT.,
IPM., Asean-Eng., APEC-Eng)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puja, puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala, teriring Sholawat dan salam semoga terlimpah curah kepada Nabi Muhammad Shalallaahu Alaihi Wassalaam, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tesis ini. Hal ini diupayakan dalam rangka memenuhi syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik pada Universitas Mercu Buana dan harapan penulis untuk dapat meraih jenjang pendidikan yang lebih tinggi. Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari bahwa laporan tesis ini masih jauh dari kata sempurna dan tidak akan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak.

Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Mercu Buana, Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng., atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan kepada penulis untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik / Direktur Program Pascasarjana.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyo, S.T., M.T., I.P.M., Asean-Eng., APEC-Eng., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro.
4. Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu dan pikiran untuk mengarahkan dalam penyusunan tesis ini.
5. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
6. Seluruh dosen dan staf tata usaha pasca sarjana program Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
7. Istri tercinta Mujayanah Soemardie dan anak-anak tersayang Mochtar Aziz Anshorullah, Faishal An-Nashshar dan Muhammad Irfan Hakim yang sangat mendukung penulis hingga dapat menyelesaikan tesis ini.
8. Alm. Bapak Djoko Subroto dan Almh. Ibu Isop Sopiah, selaku orang tua serta Keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan moril, hingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

9. Rekan – rekan mahasiswa MTE angkatan 28 Universitas Mercu Buana yang memberikan motivasi, saran dan berbagi pengetahuan sebagai bahan penyusun tesis ini.
10. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian tesis ini yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tesis ini masih terdapat banyak kekurangan dalam pengerjaannya dikarenakan keterbatasan dan hambatan yang penulis hadapi, oleh karena itu penulis menerima saran dan kritik yang bersifat membangun, demi mendapatkan hasil yang lebih baik, dapat dikirimkan ke alamat email j_barkah@yahoo.com

Penulis berharap Tesis ini dapat memberikan manfaat bagi penulis serta bagi pihak-pihak lain yang membutuhkannya. Semoga Allah SWT memberikan balasan dan kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tesis ini.

Jakarta, 21 Juli 2024



Penulis

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

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jeje Barkah Sutrisna
NIM : 55420120020
Program Studi : MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
Judul Laporan Tesis : **ANALISA KOIL SPIRAL CEMBUNG UNTUK
TRANSFER DAYA NIRKABEL**

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Laporan Magang/Skripsi/Tesis/Disertasi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 27 Juli 2024

Yang menyatakan,



Jeje Barkah Sutrisna

ABSTRAK

Nama : Jeje Barkah Sutrisna
NIM : 55420120020
Program Studi : MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
Judul Laporan Tesis : ANALISA KOIL SPIRAL CEMBUNG UNTUK
TRANSFER DAYA NIRKABEL
Pembimbing : Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus

Sudah banyak perangkat elektronik dan listrik yang menggunakan teknologi Wireless Power Transfer untuk pengisian dayanya. Metode secara umum adalah melalui transmisi daya koil pemancar ke koil penerima, dengan media celah udara diantaranya. Hal ini sesuai Hukum Faraday mengenai energi induksi magnetik. Koil yang digunakan adalah koil spiral cembung, yang berasal dari koil spiral datar yang dicembungkan. Diharapkan dapat mengurangi efek ketidaksejajaran koil dan meningkatkan efisiensi koil dengan material yang sama.

Teknologi berkembang dengan adanya transisi geometri dari koil spiral satu lapis menjadi koil spiral cembung atau bowl shape dan koil multi lapis. Tujuan dari makalah ini merupakan serangkaian eksperimen koil spiral cembung atau bowl shape dan kesesuaiannya dengan beberapa literatur yang dianalisa parameternya. Penggunaan koil spiral cembung memungkinkan fleksibilitas dalam melakukan transfer daya nirkabel lebih efektif.

Penggunaan koil cembung sebenarnya baru digunakan pada beberapa perangkat elektronik berdaya kecil, seperti charger berbentuk mangkuk untuk mengisi daya wearable device, jam tangan dll. Pada penelitian ini penulis mempunyai ide untuk mengaplikasikannya pada model mobil, dengan memposisikan koil pemancar cembung sebagai landasan atau jalan yang akan mengisi daya model mobil dalam kondisi bergerak. Dengan harapan dapat diimplementasikan dalam lingkup yang lebih besar, seperti pengisian kendaraan listrik dalam kondisi berjalan atau dinamis, tidak melalui kabel. Pengisian daya nirkabel mempunyai kelebihan lainnya seperti tidak ada kabel yang terbuka, kemudahan pengisian, dan transmisi listrik yang jauh dari isu lingkungan.

Kata kunci : transfer daya nirkabel, koil spiral cembung, pengisian dinamis.

ABSTRACT

Name : Jeje Barkah Sutrisna
NIM : 55420120020
Study Program : MASTER OF ELECTRICAL ENGINEERING
Title Thesis : CONVEX SPIRAL COIL ANALYSIS FOR
WIRELESS POWER TRANSFER.
Counsellor : Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus

Many electronic and electrical devices have used Wireless Power Transfer technology for charging. The general method is through the transmission of power from the transmitter coil to the receiver coil, with an air gap media between them. This is following Faraday's Law regarding magnetic induction energy. The coil used is a convex spiral coil, which is derived from a convex flat spiral coil. It is expected to reduce the effect of coil misalignment and increase the efficiency of the coil with the same amount of material.

Technology is developing with the geometric transition from a single-layer spiral coil to a convex spiral coil or bowl shape and a multi-layer coil. The purpose of this paper is a series of experiments on the shape of a convex spiral coil or bowl and its suitability with several literatures that analyze its parameters. The use of a convex spiral coil allows sneezing to carry out wireless power transfer more effectively.

The use of convex coils has actually only been used in several small-power electronic devices, such as bowl-shaped chargers to charge wearable devices, watches, etc. In this study, the author has the idea to apply it to a car model, by positioning the convex transmitter coil as a base or path that will charge the car model while moving. With the hope that it can be implemented in a larger scope, such as charging electric vehicles in running or dynamic conditions, not through cables. Wireless charging has other advantages such as no exposed cables, ease of charging, and electricity transmission that is far from environmental issues.

Keywords: wireless my transfer, convex spiral coil, dynamic charging.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
LEMBAR SIMILARITY CHECK	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Kontribusi Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pendahuluan Wireless Power Transfer.....	6
2.2.1 Karya awal Nikola Tesla	6
2.2.2 Teknologi Wireless Power Transfer.....	7
2.2 Metode Wireless Power Transfer.....	8
2.2.1 Wireless Power Transfer Induktif	9
2.2.2 Wireless Power Transfer Resonansi Magnetik	10
2.2.3 Induktansi diri dan induktansi timbal balik	12
2.2.4 Jenis Topologi Sirkuit.....	12
2.2.5 Koil dan Resonator	13
2.2.6 Ketidaksejajaran koil	14
2.2.7 Geometri Koil.....	15
2.3 Desain Pengisi Daya Resonansi Magnetik	16
2.3.1 Penyearah Jaringan.....	18
2.3.2 Inverter Primer	18
2.3.3 Jaringan Kompensasi.....	18
2.3.4 Penyearah Sekunder	19
2.4 Studi Literatur	19
2.4.1 Penelitian sebelumnya	20
2.4.2 Sistem transfer daya nirkabel perangkat pemantau untuk bio-signal.....	23
2.4.3 Sampel koil dan pengukuran induktansi.....	25
2.4.4 Formulasi cembung untuk efisiensi sistem.....	26

2.4.5	Aplikasi WPT untuk Dynamic Wireless Charging	28
BAB III		30
METODE PENELITIAN		30
3.1	Tahapan Penelitian	30
3.1.1	Blok Diagram Rancang Bangun Alat	30
3.1.2	Simulasi menggunakan kalkulator koil	31
3.1.3	Perakitan rangkaian wireless power transfer	31
3.1.4	Perancangan koil pemancar dan koil penerima	31
3.1.5	Pengujian ketidaksejajaran koil pada jarak yang berbeda	31
3.1.6	Pengumpulan data	31
3.1.7	Analisa percobaan	31
3.1.8	Penarikan kesimpulan	32
3.1.9	Penulisan laporan	32
3.2	Diagram alir penelitian	32
3.3	Perancangan rangkaian wireless power transfer :	33
3.3.1	Perancangan Oscilator & Receiver	33
3.3.2	Pemilihan Jenis Koil	33
3.4	Perancangan dan realisasi perangkat keras pada model mobil	33
3.4.1	Membuat bagan perakitan untuk wireless charging pada model mobil	33
3.4.2	Menentukan modul untuk wireless charging pada model mobil	34
3.5	Peralatan pendukung yang digunakan	35
3.5.1	Power Supply Digital DPS-305BM	35
3.5.2	Multi meter	35
3.5.3	ESR meter	35
BAB IV		37
HASIL DAN DISKUSI		37
4.1	Simulasi parameter koil dan pengaruhnya terhadap induktansi dan	37
	frekuensi resonansi	37
4.1.1	Pengaruh banyaknya lilitan terhadap induktansi dan frekuensi resonansi	37
4.1.2	Pengaruh diameter kawat terhadap induktansi dan frekuensi resonansi ...	38
4.1.3	Pengaruh inner diameter lingkaran terhadap induktansi dan frekuensi	39
	resonansi	39
4.1.4	Pengaruh nilai kapasitor terhadap induktansi dan frekuensi resonansi	40
4.2	Perancangan rangkaian Wireless Power Transfer (WPT)	41
4.3	Perancangan koil pemancar dan koil penerima berdiameter kawat 0.5 mm	43
	dan 0.9 mm.	43
4.3.1	Efek perubahan jarak antar koil terhadap tegangan beban resistor	44
4.3.2	Penambahan jumlah lilitan, diameter koil dan penggantian beban	45
	rangkaiannya	45
4.3.3	Membuat koil pemancar dan koil penerima dengan bentuk spiral	46
4.4	Pembuatan koil pemancar cembung dan koil penerima datar dengan	47
	diameter lingkaran dan kawat yang lebih besar.	47
4.4.1	Perancangan dan pembuatan koil pemancar dan koil penerima	48
	menggunakan diameter kawat 3mm	48
4.4.2	Melakukan pengukuran dengan jarak tetap 3 cm antara koil pemancar dan	49
	koil penerima	49

4.4.3	Pengaruh frekuensi terhadap koil pemancar datar dan koil pemancar cembung	50
4.5	Aplikasi wireless power transfer untuk wireless charging pada model mobil.....	51
4.5.1	Pembuatan koil pemancar dan koil penerima dengan bentuk datar.	53
4.5.2	Pembuatan koil pemancar cembung 1 dan koil penerima datar.....	54
4.5.3	Pembuatan koil pemancar cembung 2 dan koil penerima datar.....	55
4.5.4	Pengaruh perbedaan ketebalan akrilik terhadap induksi dari koil pemancar datar dan koil pemancar cembung.....	56
4.6	Perbandingan hasil penelitian dengan literatur	59
BAB V	61
PENUTUP	61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema tipikal struktur koil Tesla.....	7
Gambar 2.2 Transfer daya nirkabel bola lampu	8
Gambar 2.3 Tipe transfer daya nirkabel.....	8
Gambar 2.4 Ilustrasi induksi medan magnet.....	9
Gambar 2.5 Induktor gabungan.....	10
Gambar 2.6 Induktor gabungan dengan kompensasi kapasitor	10
Gambar 2.7 Perbandingan kopling resonansi magnetik (S-S) dan induksi elektromagnetik non-resonansi (N-N).....	11
Gambar 2.8 Self-inductance & Mutual Inductance.....	12
Gambar 2.9 Lima topologi rangkaian	13
Gambar 2.10 Tipe penyusunan kopling	14
Gambar 2.11 Jenis ketidaksejajaran koil.....	15
Gambar 2.12 Geometri koil untuk pengisi daya nirkabel	16
Gambar 2.13 Struktur umum pengisi daya nirkabel	17
Gambar 2.14 Topologi pengisi daya nirkabel	18
Gambar 2.15 Tipe dari kopling WPT	20
Gambar 2.16 Peta konsep literatur pengisian baterai.....	20
Gambar 2.17 (a) Ilustrasi mangkuk pengisian daya nirkabel; (b) irisan penampang mangkuk; (c) koil pemancar pengisian daya nirkabel	23
Gambar 2.18 Skema koil multilayer spiral planar dengan tampilan penampang (a) lapisan ganda (b) koil spiral empat lapis.	24
Gambar 2.19 Perhitungan dan simulasi resistansi (R) dan induktansi (L) terhadap N (a) koil spiral planar dua lapis (b) empat lapis (c) Faktor Q.....	24
Gambar 2.20 Faktor Q terhadap g dan N untuk koil spiral planar dua lapis.....	25
Gambar 2.21 Skema koil sensor, kanan adalah koil sensor PCB.....	25
Gambar 2. 22 Model sirkuit ekuivalen sistem WPT multi-kumparan dengan kumparan N.....	27
Gambar 2.23 Skema dynamic wireless charging station (DWCS).	29
Gambar 3.1 Blok diagram wireless power transfer.....	30
Gambar 3.2 Diagram alir tahapan penelitian	32
Gambar 3.3 Rangkaian koil pemancar & koil penerima.....	33
Gambar 3. 4 Bagan dan rangkaian komponen penyusun model mobil.....	34
Gambar 3.5 Modul wireless charging model mobil.....	34
Gambar 3.6 Catu daya DC Digital	35
Gambar 3. 7 Multimeter digital.....	35
Gambar 3.8 ESR meter digital	36
Gambar 4.1 Grafik perubahan lilitan	38
Gambar 4.2 Grafik perubahan diameter kawat	39
Gambar 4.3 Grafik perubahan inner diameter lingkaran	40
Gambar 4.4 Grafik perubahan nilai kapasitor.....	41
Gambar 4.5 Rangkaian skema WPT	41
Gambar 4.6 Gambar grafik tegangan dan frekuensi koil dan Led	42
Gambar 4. 7 Ilustrasi rangkaian koil pemancar dan penerima.....	43
Gambar 4.8 Grafik tegangan dan frekuensi pada koil diameter 0.5 mm	44

Gambar 4.9 Grafik efek perubahan jarak pada tegangan koil diameter 0.5 mm dan 0.9 mm	45
Gambar 4.10 Penggantian beban dengan kipas mini	45
Gambar 4.11 Pembuatan koil bentuk spiral	47
Gambar 4.12 Koil dan penampang koil	48
Gambar 4.13 Koil pemancar cembung dan koil penerima datar berjarak 3 cm....	49
Gambar 4.14 Pergeseran koil penerima datar secara manual	49
Gambar 4.15 Grafik pengaruh jarak dari koil pemancar datar dan koil pemancar cembung	50
Gambar 4.16 Grafik pengaruh frekuensi dari koil pemancar datar dan koil pemancar cembung	51
Gambar 4.17 Skema blok wireless charging pada kendaraan listrik	52
Gambar 4.18 Komponen dirakit pada rangka model mobil.....	52
Gambar 4.19 Pengisian daya pada kendaraan listrik daya secara dinamis	53
Gambar 4.20 Akrilik target sebagai landasan	53
Gambar 4.21 Pergerakan maju model mobil secara manual.....	53
Gambar 4. 22 Grafik pengaruh bentuk koil terhadap tegangan dan arus.....	56
Gambar 4. 23 Ilustrasi ketebalan akrilik 2, 4 dan 6 mm	57
Gambar 4. 24 Grafik perbandingan arus pada koil pemancar datar dan cembung dengan tebal akrilik 2,4,6 mm.	59



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ringkasan studi literatur.....	21
Tabel 4.1 Simulasi perubahan lilitan.....	37
Tabel 4.2 Simulasi perubahan diameter kawat.....	38
Tabel 4.3 Simulasi perubahan inner diameter lingkaran.....	39
Tabel 4.4 Simulasi perubahan nilai kapasitor	40
Tabel 4.5 Tegangan dan frekuensi pada koil dan led	42
Tabel 4.6 Tegangan dan frekuensi pada koil diameter 0.5 mm dan 0.9 mm.....	43
Tabel 4.7 Efek perubahan jarak pada tegangan koil diameter 0.5 mm dan 0.9 mm	44
Tabel 4.8 Penggantian beban dengan kipas mini	46
Tabel 4.9 Pengukuran item koil	48
Tabel 4.10 Pengaruh jarak dari koil pemancar datar dan koil pemancar cembung.....	50
Tabel 4.11 Pengaruh frekuensi dari koil pemancar datar dan koil pemancar cembung.....	51
Tabel 4.12 Pengaruh jarak dari pusat lingkaran koil pemancar datar terhadap tegangan dan arus.....	54
Tabel 4.13 Pengaruh jarak dari pusat lingkaran koil pemancar cembung 1 terhadap tegangan dan arus.....	55
Tabel 4.14 Pengaruh jarak dari pusat lingkaran koil pemancar cembung 2 terhadap tegangan dan arus.....	55
Tabel 4.15 Perubahan parameter koil pemancar datar terhadap ketebalan akrilik 4 dan 6 mm	57
Tabel 4.16 Perubahan parameter koil pemancar cembung terhadap ketebalan akrilik 4 dan 6 mm.....	58

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh :

Nama : Jeje Barkah Sutrisna

NIM : 55420120020

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Dengan judul “ANALISA KOIL SPIRAL CEMBUNG UNTUK TRANSFER DAYA NIRKABEL” telah dilakukan pengecekan similarity dengan system Turnitin pada tanggal Jakarta, 17 September 2024 didapatkan nilai persentase sebesar 11 %.

Jakarta, 17 September 2024

Saras Nur Praticha, S.Psi., MM

