

**LAPORAN SKRIPSI**

**KODE SIKLIK UNTUK MENDETEKSI DAN MENGOREKSI  
KESALAHAN PENULISAN AKSARA PEGON**



**WIDA YASKA ANDIKA YUSUF**

**NIM : 21106010020**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2026**

**SKRIPSI**

**KODE SIKLIK UNTUK MENDETEKSI DAN MENGOREKSI  
KESALAHAN PENULISAN AKSARA PEGON**

***CYCLIC CODE FOR DETECTING AND CORRECTING ERROR  
IN PEGON SCRIPT***

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat Sarjana

Matematika



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
WIDA YASKA ANDIKA YUSUF  
NIM : 21106010020  
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

**2026**



## **SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Peretujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Wida Yaska Andika Yusuf

NIM : 21106010020

Judul Skripsi : Kode Siklik untuk Mendeteksi dan Mengoreksi Kesalahan Penulisan Aksara Pegon

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 13 Mei 2026

Pembimbing I

Muhamad Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc.  
NIP. 19840113 201503 1 001

Pembimbing II

Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom.  
NIP. 19720423 199903 1 003



## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1194/Un.02/DST/PP.00.9/06/2026

Tugas Akhir dengan judul : Kode Siklik untuk Mendeteksi dan Mengoreksi Kesalahan Penulisan Aksara Pegon  
yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : WIDA YASKA ANDIKA YUSUF  
Nomor Induk Mahasiswa : 21106010020  
Telah diujikan pada : Selasa, 02 Juni 2026  
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang  
Muhamad Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc.  
SIGNED

Valid ID: 6a2238f0cb004



Penguji I  
Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom  
SIGNED

Valid ID: 6a1fec0f55b5b



Penguji II  
Arif Munandar, M.Sc.  
SIGNED

Valid ID: 6a2139f489dbf



Yogyakarta, 02 Juni 2026  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 6a223cd9527e1

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wida Yaska Andika Yusuf

NIM : 21106010020

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir Skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri, bukan terjemahan atau duplikasi, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti ketidakbenaran pernyataan ini, sepenuhnya akan menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 11 Mei 2026



Wida Yaska Andika Yusuf

STATE ISLAMIC U  
SUNAN KA  
YOGYAKARTA

## HALAMAN MOTTO



*Suradira jayingrat, lebur dening pangastuti.*

(Keberanian, kedigdayaan dan kekuasaan akan luluh dengan  
kelembutan dan kebijaksanaan)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA ~Falsafah Jawa  
YOGYAKARTA

Terkadang orang yang tidak terdugalah yang menciptakan sesuatu di  
luar dugaan.

~Alan Turing

## HALAMAN PERSEMBAHAN



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Karya ini penulis persembahkan kepada ilmu pengetahuan dan  
kepada siapa saja yang berusaha menjaganya.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum wr wb.*

*Alhamdulillah rabbil 'alamin.* Segala puji bagi Allah Swt., Tuhan segala alam. Tuhan yang memberi tahu manusia apa-apa yang tidak mereka tahu. Tuhan yang mengatur segala urusan termasuk urusan skripsi ini yang telah selesai dengan judul “Kode Siklik untuk Mendeteksi dan Mengoreksi Kesalahan Penulisan Aksara Pegon”. Shalawat dan Salam senantiasa dihaturkan kepada Nabi mulia akhir zaman, Nabi Muhammad saw. Nabi yang lebih mementingkan umatnya dibandingkan diri pribadinya.

Penulis sampaikan banyak-banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Tanpa mengurangi rasa hormat, penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D., Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc., Ketua Program Studi Matematika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Muhamad Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Skripsi I dan Bapak Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Skripsi II yang telah mencurahkan waktu, pikiran dan tenaga dalam pembimbingan sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Sri Utami Zuliana, S.Si., M.Sc., Ph.D., Dosen Pembimbing Akademik penulis yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis selama menjalankan proses studi.
6. Bapak ibu dosen Prodi Matematika dan seluruh staf Fakultas Sains dan Teknologi yang baik secara langsung maupun tidak langsung berperan dalam mendidik penulis selama proses studi.

7. Kawan-kawan, teman-teman dan kenalan-kenalan penulis selama proses studi.
8. Siapa saja yang berperan, baik langsung maupun tidak langsung, yang memberikan keluasan pandangan kepada penulis.
9. Bapak dan ibu penulis yang telah banyak memberi dukungan dan doa-doa demi kelancaran studi, dan adik penulis yang selalu punya banyak cerita. Semoga Allah Swt. memberikan kelimpahan kasih sayang kepada semua.

Terakhir, sebagaimana tidak ada gading yang tidak retak, penulis menyadari atas ketidaksempurnaan skripsi ini. Oleh karena itu, besar harapan penulis atas masukan, kritik dan saran dari pembaca sekalian.

*Wassalamu 'alaikum wr wb.*

Yogyakarta, 15 Mei 2026

Wida Yaska Andika Yusuf

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Tinjauan Pustaka .....	6
1.7 Metode Penelitian.....	7
1.8 Sistematika Penulisan .....	8
<b>BAB II DASAR TEORI.....</b>	<b>10</b>
2.1 Grup .....	10
2.2 Ring.....	14
2.3 Lapangan.....	17
2.4 Ruang Vektor .....	20
2.5 Kode Linear.....	26

2.6	Matriks Generator dan Matriks Cek Paritas.....	31
2.7	Proses <i>Encoding</i> dan <i>Decoding</i> Kode Linear.....	34
2.7.1	Proses <i>encoding</i> kode linier .....	35
2.7.2	Proses <i>decoding</i> kode linier .....	36
2.8	Polinomial .....	43
2.9	Kode Siklik .....	49
2.10	Proses <i>Encoding</i> dan <i>Decoding</i> Kode Siklik .....	57
2.10.1	Proses <i>encoding</i> kode siklik.....	58
2.10.2	Proses <i>decoding</i> kode siklik.....	59
2.10.3	Algoritma <i>decoding</i> untuk kode siklik .....	64
2.11	Aksara Pegon .....	67
<b>BAB III</b>	<b>PEMBAHASAN .....</b>	<b>71</b>
3.1	Korespondensi Aksara Pegon.....	71
3.2	<i>Encoding</i> dengan Kode Siklik.....	78
3.3	<i>Decoding</i> dengan Kode Siklik.....	84
<b>BAB IV</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>96</b>
4.1	Kesimpulan.....	96
4.2	Saran .....	98
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>99</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>		<b>101</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel cayley $\mathbb{Z}_2 = \{0, 1\}$ .....	11
Tabel 2.2. Tabel <i>standard array</i> .....	42
Tabel 2.3. Tabel look up syndrome .....	43
Tabel 2.4. Error dan syndrome untuk (7,4) – kode siklik .....	64
Tabel 2.5. Huruf-huruf Aksara Pegon .....	68
Tabel 2.6. Tanda Bunyi vokal pada Aksara Pegon .....	69
Tabel 3.1. Aksara Pegon .....	72
Tabel 3.2. Tanda bunyi Aksara Pegon .....	72
Tabel 3.3. Korespondensi Aksara Pegon .....	74
Tabel 3.4. Korespondensi tanda bunyi Aksara Pegon .....	74
Tabel 3.5. Korespondensi Aksara Arab tambahan .....	83
Tabel 3.6. Korespondensi tanda bunyi tambahan .....	83
Tabel 3.7. (7,4) - Kode linear siklik dengan $g(x) = 1 + x + x^3$ .....	84

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1. Aksara Pegon</b> .....	70
<b>Gambar 3.1. Huruf Hijaiyah (30 huruf)</b> .....	71



## DAFTAR SIMBOL

$\mathbb{Z}$	: Himpunan semua bilangan bulat.
$\mathbb{Z}_n$	: Himpunan bilangan bulat modulo $n$ .
$V_n$	: Ruang vektor sebanyak $n$ elemen.
$F_q$	: Lapangan hingga dengan sebanyak $q$ elemen.
$V_n(F_q)$	: Ruang vektor atas lapangan hingga.
$a \in A$	: $a$ anggota himpunan $A$ .
$b \notin A$	: $b$ bukan anggota himpunan $A$ .
$A \subseteq X$	: $A$ himpunan bagian dari $X$ .
$C$	: Kode linear atas ruang vektor
$C^\perp$	: Komplemen ortogonal dari $C$ .
$ C $	: Banyaknya anggota pada $C$ .
$\lfloor x \rfloor$	: Bilangan bulat terbesar kurang dari atau sama dengan $x$ .
$d(x, y)$	: Besar jarak hamming antara vektor $x$ dan $y$ .
$d(C)$	: Besar jarak hamming pada kode $C$ .
$w(v)$	: Besar bobot hamming pada vektor $v$ .
$w(C)$	: Besar bobot hamming pada kode $C$ .
$s(v)$	: <i>Syndrome</i> vektor $v$ .
$\sum_{i=1}^n x_i y_i$	: Hasil kali dalam pada vektor $x$ dan $y$ .
$\prod_{i=1}^n a_i$	: Perkalian dari $a_1 \cdot a_2 \cdot \dots \cdot a_n$ .
$F[x]$	: Himpunan polinomial $x$ dengan koefisien di lapangan $F$ .
$f(x)$	: Fungsi polinomial.
$\bar{h}(x)$	: Polinomial timbal balik $h(x)$ .
$\deg f(x)$	: Derajat terbesar dari polinomial $f(x)$ .
$\langle a_1, a_2, \dots, a_n \rangle$	: Ideal yang dibangun oleh $a_1, a_2, \dots, a_n$ .
$\langle p(x) \rangle$	: Ideal yang dibangun oleh $p(x)$ .
■	: Akhir dari suatu pembuktian.

## INTISARI

### KODE SIKLIK UNTUK MENDETEKSI DAN MENGOREKSI KESALAHAN PENULISAN AKSARA PEGON

Oleh

WIDA YASKA ANDIKA YUSUF

NIM. 21106010020

Perkembangan Agama Islam di Nusantara, khususnya di Jawa, memberikan banyak dampak termasuk pada penulisan aksara. Sistem penulisan semula dengan Aksara Jawa kemudian berkembang dengan munculnya Aksara Arab dengan bunyi serupa di Jawa yang kemudian dinamakan Aksara Pegon. Aksara ini umum ditemukan pada teks-teks kuno atau manuskrip yang mengandung berbagai informasi. Untuk menjaga kelestarian atau keaslian bentuk teks, salah satu cara yang digunakan adalah dengan penyalinan ke dalam komputer atau mengubahnya ke dalam format digital dengan menjaga keaslian sumber teks. Namun, dalam proses penyalinan adakalanya terjadi kesalahan atau eror. Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan kode siklik untuk mengecek dan mengoreksi kesalahan penulisan saat penyalinan. Pengonstruksian kode siklik dan korespondensinya dengan Aksara Pegon dilakukan sebelum digunakan untuk pengecekan dan pengkoreksian. Dalam penelitian ini digunakan metode kualitatif dengan cara berbagai sumber bacaan dikumpulkan untuk dikonstruksikan kode sikliknya dan pendataan jenis Aksara Pegon. Terdapat 21 huruf dan 6 tanda bunyi untuk Aksara Pegon. Apabila dibentuk ke dalam digit biner dihasilkan 5-bit untuk huruf dan 3-bit untuk tanda bunyi yang apabila terdapat satu huruf beserta tanda bunyi maka menjadi 8-bit. Dalam proses cek dan koreksi, pada satu blok kata yang terdiri dari 4 huruf dan 4 tanda bunyi, terdapat matriks generator  $G$  berukuran  $4 \times 7$  untuk proses *encoding* dan matriks cek paritas  $H$  berukuran  $3 \times 7$  untuk melakukan pendeteksian dan pengoreksian atau proses *decoding*. Terdapat polinomial generator, yaitu  $g(x) = (1 + x + x^3)$  untuk proses *encoding* dan polinomial cek paritas, yaitu  $h(x) = (x^7 - 1)/g(x) = (1 + x + x^2 + x^4)$  untuk proses *decoding*.

**Kata kunci:** *Aksara Pegon, decoding, encoding, kode siklik, pengoreksian.*

## ABSTRACT

### CYCLIC CODE FOR DETECTING AND CORRECTING ERROR IN PEGON SCRIPT

by

WIDA YASKA ANDIKA YUSUF

NIM. 21106010020

Islam throughout the Nusantara, particularly in Java, had many impacts including on writing. The writing system, which used the Javanese script, evolved with the Arabic script, adapted to reflect Javanese sounds, and was named the Pegon script. This script can be found in manuscripts containing information. To preserve the authenticity of a text, one method is to transcribe it into a computer or convert it into a digital format while maintaining the authenticity of the source text. However, sometimes errors can occur during the transcription process. This can be addressed by using a cyclic code to detect and correct transcription errors. The construction of the cyclic code and its correspondence with the Pegon script is carried out before it is used for detection and correction. This study employed a qualitative method by collecting various sources of literature to construct the cyclic code and document the types of Pegon script. There are 21 letters and 6 phonetic symbols. When converted into binary digits, this results in 5-bits for letters and 3-bits for phonetic symbols; thus, a single letter with its phonetic symbol occupies 8-bits. In the detection and correction, for a single block consisting of 4 letters and 4 phonetic symbols, there is a  $4 \times 7$  generator matrix  $G$  for encoding and a  $3 \times 7$  parity-check matrix  $H$  for decoding. There is a generator polynomial  $g(x) = (1 + x + x^3)$  for the encoding and a parity check polynomial  $h(x) = (1 + x + x^2 + x^4)$  for the decoding.

**Keywords:** *Pegon script, decoding, encoding, cyclic code, correction.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan Agama Islam di Pulau Jawa memberikan dampak terhadap kebudayaan, termasuk di dalam hal kepenulisan. Sistem penulisan yang semula menggunakan Aksara Jawa kemudian bertambah dengan adanya Aksara Arab. Tidak seperti Aksara Arab pada umumnya, menurut Behrend (1996:162), Aksara Arab yang berkembang di Pulau Jawa mengalami akulturasi budaya sehingga terjadi beberapa perbedaan pada hurufnya yang menyesuaikan dengan pengucapan orang-orang di Pulau Jawa. Aksara yang berkembang ini kemudian dinamakan dengan Aksara Arab Pegon atau Aksara Pegon (Pudjiastuti, 2009).

Aksara Pegon, menurut Kromoprawirto, memiliki akar kata *pego* yang berarti “*ora lumrah anggone ngucapke*” (tidak lazim dalam pelafalannya) dikarenakan secara bentuk beraksara arab akan tetapi pelafalannya mengikuti pelafalan Aksara Jawa, yaitu *Hanacaraka*. Aksara Pegon dapat ditemukan pada teks-teks kuno atau manuskrip di Pulau Jawa, seperti pada naskah “*Syair Darmanita*” yang berisi ajaran Agama Islam, “*Serat Raja Kandhak*” tentang sastra, surat oleh Bagus Ngarpatem yang terdapat tulisan “*Sanat hing dinten Jumuah Pahing kaping tiga likur Wulan Siyam Tahun Jimakhir :angka: sewu pitung atus pitung dasa*” yang menggunakan sistem penanggalan Jawa Tahun *Jimakhir 1770* dan pada rajah atau mantra (Pudjiastuti, 2009). Hal ini menunjukkan bahwa Aksara Pegon ini tidak hanya digunakan dalam kajian keagamaan melainkan juga digunakan dalam hal penulisan lainnya.

Teks-teks tersebut tidak menutup kemungkinan mengandung banyak ilmu dan informasi yang dapat diwariskan kepada generasi berikutnya sehingga perlu dilakukan pelestarian terhadap teks-teks tersebut. Salah satu proses pelestariannya adalah dengan pendigitalisasian terhadap teks kuno tersebut. Penyalinan teks kuno secara digital berguna untuk melestarikan isi meski bentuk fisik dari teks rusak dan untuk memudahkan pembaca dalam membaca atau mengkaji isi dari teks (Prastiani

& Subekti, 2019). Penyalinan seperti ini juga sudah umum dilakukan pada kitab-kitab keagamaan lain, yang dalam hal ini Agama Islam, yang banyak dan mudah dijumpai.

Dalam proses penyalinan digital tidak menutup kemungkinan adanya kekeliruan dan kesalahan, sehingga perlu adanya pendeteksian dan pengoreksian kesalahan dalam suatu informasi. Hal ini bisa terjadi pada manusia itu sendiri atau pada mesin yang merupakan buatan manusia di mana mereka tidak dapat selalu diandalkan untuk menghindari kesalahan dan jika tidak dilakukan pengoreksian maka konsekuensinya bisa serius (Jones & Jones, 2000). Kesalahan dan kekeliruan dapat dilakukan oleh manusia juga tercantum di dalam hadist Nabi Muhammad saw. Hadist tersebut menjelaskan bahwa setiap manusia memiliki salah dan yang terbaik dari mereka adalah yang bertaubat atau memperbaiki kesalahannya.

كُلُّ بَنِي آدَمَ خَطَّاءٌ وَخَيْرُ الْخَطَّائِينَ التَّوَّابُونَ

*“Setiap anak Adam pasti berbuat salah dan sebaik-baik orang yang berbuat kesalahan adalah yang bertaubat.”* (HR. Tirmizi No. 2499, Shahih at-Targīb 3139) (Al-Albani, 2000).

Untuk mengantisipasi dan mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan dalam penyalinan manuskrip atau teks kuno yang bertuliskan Aksara Pegon, dapat dilakukan dengan cara mengkodekan Aksara Pegon dengan menggunakan teori pengkodean. Teori pengkodean adalah sesuatu yang berkaitan dengan bagaimana mengirimkan informasi secara akurat dan efisien dari pengirim ke penerima melalui *channel* atau saluran. Teori pengkodean didasarkan pada penelitian Shannon pada tahun 1948. Di dalam makalah tersebut, dijelaskan secara khusus, Teorema Fundamental Shannon menjamin adanya kode pengoreksi kesalahan yang baik. Tujuan dari teori pengkodean adalah dengan menggunakan teknik matematika untuk dapat mengonstruksi kode pengoreksi tersebut dan digunakan untuk menyediakan algoritma yang efektif untuk menggunakannya (Jones & Jones, 2000).

Dalam teori pengkodean terdapat pembahasan mengenai kode siklik. Kode ini menggunakan korespondensi dengan polinomial untuk membuat susunan kode-

kodenya dan perhitungan prosesnya. Kode ini dikatakan kode siklik karena kata kodenya merupakan pergeseran secara siklik dari kode yang lain. Pergeseran siklik dapat dikatakan sebagai pemindahan data dari posisi terakhir ke posisi awal (Lint, 1988).

Kode siklik dapat dikatakan cukup efektif dalam implementasinya untuk mendeteksi dan mengoreksi suatu kesalahan. Kode siklik menggunakan banyak pembahasan materi tentang aljabar sehingga membuatnya cukup menarik untuk dibahas. Selain itu, banyak kode merupakan turunan dari kode siklik (Vanstone & Oorschot, 1989).

Kode siklik dapat digunakan secara efisien untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan dalam suatu penyimpanan atau pengiriman data. Proses ini dinamakan proses *encoding* atau pengkodean suatu pesan dan *decoding* atau mengembalikan pesan ke semula. Dalam proses penyimpanan atau pengiriman terdapat dua jenis kesalahan yang dapat dikoreksi oleh kode siklik, yaitu kesalahan acak (*random*) dan kesalahan berupa rentetan (*burst*)

Kesalahan acak (*random*) dapat terjadi ketika data yang dikirimkan memiliki kemungkinan  $p$  untuk keliru dan kemungkinan  $1 - p$  untuk tidak keliru yang mana kesalahan yang terjadi terbebas dari data lain yang dikirimkan. Oleh karena itu, kesalahan dapat terjadi secara acak. Contoh dari kesalahan ini adalah seperti pada saluran satelit. Sedangkan kesalahan rentetan (*burst*) dapat terjadi karena adanya gangguan yang berkaitan dengan data yang lain. Akibatnya kesalahan bisa terjadi pada kelompok atau suatu rentetan data. Kesalahan rentetan dapat terjadi pada saluran radio, transmisi kabel dan perekaman magnetik yang rentan kehilangan data karena rusak atau terdapat partikel debu pada permukaannya (Lin & Daniel J. Costello, 1983).

Penelitian mengenai penggunaan kode siklik pernah dilakukan oleh Mustamin (Mustamin, 2024). Pada penelitian ini dijelaskan bagaimana penerapan kode siklik untuk kriptografi dengan kunci publik McEliece. Pada kriptografi atau persandian, proses enkripsi menggunakan *encode* dan begitu juga proses dekripsi melibatkan *decode*.

Penelitian untuk mengecek dan mengoreksi kesalahan penulisan sudah pernah dilakukan oleh Riyanto (Riyanto, 2020). Pada penelitian tersebut dijelaskan kejadian kesalahan dalam penulisan ayat Al-Qur'an. Oleh karena itu dibutuhkan suatu cara untuk mengetahui letak kesalahan dan bagaimana cara untuk memperbaikinya. Penelitian tersebut menggunakan kode linier untuk mengoreksi kesalahan dalam penulisan Huruf Hijaiyah. Pada penelitian itu pula dibahas bagaimana cara korespondensi suatu Huruf Hijaiyah dengan suatu kode agar dapat dilihat dan dikoreksi kesalahannya.

Cara mengkorespondensikan antara Huruf Hijaiyah dengan suatu kode pernah dilakukan oleh Alqahtani (Alqahtani & dkk., 2012). Kemudian penelitian ini dikembangkan oleh Kuppuswamy dan Alqahtany untuk enkripsi pesan rahasia dalam Huruf Hijaiyah (Kuppuswamy & Alqahtani, 2014). Perkembangan penelitian mengenai pengkodean Huruf Hijaiyah kemudian terus dilakukan oleh Hadi untuk keperluan pengamanan pesan rahasia (Hadi, 2017). Ketiga penelitian ini berfokus pada bagaimana pengamanan suatu pesan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa masalah dapat dirumuskan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana mengonstruksikan kode siklik untuk pengecekan dan pengoreksian kesalahan.
2. Bagaimana melakukan korespondensi antara Aksara Pegon dengan suatu kode menggunakan kode siklik.
3. Bagaimana cara mendeteksi dan mengoreksi kesalahan penulisan Aksara Pegon yang telah dikodekan dengan kode siklik.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui konstruksi kode siklik untuk mengecek dan mengoreksi kesalahan suatu pesan.
2. Mengetahui korespondensi kode siklik untuk Aksara Pegon.

3. Menganalisis cara mendeteksi dan mengoreksi kesalahan penulisan Aksara Pegon yang telah dikodekan dengan kode siklik.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat dari penelitian ini antara lain untuk:

1. Memberikan pengetahuan tentang dasar aljabar yang membentuk atau mengonstruksi kode siklik untuk mengoreksi suatu kesalahan pesan.
2. Memberikan pengetahuan tentang bagaimana cara mencari hubungan antara Aksara Pegon dengan suatu kode jika dikorespondensikan.
3. Memberikan suatu gambaran bagaimana penggunaan kode siklik untuk mengecek dan mengoreksi kesalahan dalam suatu teks pesan.
4. Membantu pemelihara dan pecinta teks kuno atau manuskrip yang hendak menjaga keaslian teks ketika disalin dalam bentuk digital.
5. Menjaga keselarasan aksara antara teks kuno atau manuskrip dengan salinan digitalnya.

#### 1.5 Batasan Masalah

Kesalahan atau eror yang terjadi dibatasi pada bagaimana jika kesalahan terdapat pada penyimpanan. Akibatnya apabila suatu kata yang diterima atau kata yang ditampilkan dari penyimpanan akan berbeda dengan suatu kata yang dikirim atau kata yang dimasukkan ke dalam penyimpanan ketika diproses. Pada penelitian ini tidak dibahas kesalahan yang terjadi ketika memasukan kata sehingga kata yang dimasukkan berbeda dengan teks naskah yang asli.

Fokus utama pembahasan dalam penelitian ini adalah bagaimana penerapan kode siklik dengan proses *encoding* atau pengkodean dan *decoding* atau pengembalian ke kode semula untuk mengecek dan mengoreksi kesalahan penulisan Aksara Pegon. Jenis kesalahan yang mampu dikoreksi oleh kode siklik pada penelitian ini hanya dibatasi pada bagaimana jika terdapat kesalahan secara acak (*random*) pada suatu kode. Sedangkan kesalahan jenis rentetan (*burst*) tidak dibahas dalam penelitian ini.

Aksara Pegon digunakan dalam penelitian ini berfokus pada Aksara Pegon yang berhubungan dengan bunyi di Aksara Jawa atau Aksara Hanacaraka. Adapun Aksara Arab atau Huruf Hijaiyah hanya digunakan untuk membantu dalam proses *encoding* dan *decoding*. Keselarasan makna atau bunyi tidak dibahas pada penelitian ini. Dengan kata lain, penyalinan teks naskah kuno dilakukan mengikuti teks asli yang hendak disalin.

## 1.6 Tinjauan Pustaka

Skripsi ini menggunakan penelitian dari Riyanto (2020) dengan judul “Kode Linear untuk Deteksi dan Koreksi Kesalahan Penulisan dalam Huruf Hijaiyah” sebagai referensi utama. Pada artikel tersebut dibahas mengenai bagaimana pengonstruksian korespondensi Huruf Hijaiyah agar dapat dikodekan menggunakan kode linear, jenis kesalahan seperti apa yang dapat dideteksi dan dikoreksi menggunakan kode linear, serta bagaimana cara mendeteksi dan mengoreksi kesalahan penulisan dalam Huruf Hijaiyah menggunakan kode linear.

Referensi yang digunakan sebagai pendukung adalah dari berbagai buku karya Vanstone (1989), Ling dan Xing (2004) dan Gallian (2010) dalam pembahasan mengenai aljabar untuk mengonstruksikan kode siklik. Referensi lainnya yang menjelaskan teori pengkodean berasal dari Hill (1997) dan Bierbrauer (2017). Selain referensi-referensi tersebut, juga terdapat berbagai referensi yang digunakan untuk mendukung penelitian ini.

Penelitian mengenai penggunaan kode siklik pernah dilakukan oleh Mustamin (2024). Pada penelitian ini dijelaskan bagaimana penerapan kode siklik untuk kriptografi dengan kunci publik McEliece. Pada penelitian ini, pembentukan matriks generator untuk kode siklik menggunakan polinomial generator yang didasarkan pada algoritma pembagian. Proses enkripsi pada kriptografi melibatkan proses *encode* dan begitu juga proses dekripsi melibatkan proses *decode*.

Dalam penentuan jenis dan bentuk Aksara Pegon, penelitian ini menggunakan sumber artikel karya Pudjiastuti (2009) dan Hidayani (2020). Di dalam artikel tersebut telah dirincikan Aksara Pegon yang umum penggunaannya. Selain itu pada

artikel tersebut juga disandingkan hubungan antara jenis Aksara Pegon dan Aksara Jawa yang bersesuaian.

### 1.7 Metode Penelitian

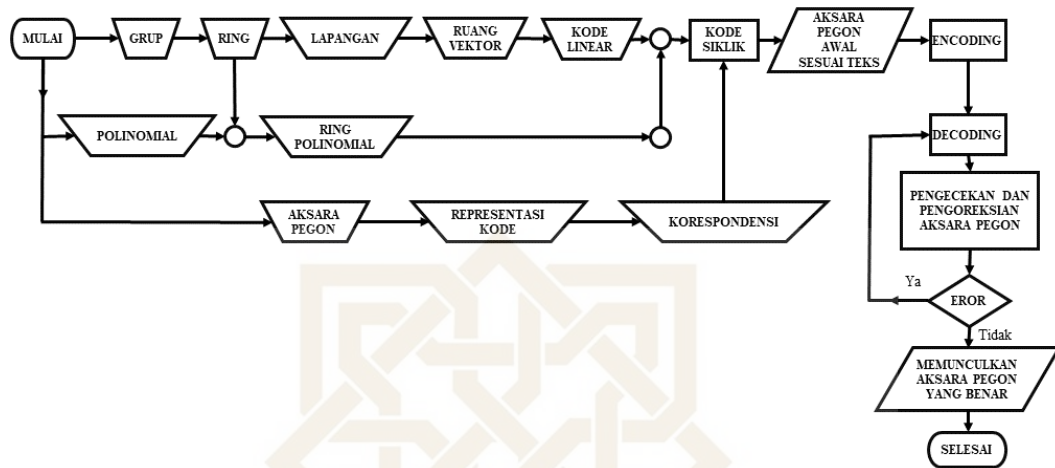
Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode kualitatif berupa studi literatur atau studi bacaan. Studi bahan bacaan merupakan kegiatan yang berhubungan dengan mengumpulkan, membaca, mencatat, menganalisis dan mengolah beragam sumber bacaan, seperti buku, artikel, laporan dan lain-lain. Penelitian ini membahas definisi, teorema hingga contoh suatu topik yang berkaitan dengan penelitian. Selanjutnya dibahas penggunaan kode siklik untuk mengetahui dan mengoreksi kesalahan penulisan Aksara Pegon.

Penelitian ini dilakukan dengan berfokus pada analisis konsep-konsep aljabar yang berkaitan dengan teori pengkodean khususnya kode siklik. Tahapan dimulai dengan identifikasi masalah, yaitu bagaimana struktur aljabar seperti grup, ring dan lapangan digunakan dalam pembentukan sistem pengkodean yang mampu mendeteksi dan mengoreksi kesalahan atau eror. Fokus utama diarahkan pada peran lapangan hingga dalam penyusunan kode linier melalui matriks generator  $G$  dan matriks cek paritas  $H$  serta hubungan keduanya.

Data-data dikumpulkan dari berbagai sumber sekunder seperti buku teks aljabar, artikel jurnal serta referensi akademik yang relevan. Selanjutnya, materi diklasifikasikan berdasarkan tema-tema utama, seperti struktur dasar aljabar, konstruksi kode siklik, dan bagaimana penerapannya dalam teori pengkodean. Analisis dilakukan secara deduktif dengan menelaah keterkaitan antar konsep dan menurunkan formulasi-formulasi matematis seperti transformasi vektor pesan melalui matriks  $G$ , verifikasi *syndrome* dengan matriks  $H$ , serta prosedur *encoding-decoding* berbasis polinomial. Untuk mendukung penjelasan, juga digunakan representasi matematis formal dan ilustrasi dengan suatu contoh.

Pembahasan selanjutnya yaitu mengorespondensikan atau mengaitkan suatu Aksara Pegon dengan kode biner. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui penggunaan kode siklik untuk mencari dan mengoreksi kesalahan dengan proses

*encoding* dan *decoding*. Alur penulisan skripsi ini dapat dilihat pada ilustrasi bagan alir berikut:



## 1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini dibagi menjadi empat bab, dengan perincian sebagai berikut:

### a) BAB I Pendahuluan

Pada bab pendahuluan dibahas latar belakang penelitian skripsi ini, rumusan masalah yang diajukan, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan batasan masalah penelitian ini. Selain itu disampaikan juga tinjauan pustaka untuk menemukan kesenjangan penelitian, memetakan fokus pembahasan dan menghindari duplikasi. Terakhir pada bab ini dibahas metodologi penelitian serta sistematika dalam penulisan skripsi ini.

### b) BAB II Dasar Teori

Di bab ini dibahas teori-teori pada aljabar, seperti grup, ring, lapangan dan ruang vektor untuk membangun kode linear. Kemudian untuk kode linear dibahas hingga proses *encoding* dan *decoding*. Setelah itu dibahas juga mengenai polinomial yang berperan dalam proses perhitungan pada kode siklik. Pembahasan kode siklik diakhiri dengan penjelasan bagaimana proses *encoding* dan *decoding* dilakukan. Teori terakhir yang disampaikan mengenai Aksara Pegon. Dasar teori yang disampaikan juga diberikan beberapa contoh untuk memudahkan pemahaman.

c) BAB III Pembahasan

Pada bab pembahasan dipaparkan proses korespondensi antara suatu Aksara Pegon dengan suatu kode untuk kemudian dilakukan proses pengecekan dan pengoreksian kesalahan dan diberikan contoh bagaimana penggunaannya. Kemudian dibahas mengenai proses *encoding* untuk menunjukkan cara bagaimana pesan dikodekan sehingga kemudian dapat dicek dan dikoreksi apabila terdapat kesalahan. Setelah itu dibahas bagaimana proses *decoding* dari suatu pesan Aksara Pegon jika pesan tersebut terdapat kesalahan. Proses ini dilakukan untuk mendeteksi kesalahan yang terjadi dan mengoreksi kesalahan tersebut.

d) BAB IV Penutup

Di bab penutup diberikan kesimpulan dari penelitian ini dan saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

## BAB IV

### PENUTUP

Telah dibahas bagaimana kode siklik digunakan untuk pengecekan dan pengoreksian dalam penulisan Aksara Pegon. Berikut ini disampaikan kesimpulan dari hasil penelitian ini beserta beberapa saran untuk penelitian berikutnya.

#### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada penelitian ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan berdasarkan rumusan masalah di awal, yaitu:

1. Dalam pengonstruksian kode siklik diperlukan Grup, Ring, Lapangan Hingga, Ruang Vektor dan Kode Linear. Kemudian polinomial sebagai korespondensi kata kode-kata kode pada kode siklik digunakan untuk proses perhitungan pada Kode Siklik. Terdapat proses *encoding* yang menggunakan matriks generator dari polinomial generator untuk memberi bit tambahan yang digunakan dalam proses pengecekan bit pesan yang terkirim. Terdapat proses *decoding* yang menggunakan matriks cek paritas dari komplemen ortogonal suatu kode untuk proses pengoreksian apabila terjadi kesalahan dalam pengiriman pesan.
2. Cara melakukan korespondensi antara Aksara Pegon dengan suatu kode dilakukan dengan ekspansi biner pada setiap Aksara Pegon. Aksara Pegon yang bersesuaian dengan Aksara Hanacaraka memiliki 20 aksara yang kemudian ditambah satu aksara untuk awalan vokal sehingga total terdapat 21 aksara. Dilakukan ekspansi biner setiap aksaranya menjadi sebanyak 5-bit kode biner. Dimulai dari aksara “Ha” dengan ekspansi biner (00001) hingga awalan vokal dengan ekspansi biner (10101). Begitu pula dilakukan untuk tanda bunyi Aksara Pegon yang terdapat 5 tanda bunyi. Dilakukan ekspansi biner terdapat sebanyak 3-bit. Dimulai dari bentuk bunyi “*fathah*” yang dikorespondensikan dengan ekspansi biner (001) hingga “*pepet*” yang dikorespondensikan dengan ekspansi biner (101). Apabila terdapat spasi pada tiap huruf maka biner

menjadi (00000) dan huruf yang tidak terdapat tanda bunyi maka biner menjadi (000).

Korespondensi 21 Aksara Pegon dengan bilangan biner tidak dapat terakomodasi sehingga diperlukan Aksara Arab yang digunakan nantinya dalam proses *encoding*. Tambahan aksara ini berupa 10 Aksara Arab tambahan yang dikorespondensikan ke bilangan biner menjadi (11111) dan 2 tanda bunyi dengan kode binernya (111).

3. Dengan melakukan pembuatan blok suatu kata yang berjumlah 4 huruf dengan tanda bunyi, tiap blok didapatkan matriks generator untuk proses *encoding*. Matriks generator tersebut adalah

$$G = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

atau dapat dituliskan

$$G = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Apabila ditulis dalam bentuk polinomial generator menjadi

$$g(x) = (x^3 + x + 1).$$

Proses pendeteksian dilakukan dengan menggunakan matriks cek paritas.

Adapun matriks cek paritasnya adalah

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

atau dapat dituliskan dalam bentuk lain menjadi

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Matriks cek paritas apabila dituliskan dalam bentuk polinomial menjadi

$$h(x) = (x^7 - 1)/g(x) = 1 + x + x^2 + x^4.$$

Matriks cek paritas digunakan untuk mengecek apakah suatu pesan Aksara Pegon yang telah dikorespondensi dengan bilangan biner terdapat kesalahan

atau tidak. Apabila terdapat kesalahan atau eror maka dilakukan dengan *syndrome decoding* untuk mencari eror dan kemudian diubah bit eror dengan bit yang benar. Pengubahan ini menghasilkan bit yang benar dan apabila diterjemahkan kembali akan menghasilkan Aksara Pegon yang benar dan kesalahan dapat teratasi.

Pengecekan dan pengoreksian dapat juga dilakukan dengan perhitungan polinomial menggunakan algoritma pembagian. Kemudian muncul polinomial *syndrome* yang digunakan untuk mengetahui letak bit kesalahan dan mengubahnya menjadi bit yang benar.

#### 4.2 Saran

Berikut ini beberapa saran penulis untuk penelitian berikutnya, di antaranya:

1. Penambahan jenis aksara, seperti apabila aksara diletakkan di depan, tengah maupun belakang sehingga menambah banyak bit yang berpotensi menjaga pesan agar lebih aman apabila terjadi kesalahan.
2. Pengkodean Aksara Arab dilakukan bersamaan dengan Aksara Pegon.
3. Penggunaan *burst error* untuk mengoreksi kesalahan.
4. Penggunaan bit panjang tanpa memecah menjadi blok-blok aksara.
5. Pengaplikasian dengan menggunakan sistem komputer.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Albani, S. M. (2000). *Shahih at-Targhib wa at-Tarhib*. (I. Karimi, M. Aini, & K. Samhudi, Trans.) Riyadh: Maktabah al-Ma'arif.
- Allenby, R. B. (1983). *Ring, Fields and Groups*. London: Edward Arnold Ltd.
- Alqahtani, Y., & dkk. (2012). NEW APPROACH OF ARABIC ENCRYPTION/DECRYPTION TECHNIQUE USING VIGENERE CIPHER ON MOD 39. *IJARIE: International Journal of Advanced Research in IT and Engineering*, 1(6), 1-9.
- Anggraeny, O., & Manshur, A. (2024). Fenomena Penggunaan Bahasa Pegon dalam Meningkatkan Pemahaman Kitab Kuning di Pondok Pesantren Darussalam Putri Utara Blokagung Banyuwangi. *Jurnal Darussalam; Jurnal Pendidikan, Komunikasi dan Pemikiran Hukum Islam*, XVI(1), 77-97.
- Anton, H., & Kaul, A. (2019). *Elementary Linear Algebra*. USA: Wiley.
- Bierbrauer, J. (2017). *Introduction to Coding Theory*. New York: Chapman and Hall/CRC.
- Fraleigh, J. B. (2003). *A First Course in Abstract Algebra*. London: Pearson.
- Gallian, J. A. (2010). *Contemporary Abstract Algebra, Seventh Edition*. Belmont, CA: Brooks/Cole.
- Habibi, W. (2020). Pemahaman Teks Kitab Kuning di Pondok Pesantren Al Miftah Puncu Kediri dengan Metode Arab Pegon. *DIRASAH*, 3(2), 152-165.
- Hadi, A. K. (2017). Toward Trust and More Characters of Arabic Short Message Service using Encryption. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(21), 5384-5387.
- Hidayani, F. (2020). Paleografi Aksara Pegon. *Tamaddun: Jurnal Sejarah dan Kebudayaan Islam*, 8(2), 302-319.
- Hill, R. (1997). *A First Course in Coding Theory*. New York: Oxford University Press.
- Irakusuma, R. N., & Hendrokumoro. (2024). Variasi Ortografi Khusus Pegon dalam Teks Syi'ir Tandha Qiyamat. *PeGON*, 13(2), 19-37.
- Jones, G. A., & Jones, J. M. (2000). *Information and Coding Theory*. London: Springer.

- Judson, T. W., & Beezer, R. A. (2022). *Abstract Algebra: Theory and Applications*. Michigan: Orthogonal Publishing L3C.
- Kuppuswamy, P., & Alqahtani, Y. (2014). NEW INNOVATION OF ARABIC LANGUAGE ENCRYPTION TECHNIQUE USING NEW SYMMETRIC KEY ALGORITHM. *IJAET: International Journal of Advances in Engineering & Technology*, VII(1), 30-37.
- Lin, S., & Daniel J. Costello, J. (1983). *Error control coding*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Ling, S., & Xing, C. (2004). *Coding Theory: A First Course*. New York: Cambridge University Press.
- Lint, J. H. (1988). *Introduction to Coding Theory and Algebraic Geometry*. Berlin: Birkhauser Verlag.
- Moreira, J. C., & Farrell, P. G. (2006). *Essentials of Error-Control Coding*. England: John Wiley & Son, Ltd.
- Mustamin, M. A. (2024). *PENERAPAN KODE SIKLIK PADA SISTEM KRIPTOGRAFI KUNCI PUBLIK MCELIECE*. Skripsi. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.
- Prastiani, I., & Subekti, S. (2019). DIGITALISASI MANUSKRIP SEBAGAI UPAYA PELESTARIAN DAN PENYELAMATAN INFORMASI (STUDI KASUS PADA MUSEUM RADYA PUSTAKA SURAKARTA). *Jurnal Ilmu Perpustakaan*, 6(3), 141-150.
- Pudjiastuti, T. (2009). Tulisan Pegon Wujud Identitas Islam-Jawa: Tinjauan atas Bentuk dan Fungsinya. *Suhuf*, 2(2), 271-284.
- Riyanto, M. Z. (2020). Kode Linear untuk Deteksi dan Koreksi Kesalahan Penulisan dalam Huruf Hijaiyah. *JURNAL FOURIER*, IX(2), 49-58.
- Vanstone, S. A., & Oorschot, P. C. (1989). *AN INTRODUCTION TO ERROR CORRECTING CODES WITH APPLICATIONS*. Norwell: Kluwer Academic Publisher.
- Wahyuni, S., & dkk. (2020). *TEORI RING DAN MODUL*. Sleman: Gadjah Mada University Press.
- Wicker, S. B. (1995). *Error Control System for Digital Communication and Storage*. New Jersey: Englewood Cliffs.