

Implementasi Metode LCG (*Linear Congruential Generator*) pada Aplikasi *Computer Based Test* (CBT) Menggunakan Pendekatan Keamanan Data berbasis OTP (*One Time Password*) untuk Menghindari Kecurangan

Ulul Mafaza¹, Turkhamun Adi Kurniawan²

^{1,2} Prodi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Pekalongan, Indonesia

¹ululmafaza02@gmail.com, ²t.adikurniawan@gmail.com

Abstrak

Ujian berbasis komputer (*Computer-Based Test*/CBT) kini menjadi solusi modern dalam sistem penilaian pendidikan, namun masih menghadapi tantangan serius terkait keamanan serta potensi kecurangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi CBT berbasis *web* yang mengimplementasikan metode *Linear Congruential Generator* (LCG) untuk pengacakan soal serta sistem keamanan berbasis *One-Time Password* (OTP) sebagai autentikasi pengguna. Penelitian dilaksanakan di Pusat Kegiatan Belajar Masyarakat (PKBM) Ki Hajar Dewantoro, Kabupaten Pekalongan, menggunakan pendekatan model pengembangan perangkat lunak *Waterfall* yang terdiri dari lima tahapan, yaitu analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, serta pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode LCG mampu membuat urutan soal acak yang tidak sama untuk setiap peserta ujian, sehingga secara signifikan mengurangi kemungkinan terjadinya kolaborasi antar peserta dan meminimalkan potensi kecurangan. Pada sisi lain, sistem OTP terbukti efektif dalam memberikan lapisan keamanan tambahan pada proses autentikasi. OTP membantu mencegah penyalahgunaan akun serta memastikan bahwa hanya peserta yang sah yang bisa mengakses ujian. Aplikasi yang dikembangkan tidak hanya bisa mengelola proses ujian secara efisien, namun juga menaikkan transparansi dan kepercayaan terhadap pelaksanaan CBT. Sistem ini dapat berjalan secara real-time, mendukung mobilitas pengguna, serta kompatibel dengan banyak sekali perangkat. Sistem ini bisa ditingkatkan dengan menambahkan fitur keamanan yang lebih canggih seperti autentikasi dua faktor (2FA) dan sistem analisis otomatis yang mampu mengidentifikasi pola-pola penipuan. Penemuan ini diharapkan mampu menyampaikan kontribusi konkret dalam membangun sistem ujian yang adil, aman, dan terpercaya di era digital.

Kata kunci: *Computer Based Test, Linear Congruential Generator, One Time Password*

1. Pendahuluan

Saat ini, kemajuan teknologi berkembang dengan sangat cepat, dan percepatan ini berperan penting dalam kehidupan, termasuk di sektor pendidikan. Dalam dunia pendidikan, terdapat peningkatan yang mencolok dalam mutu, kecepatan, serta kemudahan pemanfaatan teknologi informasi untuk meningkatkan proses belajar mengajar. (Syaifuddin et al. , 2022). Perkembangan tersebut membawa tantangan dan peluang baru baik dalam pendidikan maupun dunia kerja. Oleh karena itu, untuk melaksanakan tugas dan tanggung jawab mereka dengan lebih efisien dan efektif, para pendidik perlu memanfaatkan teknologi dan digitalisasi sebagai alat dalam menyampaikan pengetahuan di bidang pendidikan saat ini (Buana et al. , 2024).

Pendidikan adalah usaha untuk mengembangkan potensi seseorang secara menyeluruh, mencakup berbagai aspek kehidupan seperti kognitif, spiritual, sosial, dan lainnya. Untuk mengoptimalkan potensi individu, pemerintah

Indonesia berusaha menyediakan layanan pendidikan yang mencakup jalur formal, nonformal, dan informal (Makleat et al. , 2022). Hal ini sejalan dengan Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional tahun 2003, Pasal 26 yang menyatakan: “Ayat (1) Pendidikan nonformal diselenggarakan untuk masyarakat yang membutuhkan layanan pendidikan yang berperan sebagai pengganti, tambahan, dan/atau pelengkap pendidikan formal dalam mendukung pendidikan sepanjang hayat; ayat (2) Pendidikan nonformal berfungsi untuk mengembangkan potensi peserta didik dengan fokus pada penguasaan pengetahuan dan keterampilan fungsional serta pengembangan sikap dan kepribadian profesional.”

Pusat Kegiatan Belajar Masyarakat (PKBM) atau *Community Learning Center* adalah lembaga pendidikan nonformal yang dapat dikelola oleh individu, organisasi, atau komunitas dan memiliki peran strategis dalam mendidik masyarakat secara berkualitas. Lembaga ini bertujuan untuk menyediakan kesempatan pendidikan bagi warga setempat, meningkatkan komunikasi antara masyarakat dan pemerintah, mendistribusikan

literatur yang mendukung kepentingan publik, memberikan pelatihan, serta menumbuhkan minat belajar di kalangan masyarakat (Tohani, 2022).

PKBM Ki Hajar Dewantoro merupakan wadah yang mendukung pemerintah dalam penyelenggaraan pendidikan kesetaraan (program Paket A, Paket B, dan Paket C), pendidikan untuk orang dewasa (*andragogi*), menyediakan Pendidikan Keterampilan Hidup (PKH), Pendidikan Keterampilan Kerja (PKK), Pendidikan Kewirausahaan (PKW), Pendidikan Kecakapan Kewirausahaan Unggulan (PKWU), serta memberdayakan masyarakat yang kurang mampu, terbelakang, dan tidak berdaya. Untuk mencapai kesejahteraan masyarakat yang dapat membangun diri sendiri, diperlukan sumber daya manusia yang berkualitas guna menghadapi masa depan yang lebih baik.

Ujian merupakan salah satu cara untuk mengevaluasi proses pembelajaran. Ujian dalam bidang pendidikan bertujuan untuk mengukur sejauh mana siswa telah memenuhi tujuan pembelajaran mereka. Apabila hasilnya kurang optimal, maka proses pembelajaran perlu ditingkatkan secara kualitatif dan kuantitatif (Rinaldi, 2022). Kualitas pembelajaran di era modern sangat bergantung pada kemudahan akses guru dan siswa terhadap sumber pembelajaran serta kemampuan mereka untuk menggunakan media pembelajaran dengan efektif. Paradigma pembelajaran yang beralih dari tradisional ke berbasis teknologi menjadi fenomena utama di era komputer dan internet saat ini. Selain itu, ada pergeseran besar dari penilaian berbasis kertas ke penilaian berbasis komputer (Buana et al., 2024). Pemanfaatan teknologi informasi (*Computer*) menjadi salah satu media yang dapat dipergunakan untuk ujian maupun tes yang disebut CBT (*Computer Based Test*). Menggunakan CBT bisa menjadi penunjang keefektifan evaluasi serta pelaksanaan suatu tes atau ujian (Syaifuddin et al., 2022).

Dalam penyelenggaraan program pendidikan kesetaraan khususnya dalam pelaksanaan ujian atau asesmen PKBM Ki Hajar Dewantoro masih menggunakan sistem ujian konvensional atau yang biasa disebut dengan istilah *Peper Based Test* (PBT). Berdasarkan keterangan dari Kepala PKBM Ki Hajar Dewantoro, sistem ujian konvensional yang selama ini digunakan masih memiliki banyak kelemahan, khususnya dari segi efisiensi waktu, biaya, dan keamanan. Misalnya, pada pelaksanaan ujian sebelumnya tercatat sebanyak 537 peserta dari 16 kelas mengikuti ujian untuk 13 mata pelajaran. Biaya penggandaan satu naskah soal mencapai Rp2.100 per eksemplar. Jika dihitung secara keseluruhan, maka total biaya penggandaan soal saja dapat mencapai: $537 \text{ peserta} \times 13 \text{ mata pelajaran} \times \text{Rp}2.100 = \text{Rp}14.649.900$. Angka tersebut belum termasuk biaya distribusi, pengumpulan lembar jawaban, serta waktu yang dibutuhkan untuk proses perekapan nilai yang bisa memakan waktu hingga 3–5 hari. Di samping itu,

sistem konvensional juga menimbulkan permasalahan lain seperti penumpukan kertas dan risiko kebocoran soal.

Meskipun sebelumnya pernah digunakan platform seperti Google Form, sistem tersebut belum mampu memberikan jaminan keamanan dan keunikan soal bagi setiap peserta. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi yang tidak hanya beralih dari metode konvensional ke digital, tetapi juga menjawab tantangan keamanan dan efisiensi secara menyeluruh. Salah satu solusi yang diusulkan adalah pengembangan aplikasi *Computer Based Test* (CBT) dengan implementasi metode *Linear Congruential Generator* (LCG) untuk pengacakan soal serta sistem *One Time Password* (OTP) untuk otentikasi pengguna. Dengan kombinasi teknologi ini, proses ujian dapat berjalan lebih aman, efisien, dan hemat biaya tanpa mengurangi kualitas serta integritas pelaksanaan ujian.

Computer Based Test (CBT) atau tes berbasis komputer. *Computer Based Test* atau disingkat CBT merupakan tes yang dilakukan dengan menggunakan komputer dan internet, karakteristik dari sistem ini hampir sama dengan tes pada umumnya hanya saja media pengerjaannya saja yang berbeda. Perbedaannya terletak pada penyampaian soalnya yang tak lagi memakai media kertas dan pengoreksiannya bisa langsung dilakukan sesudah tes terselesaikan, sehingga memberikan kemudahan bagi seluruh penggunanya (Arifin et al., 2021).

Linear Congruential Generator (LCG) merupakan *pseudo random number generator* yang mudah diimplementasikan secara komputasi dan memiliki kecepatan yang relatif cepat. LCG, atau yang juga dikenal sebagai Pembangkit Bilangan Acak *Kongruen-Lanjar*, merupakan metode pembangkit bilangan acak yang sederhana, mudah dimengerti teorinya dan mudah diimplementasikan. Adapun rumus dari metode LCG ialah sebagai berikut:

$$X_n = (aX_{n-1} + b) \bmod m \quad (1)$$

Keterangan:

X_n = bilangan acak ke- n dari deretnya

X_{n-1} = bilangan acak sebelumnya

a = faktor pengali

b = penambah

m = modulus (Gunadi & Andrianingsih, 2023)

OTP atau *One time Password* merupakan kode yang umumnya dikirimkan melalui *email* atau SMS menjadi langkah tambahan dalam proses otentikasi ketika memasukkan *ID* dan *Password*. saat ini, OTP sudah menjadi standar pada keamanan perangkat lunak, terutama dalam dompet *digital*, untuk mencegah kejahatan serta tindakan kriminal yang bisa merugikan pihak-pihak terkait (Alfarizi et al., 2024).

Dalam penelitian ini, digunakan metode *waterfall*. Menurut (Hasanah, 2020) model *waterfall* adalah salah satu model dari SDLC yang paling praktis, model ini hanya sesuai untuk pengembangan

software yang mempunyai spesifikasi yang permanen. Dari mulai analisis kebutuhan, perancangan (*design*), implementasi, pengujian (*testing*), dan *maintenance*.

Terdapat beberapa penelitian terdahulu sebagai referensi penelitian ini. Penelitian yang dilakukan oleh (Riski et al., 2022) sudah berhasil didesain serta dibangun menggunakan berbasis *web* memakai pengujian *Blackbox* serta UAT (*Use Acceptance Testing*), dengan dibangunnya aplikasi *Computer Based Test* mempercepat dan mempermudah proses pelaksanaan ujian pada prodi sistem informasi. Penelitian yang dilakukan oleh (Rinaldi, 2022) mengenai Implementasi Metode LCG pada aplikasi CBT buat Tes Potensi Akademik Berbasis *Web* berhasil mengimplementasikan metode *Linear Congruential Generator* (LCG) di aplikasi *Computer Based Test* (CBT) berbasis *Web* untuk Tes Potensi Akademik. Penggunaan metode LCG memungkinkan pengacakan soal secara dinamis sehingga setiap peserta ujian mendapatkan urutan soal yang berbeda. Implementasi ini efektif dalam mengurangi risiko kecurangan, meningkatkan keamanan ujian, serta mendukung pelaksanaan ujian secara lebih efisien dan terstruktur. Penelitian yang dilakukan Perancangan Aplikasi *Computer Based Test* (CBT) Pada Sekolah Buddhis Bodhicitta Dengan Menggunakan Metode *Unified Modelling Language* (UML) (Siahaan, 2021). Hasil penelitian ini adalah pengembangan aplikasi CBT yang menggunakan metode *Unified Modelling Language*, yang dirancang untuk mempermudah calon siswa dalam menjalani ujian dan membantu pihak admin dalam mengatur hasil ujian. Implementasi yang digunakan yaitu dengan *framework Laravel* dan memanfaatkan *MySQL* sebagai *database* nya. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh (Siswanto & Senjaya A. Morang, 2023). Penelitian membahas tentang rancang bangun aplikasi *Computer based Test* (CBT) serta Optimasinya menggunakan *Cache* dan *Queue Job*. Penelitian ini menggunakan metode *prototyping* menjadi pengembangannya dan memakai bahasa *PHP* dengan *framework Laravel 8* buat perancangan sistem. Dari hasil pengujian memakai *Apache Benchmark*, diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa aplikasi CBT berbasis *web* ini mampu mengakomodir aktivitas ujian di sekolah dengan jumlah 737 peserta didik dalam satu sesi ujian. Penelitian dengan judul Perancangan Aplikasi *Computer Based Test* (Cbt) Psikotes Berbasis *Website* (Hemawati & Chernovita, 2022). Aplikasi *Computer Based Test* (CBT) psikotes dibuat berbasis *website* dan menggunakan metode pengembangan sistem *Agile* dengan model *Extreme Programming*, bahasa pemrograman *PHP*, *database MySQL*. di penelitian ini Perencanaan memakai *flowchart*, perancangannya menggunakan *use case* dan *activity diagram* serta hasil pengujian memakai *Blackbox Testing* aplikasi bisa berjalan dengan baik. Manfaat dari penelitian ini ialah untuk membantu dalam

pengelolaan ujian dan mengatasi risiko menggunakan cara mengubah sistem ujian dari sistem ujian manual menjadi sistem *Computer Based Test* (CBT).

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penulis tertarik untuk membahas mengenai masalah tersebut sebagai topik penelitian yang berjudul “Implementasi Metode LCG (*Linear Congruential Generator*) pada Aplikasi *Computer Based Test* (CBT) Menggunakan Pendekatan Keamanan Data berbasis OTP (*One Time Password*) untuk Menghindari Kecurangan”. Adapun metode pengembangan program yang digunakan yaitu metode *waterfall* dengan menerapkan perancangan berbasis UML (*Unified Modelling Language*). Tahap implementasi dikembangkan dengan menggunakan *framework PHP* yaitu *CodeIgniter*. dan tahap pengujian dilakukan menggunakan *Blackbox Testing*.

2. Metode

2.1 Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data berkaitan dengan penelitian, maka diperlukan teknik dalam rangka pengumpulan data sesuai kebutuhan di PKBM Ki Hajar Dewantoro. Adapun teknik pengumpulan data dari penelitian yang dilakukan peneliti yakni: observasi, wawancara, dan studi literatur pustaka. Observasi yang penulis lakukan adalah dengan cara mengamati proses asesmen atau evaluasi pembelajaran yang berjalan. Selain itu, observasi yang juga dilakukan oleh penulis adalah dengan cara mengambil data-data penting untuk perancangan aplikasi CBT. Setelah kegiatan observasi dilakukan wawancara dengan operator sekolah selaku pihak yang mengurus dan mengelola data akademik dalam aplikasi CBT. Kepada kepala PKBM dan tutor untuk mengetahui apa saja permasalahan yang ada dan menambah informasi khususnya berkaitan dengan aplikasi CBT. Studi Literatur Pustaka dilakukan dengan cara membaca dan mempelajari literatur dan buku-buku yang mendukung dengan topik yang dibahas dalam penelitian ini. Selain itu juga penulis mengumpulkan data-data dari internet yang berhubungan dengan penelitian penulis. Adapun daftar dari studi literatur pustaka yang telah penulis lakukan terdapat pada halaman daftar pustaka.

2.2 Tahapan Penelitian

1. Diagram Sistem yang berjalan

Flowchart pada Gambar 1 menjelaskan alur sistem yang berjalan di PKBM Ki Hajar Dewantoro pada saat ujian berlangsung. Pertama tutor akan membuat soal lalu soal dikirimkan ke operator kemudian soal akan digandakan dan didistributikan ke seluruh kelompok belajar yang ada di PKBM Ki Hajar Dewantoro. Pada saat ujian sudah dimulai pengawas ujian akan mengambil berkas soal yang ada

lalu akan di bagikan ke siswa, siswa akan menerima berkas soal kemudian siswa mengerjakan soal. Ketika soal sudah selesai dikerjakan siswa akan mengumpulkan hasil tes lalu siswa akan mengisi daftar hadir. Daftar hadir dan berkas jawaban hasil tes siswa akan direkap dan dikumpulkan kepada operator. Kemudian operator akan menerima berkas tersebut lalu akan membagikan kepada tutor masing – masing mata pelajaran yang ada, lalu tutor akan menerima dan mengkoreksi hasil tes siswa tersebut. Ketika hasil koreksi tes selesai tutor akan merekap nilai siswa dan kemudian nilai tersebut akan dikirimkan kepada operator, operator PKBM akan menerima hasil rekap nilai lalu akan hasil tersebut akan dilaporkan kepada kepala PKBM Ki Hajar Dewantoro.



Gambar 1 *Flowchart* Sistem yang berjalan

2. Diagram Sistem yang diusulkan

Flowchart pada Gambar 2 menjelaskan alur jalannya sistem. Saat sistem dijalankan, pengguna dapat memilih halaman *login* sesuai kebutuhan *user*, yaitu halaman *login* admin/operator digunakan untuk admin agar dapat masuk ke sistem dan halaman *login* user/siswa digunakan siswa saat akan mengakses aplikasi CBT ini. Pengguna diharuskan memasukkan *username* dan *password* kemudian saat pengguna menekan tombol *login*, sistem akan melakukan validasi, jika *username* atau *password* salah sistem akan menampilkan pesan kesalahan. Jika validasi berhasil aplikasi CBT pada admin/operator akan mengalihkan pada halaman *dashboard* admin. Pada pengguna user/siswa aplikasi CBT akan mengirim kode OTP melalui *email*/SMS. User akan menginputkan kode OTP, kode OTP akan di *validasi* sistem selama 2 menit jika benar sistem akan mengalihkan ke halaman *dashboard* siswa.

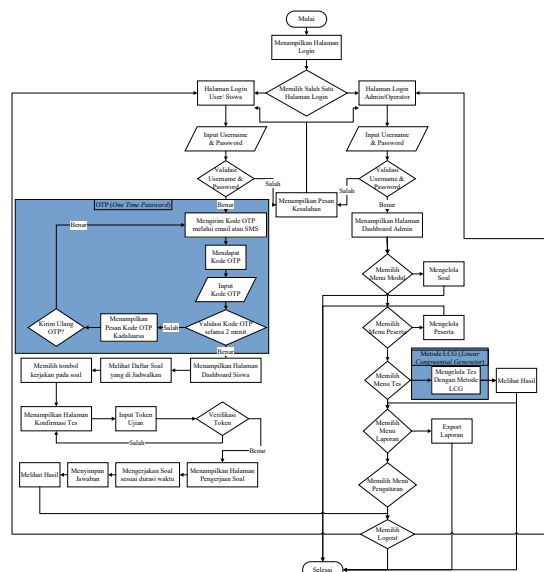
Halaman *dashboard* siswa menampilkan daftar tes yang telah dijadwalkan. Saat siswa memilih tombol kerjakan, sistem akan menampilkan halaman konfirmasi tes absen, setelah siswa mengisi token ujian lalu menekan *button* kerjakan, sistem akan menampilkan halaman pengerjaan soal. Setelah siswa selesai mengerjakan soal sistem akan menyimpan jawaban lalu menampilkan hasil. Siswa dapat melihat hasil tes yang telah dikerjakan. Saat menu profil siswa dipilih sistem akan menampilkan informasi profil siswa, pada halaman ini terdapat *icon logout* yang dapat digunakan siswa saat akan keluar dari sistem dan sistem akan menampilkan halaman *login* siswa.

Halaman *dashboard* admin terdapat 5 menu yaitu menu modul, menu peserta, menu tes, menu laporan, dan menu pengaturan. Saat admin memilih

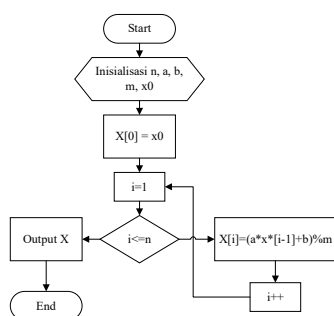
menu modul sistem akan menampilkan semua data soal, admin dapat mengelola menu modul yaitu menambah, mengubah atau menghapus soal tersebut sistem akan menyimpan data soal pada database dan akan dialihkan pada halaman daftar topik. Saat admin memilih menu peserta, sistem akan menampilkan semua data peserta, admin dapat mengelola menu peserta yaitu menambah, mengubah atau menghapus peserta tersebut sistem akan menyimpan data pada database dan akan dialihkan pada halaman daftar peserta. Lalu saat admin memilih menu tes, sistem akan menampilkan semua data tes, admin dapat mengelola menu tes yaitu menambah, mengubah atau menghapus tes tersebut sistem akan menyimpan data pada database dan akan dialihkan pada halaman daftar tes. Pada menu tes ini dapat mengelola tes menggunakan metode LCG pada pengacakan soal tes. Kemudian admin dapat melihat hasil tes yang dilakukan oleh siswa lalu melaporkan dengan *export* laporan. Admin dapat mengelola pengaturan aplikasi. Saat admin memilih menu profil admin sistem akan menampilkan informasi profil admin, pada halaman ini terdapat *icon logout* yang dapat digunakan admin saat akan keluar dari sistem dan sistem akan menampilkan halaman *login* admin.

Gambar 2 *Flowchart* Sistem yang berjalan

3. Metode LCG (*Linear Congruent Generator*)



Algoritma sistem adalah penjabaran langkah-langkah untuk memenuhi suatu penyelesaian masalah. Metode LCG (*Linear Congruential Generator*) merupakan salah satu bentuk *Pseudorandom Number Generator* (PRNG) yang banyak digunakan dalam perangkat lunak zaman kini. LCG ditemukan oleh seorang matematikawan asal Amerika, D.H. Lehmer. Para *programer* sering memanfaatkan metode LCG untuk menghasilkan angka acak dengan jumlah yang banyak dan dalam waktu yang cepat (Rinaldi et al. , 2021). Berikut adalah diagram alur dari metode *Linear Congruential Generator* (LCG):



Gambar 3 Flowchart Metode LCG (Linear Congruential Generator)

Gambar 3 menunjukkan diagram alur metode LCG untuk pengacakan soal. Diagram ini menggambarkan algoritma *Linear Congruential Generator* (LCG) yang digunakan untuk menciptakan angka acak semu (*pseudorandom numbers*). Proses dimulai dengan penetapan parameter, seperti jumlah angka acak yang ingin dihasilkan (n), faktor pengali (a), penambahan (b atau c), modulus (m), dan nilai awal (X_0). Setelah tahap ini, nilai pertama dalam urutan angka acak ditetapkan sebagai $X[0] = X_0$. Setelah itu, dilakukan perulangan mulai dari $i = 1$ hingga $i \geq n$, di mana setiap angka baru dihitung menggunakan rumus $X[i] = (a \times X[i-1] + b) \bmod m$. Operasi modulus digunakan untuk memastikan bahwa nilai yang dihasilkan tetap dalam rentang 0 hingga $m-1$. Setelah setiap putaran, indeks i ditambah satu untuk melanjutkan ke angka berikutnya. Setelah semua iterasi selesai, angka acak yang dihasilkan akan ditampilkan sebagai keluaran, dan algoritma berakhir.

Secara keseluruhan, diagram alur ini mencerminkan algoritma LCG, yang merupakan salah satu metode paling sederhana untuk menghasilkan angka acak semu. Algoritma ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk kriptografi, simulasi Monte Carlo, dan analisis numerik, karena mudah diimplementasikan dan efisien dalam perhitungan.

Langkah-langkah metode *Linear Congruential Generator* untuk pengacakan adalah sebagai berikut:

- 1) Menentukan nilai pembangkit yaitu a , b , dan m ; m merupakan nilai acak atau jumlah yang akan diacak.
- 2) Mendefinisikan nilai awal atau keadaan awal yaitu X_0 .
- 3) Melakukan proses pembangkitan angka acak dengan $X_n = (a(X_{n-1}) + b) \bmod m$.
- 4) Menampilkan hasil angka acak.
LCG memiliki periode penuh jika dan hanya jika:
 - 1) b relatif prima terhadap m .
 - 2) $a - 1$ dapat dibagi habis oleh setiap faktor prima dari m .
 - 3) $a - 1$ adalah kelipatan 4 jika m merupakan kelipatan 4 (Fitri, 2021).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Requirement (Analisis Kebutuhan Sistem)

Pada fase ini, penulis menganalisis data yang diperlukan untuk fungsi sistem dengan tujuan memahami masalah yang ada, target yang ingin dicapai, serta maksud utama dari desain dan pelaksanaan sistem ini, termasuk fungsi-fungsi yang harus ada dalam perangkat lunak yang akan dibuat.

1. Metode LCG (*Linear Congruential Generator*)
 - a. Menentukan konstanta a , b , m dan banyaknya pengacakan (n)

Menentukan dan menguji konstanta sangat penting untuk dilakukan, karena kualitas bilangan acak yang dihasilkan akan bergantung pada pemilihan konstanta a , b , dan m yang tepat. Hal ini untuk memastikan tidak ada pengulangan dalam pola acaknya. Pemilihan konstanta juga harus mempertimbangkan jumlah soal yang akan ditampilkan (n) dalam aplikasi CBT PKBM Ki Hajar Dewantoro. Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan konstanta yang dianggap sesuai, yaitu: $a = 36$, $b = 3$, $m = 35$, $n = 35$. Penentuan konstanta-konstanta ini didasari oleh beberapa alasan, antara lain:

- 1) $a = 36$, karena $a = 36$ dapat habis oleh semua faktor prima dari m
- 2) $b = 3$, karena 3 adalah bilangan yang relatif prima terhadap m .
- 3) $m = 35$, disesuaikan dengan jumlah soal yang terdapat dalam bank soal.
- 4) $n = 35$, disesuaikan dengan banyaknya soal yang akan ditampilkan pada aplikasi CBT.

- b. Menentukan umpan (X_0)

Dalam proses menentukan umpan (X_0), akan digunakan 38 sampel data siswa yang telah diperoleh dari PKBM Ki Hajar Dewantoro. Dari data tersebut, tiga digit terakhir NIS setiap siswa akan dipakai sebagai umpan (X_0), untuk menghasilkan pola acakan yang berbeda dari tiap umpan yang diproses. Tabel 1 menunjukkan data hasil penentuan umpan (X_0) berdasarkan NIS masing-masing siswa.

Tabel 1 Penentuan X_0

NIS	Nama	X_0
C.1101.397	Adil Firmansyah	397
C.1101.398	Agus Priyanto	398
C.1101.399	Airina Gustiana	399
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		
C.1101.434	Zainul Mustaqim	434

- c. Mendapatkan pola pengacakan.

Dalam pembahasan ini, akan digunakan umpan dan konstanta yang telah ditentukan sebelumnya. Perhitungan LCG untuk mendapatkan

pola pengacakan dalam sistem jika dihitung secara manual, dapat kita lihat penyelesaiannya sebagai berikut :

Diketahui $a = 36, b = 3, m = 35, n = 35$

Penyelesaian :

$$X_0 = (36 * 397 + 3) \bmod 35 = 15$$

$$X_1 = (36 * 15 + 3) \bmod 35 = 18$$

$$X_2 = (36 * 18 + 3) \bmod 35 = 21$$

$$X_3 = (36 * 21 + 3) \bmod 35 = 24$$

$$X_4 = (36 * 24 + 3) \bmod 35 = 27$$

$$X_5 = (36 * 27 + 3) \bmod 35 = 30$$

$$X_6 = (36 * 30 + 3) \bmod 35 = 33$$

$$X_7 = (36 * 33 + 3) \bmod 35 = 1$$

$$X_8 = (36 * 1 + 3) \bmod 35 = 4$$

$$X_9 = (36 * 4 + 3) \bmod 35 = 7$$

$$X_{10} = (36 * 7 + 3) \bmod 35 = 10$$

.....

.....

.....

$$X_{33} = (36 * 9 + 3) \bmod 35 = 9$$

$$X_{34} = (36 * 12 + 3) \bmod 35 = 12$$

Pola acak yang dihasilkan X_0 397 adalah 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 32, 0, 3, 6, 9, 12.

Proses perhitungan terus dilakukan sebanyak data sampel siswa yang ada sehingga didapatkan hasil pola bilangan acak untuk seluruh data sampel. Yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Pola Acak Setiap Siswa

NIS	Pola Bilangan Acak Yang Dihasilkan
C.1101.397	15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 32, 0, 3, 6, 9, 12
C.1101.398	16, 19, 22, 25, 28, 31, 34, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 32, 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 1, 4, 7, 10, 13
C.1101.399	17, 20, 23, 26, 29, 32, 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34, 2, 5, 8, 11, 14
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
C.1101.434	17, 20, 23, 26, 29, 32, 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34, 2, 5, 8, 11, 14

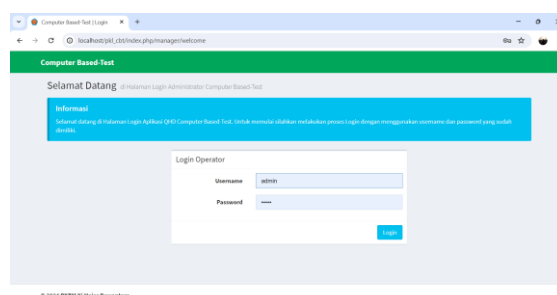
Dari hasil perhitungan dengan metode LCG, dapat dilihat pada tabel diatas bahwa pola acak yang didapat dari setiap NIS siswa tidak ada yang sama. Masing-masing periode pola acak yang dihasilkan. Itu menandakan bahwa penentuan konstanta – konstanta yang dilakukan sudah tepat. Sehingga nantinya pada sistem yang dibuat urutan soal setiap siswa berbeda-beda ketika ujian/asesmen pembelajaran akademik menggunakan aplikasi CBT berbasis web.

3.2 Implementasi Sistem

Implementasi dilaksanakan dengan menggunakan skrip sisi server yang ditulis dalam PHP dengan kerangka kerja *CodeIgniter* untuk membuat sistem berbasis *web*, menggunakan *database* MySQL, dan jaringan LAN. Sesudah aplikasi selesai dibangun, langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba. Berikut adalah hasil dari penerapan sistem:

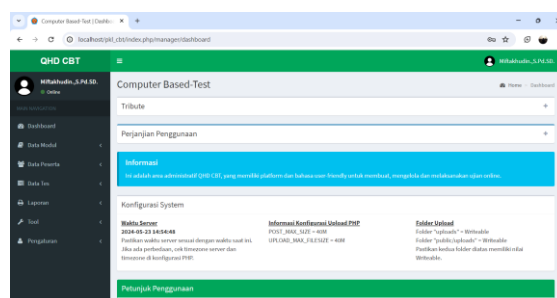
1. Tampilan Halaman *Login* Admin

Gambar 4 menunjukkan antarmuka *login* untuk admin atau operator. Admin/operator perlu memasukkan *username* dan *password* terlebih dahulu agar bisa mengakses aplikasi CBT.



Gambar 4 Halaman *Login* Admin

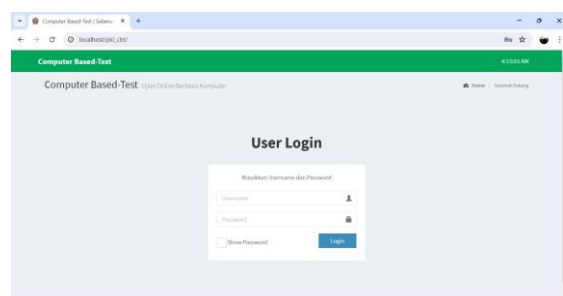
2. Tampilan Halaman *Dashboard* Admin



Gambar 5 Halaman *Dashboard* Admin

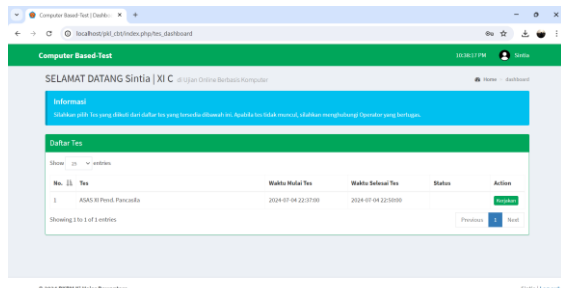
Gambar 5 merupakan tampilan halaman utama atau *dashboard* setelah admin berhasil *login*.

3. Tampilan Halaman *Login* Siswa



Gambar 6 Halaman *Login* Siswa

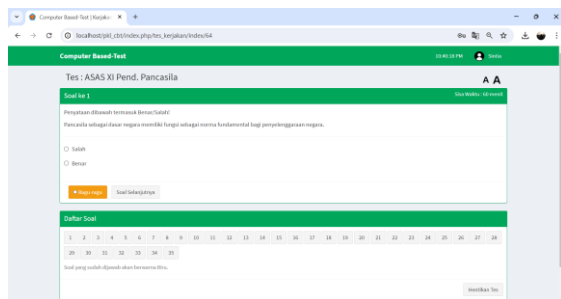
Gambar 6 memperlihatkan halaman masuk untuk siswa. Siswa bisa *login* dengan cara memasukkan *username* dan *password*, jika benar, mereka akan diarahkan ke halaman *dashboard* siswa. Namun, jika salah, akan muncul pesan kesalahan.

4. Tampilan Halaman *Dashboard* SiswaGambar 7 Halaman *Dashboard* Siswa

Gambar 7 merupakan tampilan halaman *dashboard* siswa setelah berhasil *login*.

5. Tampilan Halaman Pengerjaan Ujian

Pada gambar 8 merupakan tampilan halaman siswa saat mengerjakan soal ujian.



Gambar 8 Halaman Pengerjaan Ujian

3.3 *Testing* (Pengujian Sistem)

Pada tahap ini, aplikasi diuji untuk memastikan bahwa semua fitur dan fungsi berjalan sesuai dengan kebutuhan sistem serta untuk menemukan potensi masalah atau *bug* yang mungkin muncul. Pengujian dilakukan menggunakan metode *blackbox testing*, di mana fokus utama adalah menguji output dari sistem berdasarkan input tertentu tanpa melihat struktur kode secara langsung. Pengujian ini dilakukan secara manual, dengan cara menguji satu per satu fitur dari sisi pengguna (*user side*) sesuai dengan skenario yang sudah ditentukan, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Pengujian Aplikasi CBT

Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil Uji	Kesimpulan
Melakukan <i>login</i>	Menampilkan <i>dashboard</i> admin	✓	<i>Valid</i>
Klik menu data modul	Menampilkan <i>dropdown</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu topik	Menampilkan halaman data topik	✓	<i>Valid</i>
Klik tambah topik dan simpan	Menampilkan <i>form</i> tambah topik dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik <i>edit</i> topik dan simpan	Menampilkan <i>form</i> <i>edit</i> topik dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik hapus topik	Data terhapus dan menampilkan data topik	✓	<i>Valid</i>

Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil Uji	Kesimpulan
Klik sub menu soal	Menampilkan halaman soal	✓	<i>Valid</i>
Pilih topik, buat soal dan simpan	Menampilkan <i>form</i> soal dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu <i>import</i> soal <i>word</i>	Menampilkan halaman <i>import</i> soal <i>word</i>	✓	<i>Valid</i>
Pilih topik, masukkan file dan <i>import</i>	Menampilkan <i>form</i> <i>import</i> soal <i>word</i> dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu <i>import</i> soal <i>spreadsheet</i>	Menampilkan halaman <i>import</i> soal <i>spreadsheet</i>	✓	<i>Valid</i>
Pilih topik, masukkan file dan <i>import</i>	Menampilkan <i>form</i> <i>import</i> soal <i>spreadsheet</i> dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu daftar soal	Menampilkan halaman daftar soal	✓	<i>Valid</i>
Pilih topik	Menampilkan daftar soal	✓	<i>Valid</i>
Pilih <i>edit</i> soal dan simpan	Menampilkan <i>form</i> <i>edit</i> soal dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Pilih hapus jawaban	Data terhapus dan menampilkan <i>form</i> <i>edit</i> jawaban	✓	<i>Valid</i>
Pilih <i>edit</i> jawaban dan simpan	Menampilkan <i>form</i> <i>edit</i> jawaban dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Pilih hapus jawaban	Data terhapus dan menampilkan <i>form</i> <i>edit</i> jawaban	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu file manager	Menampilkan halaman file manager	✓	<i>Valid</i>
Masukkan file dan <i>upload</i> file	Menampilkan data file <i>upload</i>	✓	<i>Valid</i>
Pilih buat direktori soal	Menampilkan data file	✓	<i>Valid</i>
Klik hapus	Data terhapus dan menampilkan data file	✓	<i>Valid</i>
Klik menu data peserta	Menampilkan <i>dropdown</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu daftar group	Menampilkan halaman daftar group	✓	<i>Valid</i>
Klik tambah group dan simpan	Menampilkan <i>form</i> tambah group dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik <i>edit</i> group dan simpan	Menampilkan <i>form</i> <i>edit</i> group dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik hapus group	Data terhapus dan menampilkan daftar group	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu daftar peserta	Menampilkan halaman daftar peserta	✓	<i>Valid</i>
Klik tambah peserta dan simpan	Menampilkan <i>form</i> tambah peserta dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>

Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil Uji	Kesimpulan
Klik <i>edit</i> peserta dan simpan	Menampilkan <i>form edit</i> peserta dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik hapus peserta	Data terhapus dan menampilkan daftar peserta	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu <i>import</i> data peserta	Menampilkan halaman <i>import</i> data peserta	✓	<i>Valid</i>
Masukkan file dan <i>import</i>	Menampilkan data yang diimport dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu cetak kartu	Menampilkan halaman cetak kartu	✓	<i>Valid</i>
Pilih group peserta, cetak kartu dan print	Menampilkan <i>preview</i> kartu peserta dan mencetak atau mendownload kartu peserta yang akan dicetak	✓	<i>Valid</i>
Klik menu data tes	Menampilkan <i>dropdown</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu tambah tes dan simpan	Menampilkan halaman <i>form</i> tambah tes dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Masukkan file soal dan simpan	Menampilkan <i>form</i> tambah soal dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu daftar tes	Menampilkan halaman daftar tes	✓	<i>Valid</i>
Klik <i>edit</i> tes dan simpan	Menampilkan <i>form edit</i> tes dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik hapus tes	Data terhapus dan menampilkan daftar tes	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu evaluasi tes	Menampilkan halaman evaluasi tes	✓	<i>Valid</i>
Memilih topik, klik <i>evaluasi</i> tes dan simpan	Menampilkan <i>form evaluasi</i> jawaban dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu hasil tes	Menampilkan halaman hasil tes	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu token	Menampilkan halaman token	✓	<i>Valid</i>
Klik generate token	Menampilkan <i>form</i> token dan menampilkan token	✓	<i>Valid</i>
Klik token tes manual dan simpan	Menampilkan <i>form</i> token tes manual dan menampilkan token	✓	<i>Valid</i>
Klik menu laporan	Menampilkan <i>dropdown</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu analisis butir soal	Menampilkan halaman <i>form</i> analisis butir soal	✓	<i>Valid</i>
Pilih group, nama tes dan <i>export</i>	Menampilkan data yang dipilih dan mendownload data	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu rekap hasil tes	Menampilkan halaman <i>form</i> rekap hasil tes	✓	<i>Valid</i>
Pilih group,	Menampilkan data	✓	<i>Valid</i>

Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil Uji	Kesimpulan
rentang waktu tes dan <i>export</i>	yang dipilih dan mendownload data		
Klik menu tool	Menampilkan <i>dropdown</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu <i>database</i>	Menampilkan halaman <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Pilih <i>backup database</i>	Mendownload <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Pilih <i>backup data upload</i>	Mendownload data <i>upload</i>	✓	<i>Valid</i>
Pilih <i>clear sessions</i>	Aplikasi akan menghapus <i>sessions</i> tes dan <i>logout</i> otomatis	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu <i>export/import</i> soal	Menampilkan halaman <i>export/import</i> soal	✓	<i>Valid</i>
Pilih <i>export</i> data soal	Mendownload data	✓	<i>Valid</i>
Pilih <i>import</i> data soal	Mendownload data	✓	<i>Valid</i>
Klik menu pengaturan	Menampilkan <i>dropdown</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu pengaturan QHDCBT dan simpan	Menampilkan halaman <i>form</i> identitas pengaturan dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu pengaturan user	Menampilkan halaman pengaturan user	✓	<i>Valid</i>
Klik tambah user dan simpan	Menampilkan <i>form</i> tambah user dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik <i>edit</i> user dan simpan	Menampilkan <i>form edit</i> user dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik hapus user	Data terhapus dan menampilkan data user	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu pengaturan level	Menampilkan halaman pengaturan level	✓	<i>Valid</i>
Klik tambah level dan simpan	Menampilkan <i>form</i> tambah level dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik <i>edit</i> level dan simpan	Menampilkan <i>form edit</i> level dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik hapus level	Data terhapus dan menampilkan data level	✓	<i>Valid</i>
Klik sub menu pengaturan menu	Menampilkan halaman pengaturan menu	✓	<i>Valid</i>
Klik tambah menu dan simpan	Menampilkan <i>form</i> tambah menu dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>
Klik <i>edit</i> menu dan simpan	Menampilkan <i>form edit</i> menu dan menyimpan ke <i>database</i>	✓	<i>Valid</i>

Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil Uji	Kesimpulan
Klik hapus menu	Data terhapus dan menampilkan data menu	√	Valid

4. Kesimpulan

Aplikasi CBT yang dikembangkan dengan integrasi metode *Linear Congruential Generator* (LCG) dan *One Time Password* (OTP) telah diuji coba pada tahap simulasi internal bersama sejumlah peserta dari PKBM Ki Hajar Dewantoro. Dari hasil uji coba terbatas ini, seluruh fitur utama seperti pengacakan soal, sistem login OTP, dan koreksi otomatis nilai dapat berjalan sesuai fungsinya tanpa ditemukan bug kritis.

Sebagai bukti implementasi awal, tercatat:

- 38 peserta berhasil mengikuti simulasi ujian menggunakan aplikasi.
- Setiap peserta menerima soal yang teracak unik.
- Proses login dengan OTP berhasil dilakukan dengan tingkat keberhasilan 100%.
- Nilai langsung dikalkulasi sistem begitu ujian selesai.

Meskipun pengujian ini masih dalam skala terbatas, hasilnya menunjukkan bahwa sistem sudah dapat digunakan secara fungsional dan layak untuk dilanjutkan ke tahap implementasi yang lebih luas. Dengan demikian, aplikasi dapat dikatakan telah berhasil diimplementasikan pada tahap simulasi awal, dan akan terus disempurnakan berdasarkan hasil evaluasi lanjutan.

Penggunaan aplikasi CBT dengan implementasi metode *Linear Congruential Generator* (LCG) dan *One Time Password* (OTP) secara signifikan memberikan dampak terhadap performa sistem ujian. Metode LCG memungkinkan sistem menghasilkan soal yang unik dan teracak untuk setiap peserta secara otomatis, sehingga potensi kecurangan akibat penyebaran soal menjadi sangat kecil. Selain itu, waktu yang dibutuhkan untuk menyiapkan dan mendistribusikan soal berkurang drastis yang sebelumnya memerlukan waktu beberapa hari untuk penggandaan dan pembagian soal, kini hanya membutuhkan hitungan menit dengan satu kali unggahan bank soal.

Dari sisi keamanan, OTP berfungsi sebagai lapisan autentikasi tambahan yang memastikan bahwa hanya peserta yang sah yang dapat mengakses sistem ujian. Setiap kode OTP hanya berlaku satu kali dan memiliki batas waktu tertentu, sehingga mencegah penyalahgunaan akses login.

Secara performa, aplikasi menunjukkan peningkatan efisiensi yang nyata:

- Waktu login peserta: < 5 detik dengan OTP
- Pembuatan soal teracak: < 2 detik per peserta
- Pengolahan nilai: Otomatis langsung setelah ujian selesai
- Tingkat keunikan soal: > 95% berdasarkan kombinasi parameter LCG

Dari hasil uji coba yang dilakukan bersama 38 peserta simulasi, 90% pengguna menyatakan bahwa sistem lebih cepat, lebih mudah digunakan, dan lebih aman dibandingkan ujian berbasis Google Form atau sistem manual sebelumnya. Dengan pendekatan ini, tidak hanya aksesibilitas dan keamanan yang meningkat, tetapi juga efisiensi kerja tenaga pendidik serta integritas proses ujian secara keseluruhan.

Adapun saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut aplikasi Computer Based Test (CBT) ini yaitu: diharapkan aplikasi CBT ini dapat diperluas cakupannya dengan di-hosting ke *internet* sehingga siswa-siswi PKBM Ki Hajar Dewantoro Kabupaten Pekalongan dapat mengaksesnya dengan lebih fleksibel, baik dari rumah maupun tempat lainnya, kapan saja. Hal ini bertujuan agar mereka dapat lebih mudah berlatih dalam mengevaluasi kemampuan mereka secara mandiri tanpa terikat oleh lokasi tertentu. Selain itu, perlu adanya pengembangan dalam hal fitur bank soal, di mana jumlah dan variasi soal yang tersedia dalam aplikasi dapat ditingkatkan. Dengan adanya tambahan bank soal yang lebih luas dan beragam, siswa dapat memperoleh pengalaman ujian yang lebih kaya serta lebih mendekati kondisi ujian sesungguhnya.

Dalam aspek keamanan, selain penggunaan metode *One-Time Password* (OTP), aplikasi ini diharapkan dapat menerapkan pendekatan keamanan lain seperti autentikasi dua faktor (*Two-Factor Authentication*), enkripsi data, atau metode lain yang dapat memastikan keamanan akses dan data pengguna. Langkah ini penting untuk menjaga integritas sistem serta mencegah kebocoran atau penyalahgunaan informasi. Seiring dengan perkembangan teknologi dan meningkatnya penggunaan perangkat seluler, aplikasi ini juga direkomendasikan untuk dikembangkan dalam versi *mobile-based* agar dapat berjalan dengan optimal di perangkat berbasis *Android* maupun *iOS*. Dengan demikian, siswa dapat dengan mudah mengakses ujian dan latihan dari ponsel mereka tanpa harus bergantung pada perangkat komputer atau laptop.

Dengan adanya pengembangan-pengembangan ini, diharapkan aplikasi *Computer Based Test* dapat menjadi lebih efektif, efisien, aman, dan mudah diakses oleh seluruh siswa PKBM Ki Hajar Dewantoro Kabupaten Pekalongan dalam menunjang proses pembelajaran mereka.

Daftar Pustaka:

- Alfarizi, S., Sumaryana, Y., & Sundari, S. S. (2024). Rancang Bangun Sistem Informasi Jual Beli Motor Menggunakan One Time Password (Otp) Dan Mailtrap Api. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(2), 1115–1122. <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i2.4137>
- Arifin, M., Sudargo, S., & Menarianti, I. (2021). Sistem Informasi Computer Based Test (Cbt) Sebagai Sarana Penilaian Belajar Siswa Di Ma

- Sunan Prawoto. *JIPETIK: Jurnal Ilmiah Penelitian Teknologi Informasi & Komputer*, 2(1), 58–66. <https://doi.org/10.26877/jipetik.v2i1.8659>
- Buana, I. A., Yunus, M., & Suratman. (2024). Implementasi Sistem Computer-Based Test (CBT) Dalam Pengelolaan Ujian di MAN Insan Cendekia Paser. *Jurnal Tarbiyah Dan Ilmu Keguruan Borneo*, 5, 219–228.
- Fitri, R. E. (2021). APLIKASI CERDAS CERMAT MENGGUNAKAN ALGORITMA LINEAR CONGRUENTIAL GENERATOR BERBASIS ANDROID Ria. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 0736, 6.
- Gunadi, H., & Andrianingsih. (2023). Aplikasi Ujian Online untuk SMA PKP JIS dengan Metode Linear Congruential Generator (LCG) Berbasis Website. *Jurnal Kajian Ilmiah Informatika Dan Komputer*, 4(2), 815–828. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i2.1175>
- Hasanah, F. N. (2020). Buku Ajar Rekayasa Perangkat Lunak. In *Buku Ajar Rekayasa Perangkat Lunak*. <https://doi.org/10.21070/2020/978-623-6833-89-6>
- Hemawati, S. P., & Chernovita, H. P. (2022). Perancangan Aplikasi Computer based Test (CBT) Psikotes Berbasis Website. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 9(5), 951–960. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2021864814>
- Makleat, N., Syukur, A., & Ndewi, A. D. (2022). Pengelolaan Metode Pembelajaran Mandiri bagi Warga Belajar Program Kesetaraan Kejar Paket C di PKBM Bintang Flobamora Kupang. *Jurnal Paedagogy*, 9(2), 203. <https://doi.org/10.33394/jp.v9i2.4958>
- Rinaldi, R. (2022). Implementasi Metode LCG Pada Aplikasi CBT Untuk Tes Potensi Akademik Berbasis Web. *Journal of Applied Computer Science and Technology*, 3(2), 213–220. <https://doi.org/10.52158/jacost.v3i2.424>
- Rinaldi, R., Zulkarnain, I., & Calam, A. (2021). Pembuatan Aplikasi Computer Based Test (CBT) Untuk Ujian Tes Potensi Akademik Mahasiswa Baru Di Staira Batang Kuis Dengan Metode Linear Congruent Generator (LCG) Berbasis Web. *Jurnal CyberTech*, 4(1), 1–11. <https://ojs.trigunadharma.ac.id/>
- Riski, L. A., Syauqi, A., & Mukrodin. (2022). Perancangan Aplikasi Computer Based Test (Cbt) Berbasis Web Pada Universitas Peradaban Menggunakan Framework Codeigniter. *Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi Peradaban (JSITP)*, 3(2), 25–28. www.journal.peradaban.ac.id
- Siahaan, A. M. (2021). Perancangan Aplikasi Computer Based Test (Cbt) Pada Sekolah Buddhis Bodhicitta Dengan Menggunakan Metode Unified Modelling Language (Uml). *Jurnal Ilmiah Smart*, V(1), 292–298.
- Siswanto, R., & Senjaya A. Morang, D. (2023). Rancang Bangun Aplikasi Computer-based Test (CBT) serta Optimasinya Menggunakan Cache dan Queue Job. *Jurnal Komputer Terapan*, 8(2), 391–407. <https://doi.org/10.35143/jkt.v8i2.5776>
- Syaifuddin, R., Faza, Diah, & Hamidah, N. (2022). Analisis Pemanfaatan Aplikasi CBT Sebagai Sarana Tes Di MI Badrussalam Surabaya. *Jurnal PTK Dan Pendidikan*, 8(2). <https://doi.org/10.18592/ptk.v8i2.7569>
- Tohani, E. (2022). Pengembangan Kapasitas Inovasi Pengelola Pusat Kegiatan Belajar Masyarakat (PKBM) Melalui Pembelajaran Transformatif. *Aksara: Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal*, 8(1), 425. <https://doi.org/10.37905/aksara.8.1.425-436.2022>
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional