

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Judi

Judi atau permainan “judi” atau “perjudian” menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah "permainan dengan memakai uang atau barang berharga sebagai taruhan (spt. kartu, dadu, dsb)". Beberapa sumber menjelaskan judi adalah pertarungan dengan sengaja, Diartikan sebagai suatu tindakan mempertaruhkan nilai atau sesuatu yang dianggap bernilai, dengan kesadaran akan adanya risiko serta harapan-harapan tertentu terhadap hasil dari suatu permainan, pertandingan, perlombaan, atau peristiwa yang belum diketahui hasil akhirnya [13].

Perjudian juga dipahami sebagai aktivitas yang mengandung unsur risiko, di mana risiko didefinisikan sebagai kemungkinan terjadinya kerugian. Dalam praktiknya, perjudian dilakukan dengan harapan mendapatkan keuntungan besar dari hasil taruhan pada sebuah permainan atau peristiwa tertentu [14]. Barang yang dijadikan taruhan dapat berupa uang, benda berharga, makanan, atau apa pun yang memiliki nilai dalam suatu lingkungan sosial. Pandangan lain juga menyebutkan bahwa perjudian merupakan suatu aktivitas yang mengandung risiko [15]. Namun demikian, tindakan mengambil risiko dalam konteks perjudian perlu dibedakan dari tindakan berisiko lainnya. Ada beberapa faktor pembeda utama antara perilaku berjudi dengan bentuk perilaku berisiko lainnya, yaitu:

1. Perjudian merupakan aktivitas sosial yang melibatkan uang atau sesuatu yang bernilai, di mana pemenang mendapatkan imbalan berupa uang atau benda bernilai lainnya.
2. Hasil dari perjudian sangat bergantung pada peristiwa yang belum pasti dan sebagian besar ditentukan oleh faktor keberuntungan atau kebetulan.
3. Risiko yang diambil dalam perjudian bukanlah suatu keharusan; kerugian atau kehilangan dapat dihindari dengan memilih untuk tidak terlibat dalam permainan judi [16].

2.1.1 Judi Online

Seiring dengan kemajuan zaman, perkembangan teknologi pun turut mengalami peningkatan yang sangat pesat. Saat ini, internet menjadi sesuatu yang mudah diakses kapan saja dan di mana saja. Keberadaan internet membawa berbagai kemudahan dalam kehidupan manusia, namun di sisi lain, tidak sedikit pihak yang menyalahgunakannya demi memperoleh keuntungan pribadi. Salah satu bentuk penyalahgunaan teknologi tersebut

adalah aktivitas perjudian yang dilakukan secara daring, atau yang lebih dikenal dengan istilah judi *online* [17].

Judi *online* merupakan jenis permainan judi yang dimainkan melalui jaringan internet, menggunakan perangkat seperti ponsel atau *gadget* lainnya [18]. Seluruh tahapan dalam permainan ini dilakukan secara digital, mulai dari interaksi antar pemain, proses taruhan, hingga transaksi kemenangan. Para penjudi maupun bandar memperoleh keuntungan melalui sistem ini karena sifatnya yang lebih privat, sehingga dianggap memiliki risiko yang lebih rendah untuk terdeteksi oleh aparat penegak hukum dibandingkan dengan bentuk perjudian konvensional. Beberapa contoh dari judi *online* antara lain: *slot online*, *togel online*, *sabung ayam online*, *kasino online*, *domino online*, *judi bola online*, *poker online*, serta *sepak bola online* [19].

2.1.2 Perkembangan Judi *Online* di Indonesia

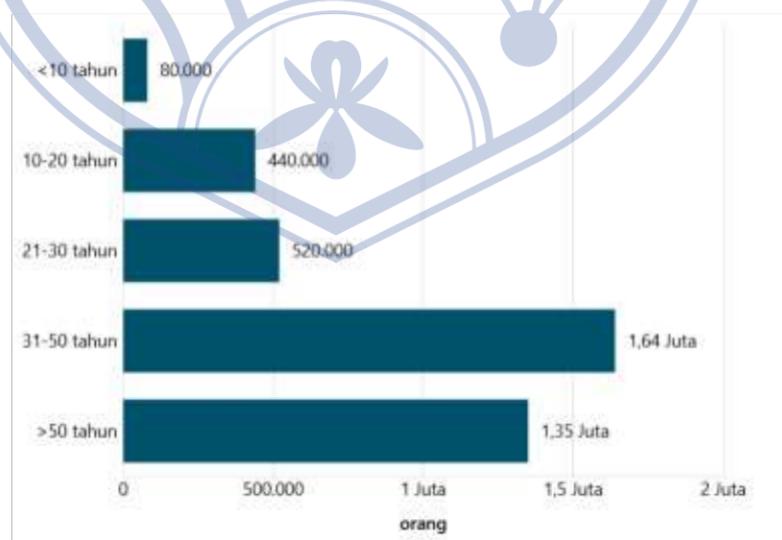
Perkembangan judi *online* di Indonesia tidak terlepas dari pertumbuhan pengguna internet yang konsisten sejak 2018. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1, Jumlah pengguna internet meningkat dari 106 juta (2018) menjadi 185,3 juta (2024), dengan kenaikan tahunan tertinggi mencapai 24,6% pada 2018. Meski laju pertumbuhan melambat pada tahun-tahun berikutnya (misalnya 0,6% pada 2023), tren kenaikan tetap positif. Pada 2024, 98,9% pengguna internet mengaksesnya melalui ponsel, dengan mayoritas menggunakan platform seperti Google untuk mencari informasi dan WhatsApp sebagai media sosial utama. Fakta ini memperkuat hipotesis bahwa akses mobile menjadi katalis utama kemudahan berpartisipasi dalam judi *online*, terutama melalui aplikasi atau situs web yang dioptimalkan untuk perangkat seluler [20].



Sumber : Data Reportal
Gambar 2.1 Jumlah Pengguna Internet di Indonesia [20].

Berdasarkan laporan Menko Polhukam Hadi Tjahjanto, terdapat sekitar 4 juta orang yang terdeteksi sebagai pemain judi *online* di Indonesia. Seperti terlihat pada Gambar 2.2, Distribusi usia pemain sangat beragam, mulai dari anak-anak hingga lansia. Kelompok usia 31-50 tahun mendominasi dengan persentase 40% (1,64 juta orang), disusul usia di atas 50 tahun (34% atau 1,35 juta orang). Sementara itu, partisipasi anak-anak di bawah 10 tahun tercatat 2% (80 ribu orang) dan remaja 10–20 tahun sebanyak 11% (440 ribu orang) . Menariknya, 80% pemain berasal dari kalangan menengah ke bawah dengan transaksi berkisar Rp10.000-Rp100.000, sedangkan kalangan menengah ke atas melakukan transaksi hingga Rp40 miliar per akun . Fenomena ini diperparah dengan maraknya rekening terblokir terkait judi *online*. PPATK mencatat, sekitar 5.000 rekening telah diblokir sebagai upaya penertiban [21], [22].

Dari sisi transaksi keuangan, Pusat Pelaporan dan Analisis Transaksi Keuangan (PPATK) melaporkan bahwa nilai transaksi judi online di Indonesia mencapai rekor tertinggi pada 2023, dengan nilai Rp327 triliun, melonjak 213% dari Rp104,41 triliun di 2022. Seperti terlihat pada Gambar 2.3, pertumbuhan transaksi ini bahkan melambung 8.136,77% dalam 5 tahun terakhir, dari hanya Rp3,97 triliun pada 2018. PPATK mengungkapkan, transaksi tersebut melibatkan 2,76 juta orang, di mana 2,19 juta di antaranya berasal dari kalangan berpenghasilan rendah seperti pelajar, buruh, petani, dan ibu rumah tangga. Tren ini terus berlanjut di awal 2024, dengan transaksi judi online mencapai Rp100 miliar hanya dalam tiga bulan pertama [23], [24].



Gambar 2.2 Distribusi Usia Pemain Judi *Online* di Indonesia (2024) [22].



Gambar 2.3 Pertumbuhan Transaksi Judi *Online* di Indonesia (2017–Semester I 2024) [23].

Perkembangan teknologi finansial (*fintech*) telah memainkan peran signifikan dalam mempercepat pertumbuhan judi *online* di Indonesia. Kemudahan akses terhadap layanan keuangan digital, seperti dompet elektronik dan pinjaman *online*, telah dimanfaatkan oleh pelaku judi *online* untuk mendanai aktivitas mereka. Menurut Ketua Umum Asosiasi *Fintech* Indonesia (*Aftech*), Pandu Sjahrir, platform pinjaman *online* ilegal sering kali menawarkan proses pinjaman yang cepat tanpa memeriksa kemampuan bayar peminjam, sehingga berpotensi disalahgunakan untuk aktivitas ilegal seperti judi *online*. Untuk mengatasi hal ini, *Aftech* mendorong penggunaan teknologi berbasis kecerdasan buatan (*AI*) dan *machine learning* untuk menganalisis perilaku peminjam dan mendeteksi penyalahgunaan pinjaman [25]. Selain itu, teknologi seperti *blockchain* dan sistem pembayaran digital juga telah dimanfaatkan dalam industri perjudian *online* untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan transaksi.

2.1.3 Dampak Negatif judi *Online*

Setiap tindakan memiliki konsekuensinya. Judi *online* menimbulkan dampak negatif, tidak hanya terhadap individu pelakunya, tetapi juga terhadap masyarakat secara keseluruhan.

1. Dampak Psikologis

- a. Kecanduan (Adiktif); Pemain yang terdorong oleh keinginan untuk meraih kemenangan pada permainan selanjutnya cenderung terus berjudi karena harapan akan kemenangan tersebut. Dorongan rasa ingin tahu yang kuat ini membuat mereka

menjadi kecanduan, sehingga semakin sulit bagi mereka untuk menghentikan kebiasaan bermain judi [26].

- b. Gangguan Kesehatan Mental; Pelaku judi *online* berpotensi mengalami dampak negatif berupa ketegangan emosional, kecemasan, hingga depresi. Kecanduan terhadap permainan judi menjadi akar utama dari permasalahan ini. Ketika seseorang mengalami kekalahan secara berulang, ia akan diliputi oleh perasaan cemas, stres, bahkan depresi, yang muncul akibat tekanan emosional dari permainan tersebut. Di samping itu, stres dan depresi juga dapat timbul akibat perilaku kompulsif yang mendorong pelaku untuk menghalalkan segala cara, termasuk menggunakan uang orang lain, demi terus berjudi dan mengejar kemenangan. Namun ketika yang terjadi justru kekalahan, muncul beban mental karena harus mempertanggungjawabkan tindakannya, yang pada akhirnya menjadi sumber tekanan dan kesedihan yang mendalam [27].

2. Dampak Ekonomi

Para penjudi yang kecanduan judi *online* melakukan berbagai strategi untuk mendapatkan dana yang diperlukan untuk bermain, salah satunya adalah dengan berhutang. Meski menderita kerugian akibat kalah dalam permainan tersebut, pelaku tetap menyimpan harapan bahwa ia akan muncul sebagai pemenang di pertandingan berikutnya. Padahal pelakunya mengalami kerugian dalam waktu yang singkat. Akibatnya, pelakunya terlilit hutang, dan situasi keuangan saat ini menjadi tidak aman [27].

3. Dampak Sosial

- a. Peningkatan Tindak Kriminal; Tidak hanya merugikan individu, judi *online* juga mendorong meningkatnya angka kriminalitas. Banyak kasus pencurian uang, baik uang pribadi maupun milik perusahaan, yang dilakukan demi dijadikan modal untuk berjudi [27].
- b. Isolasi Sosial; Kecanduan terhadap judi dapat membuat seseorang menarik diri dari lingkungan sosial. Selain itu, kecanduan judi *online* juga bisa merusak hubungan sosial dengan orang lain, baik karena persoalan utang maupun perubahan sikap yang menjadi lebih emosional [27].

2.1.4 Bentuk judi *online*

Berikut ini merupakan bentuk-bentuk permainan judi *online* yang cukup dikenal dan lazim ditemukan dalam kehidupan masyarakat:

1. *Casino Online*

Casino online adalah permainan virtual melalui jaringan internet sebagai perkembangan dari *casino* tradisional yang diselenggarakan oleh perusahaan legal yang beroperasi dalam bidang perjudian [28].

2. *Poker Online*

Permainan poker *online* dilakukan dengan memakai kartu remi secara *online* dan dimainkan dengan melihat kesesuaian antara kartu, warna dan nomor urut. Jika beruntung maka chip yang dimenangkan bisa dijual pada agen-agen di toko *online* atau kepada teman sesama pemain judi *online* dengan nilai harga sesuai harga pasaran dikalangan pemain poker *online* [28].

3. *Domino online*

Permainan ini menggunakan kartu domino sebanyak 28 lembar, masing-masing dengan jumlah bulatan yang berbeda. Permainan domino umumnya dimainkan oleh 4 orang, namun dapat juga kurang atau lebih. Cara bermain kartu domino adalah dengan meletakkan kartu yang bernilai paling kecil terlebih dahulu yaitu kartu kosong, kemudian diikuti oleh pemain lain, dengan menyambungkan kartu dengan nilai yang bersesuaian sehingga membentuk suatu pola yang tidak terputus [29].

4. *Judi Bola Online*

Judi bola *online* yakni judi yang menggunakan media internet serta olahraga sepak bola untuk melakukan suatu pertarungan, dimana penjudi mesti menentukan club sepakbola yang akan bertanding, mereka membuat kesepakatan perihal ketentuan permainan serta apa yang dipertaruhkan dan bila timnya sukses menang dalam pertandingan, dia berhak menerima seluruhnya yang dipertaruhkan [30]. Judi bola *online* dilakukan sembunyi-sembunyi, para pelaku menggunakan ATM, internet banking untuk transaksi cash deposit ke rekening bandar judi *online*. Judi bola kini menjadi salah satu jenis permainan *online* yang paling digemari. Beberapa alasan yang membuatnya populer antara lain [31]:

- a. Aksesibilitas yang sangat mudah karena telah tersebar luas di berbagai wilayah.
- b. Daya tarik berupa keuntungan dan bonus yang ditawarkan.
- c. Agen judi bola menyediakan berbagai jenis permainan yang menarik seperti: *Handicap, Mix Parlay, Half Time* dan *Full Time*.

5. *Capsa Susun*

Permainan ini mengharuskan pemain menyusun kartu ke dalam tiga bagian. Bagian pertama dan kedua terdiri dari lima kartu, sementara bagian ketiga terdiri dari tiga kartu. Cara bermainnya adalah dengan langsung menyusun kartu ke dalam tiga kelompok

tersebut. Pemenang ditentukan berdasarkan perolehan nilai pada masing-masing bagian, di mana setiap bagian memiliki nilai yang berbeda [31].

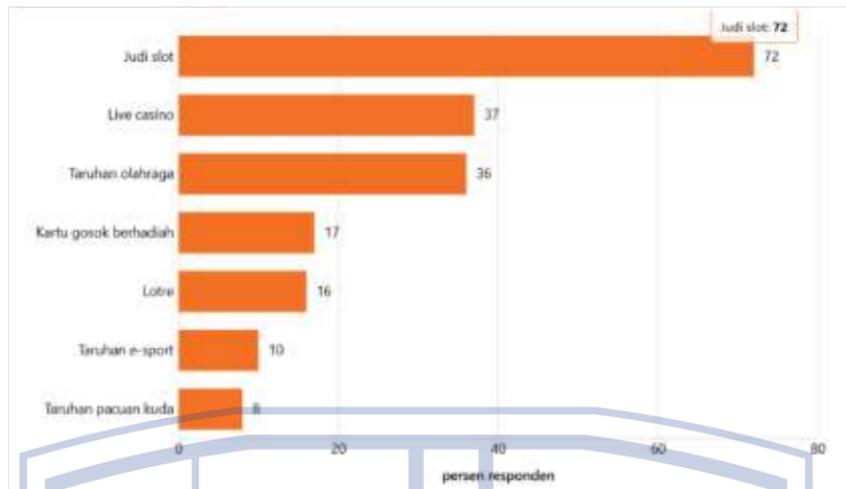
6. Virtual Sports

Permainan ini menggunakan tayangan video streaming dengan teknologi animasi tiga dimensi yang dapat dilihat secara langsung di layar, sehingga tampak lebih nyata. Permainan ini menawarkan beragam jenis olahraga yang menyerupai sportsbook, dan dijalankan oleh sistem yang dikenal sebagai *Random Number Generator* [31].

7. Slot Online

Slot online adalah permainan yang mengandalkan keberuntungan, tanpa memerlukan keterampilan atau strategi khusus. Permainan ini menampilkan berbagai jumlah gulungan (*reels*) dengan tujuan mencocokkan simbol pada garis kemenangan. Pemain harus memiliki akun judi *slot* terlebih dahulu melalui agen resmi. Setelah mendaftar, pemain bisa mengklaim bonus anggota baru hingga satu juta rupiah dan melakukan permainan selama 24 jam melalui deposit awal. Untuk bermain, pemain cukup menentukan jumlah taruhan dan menekan tombol *spin*. Hasil kemenangan akan langsung ditampilkan di layar, sehingga tidak ada yang terlewatkan oleh pemain [31].

Survei global oleh *QuitGamble.com* terhadap 3.320 pecandu judi dari berbagai negara pada periode Juni 2023 hingga Januari 2024 mengungkapkan bahwa 81% responden berjudi secara *online*, dan 73% di antaranya mengalami masalah utang. Mayoritas responden (73%) mengaku kecanduan permainan *slot*, menjadikannya bentuk perjudian yang paling adiktif. Selain itu, 80% dari mereka juga bermain permainan kasino seperti *blackjack*, *roulette*, dan *baccarat*, sementara taruhan olahraga dan *e-sport* masing-masing melibatkan 38% dan 22% responden. Seperti terlihat pada gambar 2.4, persentase kecanduan permainan *slot* jauh melampaui jenis perjudian lainnya, mempertegas urgensi penanganan khusus terhadap mesin *slot* baik offline maupun *online* [32].



Gambar 2.4 Permainan yang Paling Disukai Responden Pecandu Judi Global (Januari 2024) [32].

2.2. Edukasi Digital

Edukasi digital merupakan sebuah perkembangan teknologi yang menyediakan sarana untuk meningkatkan akses, interaktivitas, dan efektivitas pendidikan. Ini mencakup penggunaan platform pembelajaran daring (*e-learning*), konten digital (video, simulasi interaktif), sistem manajemen pembelajaran (*LMS*), serta alat seperti kecerdasan buatan (*AI*), Realitas virtual (*VR*) dan *Game* edukasi. agar pembelajaran terkesan lebih praktis, mudah dimengerti dan menghasilkan sesuatu yang bermanfaat. Dengan menyediakan fasilitas komputer untuk membantu proses belajar mengajar dan kebutuhan bermain anak melalui pengembangan multimedia dalam pembelajaran yang interaktif merupakan kegiatan yang sangat membantu [33]. Sebagai langkah lanjutan, *game* edukasi hadir sebagai inovasi penting yang menjembatani prinsip pembelajaran berbasis multimedia dengan kecanggihan teknologi digital, sehingga mampu memperkaya pengalaman belajar yang interaktif dan bermakna.

Game edukasi adalah jenis permainan yang dikembangkan dengan tujuan utama memberikan pengalaman pembelajaran kepada para pemain. Permainan ini dirancang untuk menyampaikan materi atau konsep tertentu secara menarik dan interaktif. Dalam proses pembuatannya, *game* edukasi biasanya berlandaskan pada prinsip-prinsip pedagogis sehingga pemain dapat memperoleh wawasan dan keterampilan baru sambil menikmati permainan.

Topik yang dihadirkan dalam *game* edukasi sangat beragam, mencakup bidang seperti matematika, bahasa, sains, dan sejarah, hingga kemampuan berpikir kritis seperti

pemecahan masalah dan kerja sama tim. *Game* ini dirancang untuk mencakup beragam kelompok usia, mulai dari anak-anak hingga orang dewasa.

Keunggulan *game* edukasi terletak pada kemampuannya menjadikan proses belajar lebih menyenangkan dan memotivasi, serta memberikan pengalaman praktik yang memperdalam pemahaman konsep. Seiring dengan kemajuan teknologi, *game* edukasi juga bisa diadaptasi untuk berbagai platform digital seperti komputer, tablet, dan ponsel pintar. sehingga aksesnya semakin luas bagi berbagai kalangan [34].

2.3 Simulasi Komputer

Simulasi merupakan representasi tiruan dari suatu sistem. Sedangkan simulasi komputer merujuk pada pemanfaatan komputer untuk menirukan jalannya operasi dari berbagai fasilitas atau proses yang ada dalam dunia nyata, atau tiruan dari suatu sistem yang mengalami perubahan seiring dengan waktu. Istilah simulasi umumnya dikaitkan dengan simulasi dinamis, yaitu simulasi terhadap sistem yang kondisinya berubah seiring perubahan waktu.

Simulasi banyak digunakan ketika suatu sistem terlalu kompleks sehingga tidak memungkinkan untuk dimodelkan secara analitis. Oleh karena itu, solusi yang dihasilkan melalui simulasi bukanlah solusi yang benar-benar optimal, melainkan mendekati optimal. Simulasi juga sering digunakan dalam situasi di mana membangun sistem nyata membutuhkan biaya yang sangat tinggi, atau ketika eksperimen langsung di dunia nyata dianggap berbahaya maupun dapat menimbulkan ketidaknyamanan bagi pihak-pihak yang terlibat dalam sistem tersebut.

Simulasi peristiwa diskrit (*discrete event simulation*) adalah jenis simulasi di mana perubahan status sistem hanya terjadi pada saat-saat tertentu secara diskrit, yang dipicu oleh suatu peristiwa (*event*). Perubahan status yang terjadi di masa mendatang ditentukan oleh waktu tertentu yang disebut dengan jam simulasi. Jenis simulasi ini merupakan pendekatan yang paling banyak digunakan dalam penerapan simulasi berbasis computer [35].

2.4 Definisi dan Konsep Dasar RNG

Random number generator merupakan suatu algoritma yang dirancang untuk menghasilkan suatu urutan nilai yang sulit ditebak polanya, sehingga urutan nilai tersebut dapat dianggap sebagai suatu keadaan acak (*random*). Bilangan acak yang dihasilkan oleh komputer, termasuk bilangan acak yang diterapkan dalam berbagai algoritma kriptografi, sebenarnya tidak benar-benar acak [36]. Dengan kata lain dikenal dengan istilah bilangan

acak semu. Bilangan acak tersebut dapat ditebak susunan atau urutan nilainya jika dapat diketahui algoritma yang digunakan. Dalam kriptografi, bilangan acak sering dibangkitkan menggunakan pembangkit bilangan acak semu atau *Pseudo Random Number Generator* (PRNG).

Pseudorandom Number Generator (PRNG) merupakan algoritma yang menghasilkan deret bit yang unik yang berasal dari nilai awal yang di sebut dengan seed [37]. *Pseudorandom number generator* digunakan dalam banyak hal seperti, permainan, robotik, peningkatan performa, modeling dan simulasi, algoritma genetik dan masih banyak lagi. Dengan menggunakan PRNG angka dapat di generate secara acak berdasarkan seed yang diberikan. Sebuah PRNG harus melalui beberapa tes untuk menguji keacakan dan performa dari *random number* tersebut. Agar kualitas keacakan dan performanya dapat dipertanggungjawabkan, algoritma PRNG perlu melalui serangkaian uji statistik. Salah satu algoritma PRNG yang paling dikenal dan masih banyak digunakan hingga kini adalah Linear Congruential Generator (LCG).

Linear Congruential Generator (LCG) adalah salah satu algoritma *pseudo random number* yang tertua dan paling populer. Teori dari algoritma ini mudah dipahami dan dapat diimplementasikan secara cepat. Selain itu *Linear Congruential Generator* dapat diterapkan pada aplikasi simulasi lain karena algoritma ini sangat efisien secara waktu proses dan hemat penggunaan memori [38]. LCG dapat diterapkan untuk menghasilkan sekumpulan nilai acak ataupun dapat digunakan untuk mengacak posisi dari sekumpulan nilai. Ciri khas dari *Linear Congruential Generator* adalah terjadi pengulangan pada periode waktu tertentu atau setelah sekian kali pembangkitan. Algoritma *Linear Congruential Generator* (LCG) adalah algoritma sederhana dan cepat dalam hal pelaksanaannya[39].

LCG algoritma yang bersifat rekursif linear yang dikombinasikan dengan fungsi modulus [40]. Model matematis LCG dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2).

Rumus *Linear Congruential Generator* (LCG):

$$x_{n+1} = ((a \times x_n) + b) \text{ mod } m \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

x_n = Nilai saat ini dalam barisan (bilangan acak ke-n).

a = Pengali (*multiplier*), konstanta bilangan bulat positif yang memengaruhi periode dan kualitas keacakan.

b = Penambah (*increment*), konstanta bilangan bulat non-negatif untuk menghindari pola berulang.

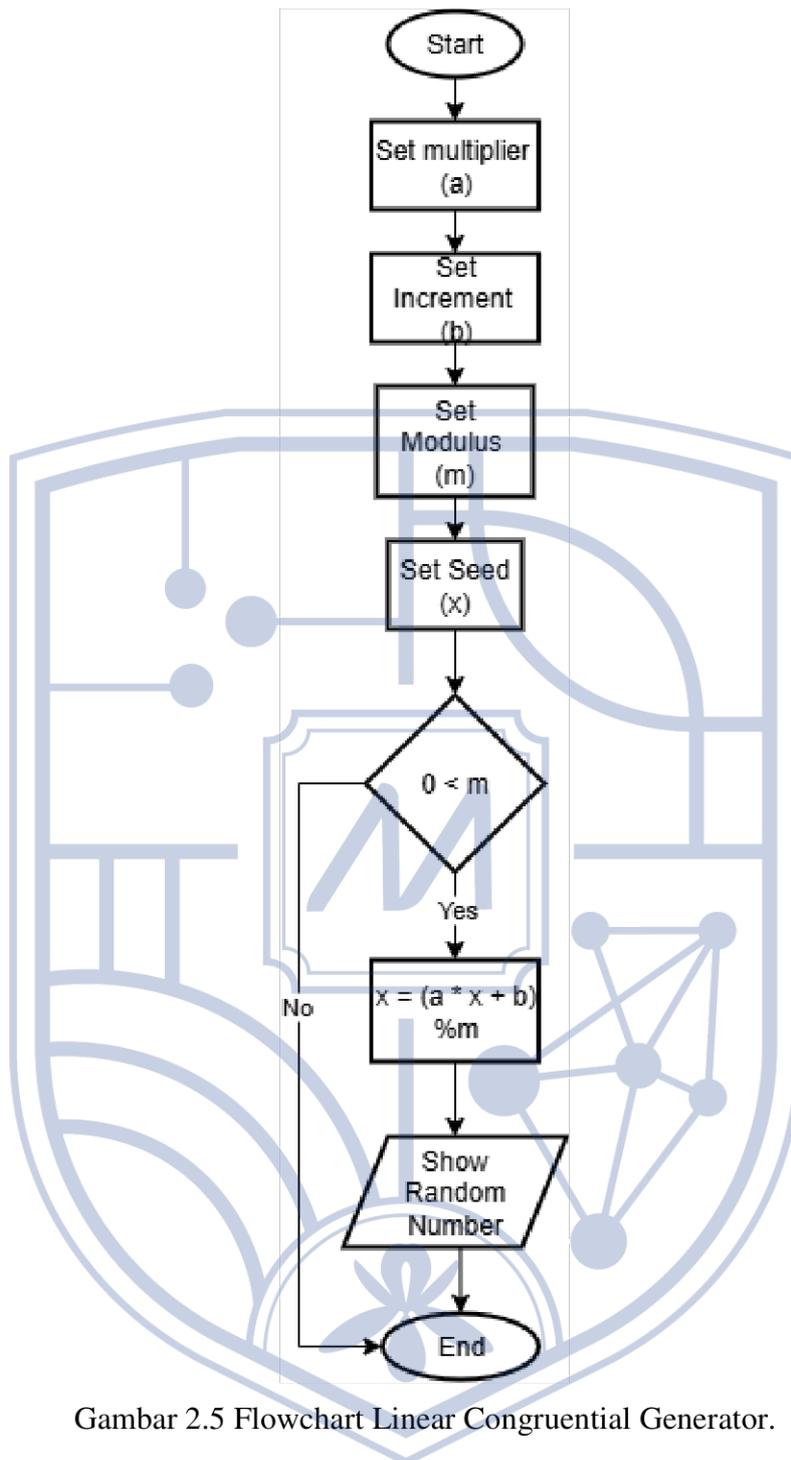
m = Modulus, bilangan bulat positif yang menentukan rentang output (bilangan acak berada di $[0, m - 1]$).

$\text{Mod } m$ = Operasi modulus untuk memastikan hasil tetap dalam rentang $[0, m - 1]$.

X_0 (seed) = Nilai awal untuk memulai barisan, menentukan urutan bilangan acak yang dihasilkan.

Berdasarkan rumus (2) di atas, tahapan proses pembuatan bilangan acak menggunakan Linear Congruential Generator dapat digambarkan secara visual dalam flowchart. Seperti pada Gambar 2.5 tersebut menjelaskan alur pembangkitan bilangan acak menggunakan metode Linear Congruential Generator (LCG). Proses dimulai dengan menentukan nilai pengali (a), penambah (b), modulus (m), dan seed (x) sebagai angka awal. Setelah itu dilakukan pengecekan apakah nilai modulus lebih besar dari nol, jika tidak maka proses tidak bisa dilanjutkan. Jika syarat terpenuhi, perhitungan angka acak dilakukan menggunakan rumus $x = (a \times x + b) \text{ mod } m$. Hasil perhitungan inilah yang kemudian ditampilkan sebagai bilangan acak. Terakhir, proses berakhir setelah bilangan acak ditunjukkan.

LCG merupakan algoritma yang efisien dan mudah diimplementasikan, namun memiliki beberapa keterbatasan. Karena sifatnya yang deterministik dan linear, bilangan acak yang dihasilkan dapat menunjukkan pola yang terprediksi terutama jika parameter a , b , dan m tidak dipilih dengan hati-hati. Selain itu, periode bilangan acak yang dihasilkan dibatasi oleh nilai modulus m , sehingga untuk aplikasi yang memerlukan bilangan acak dalam jumlah sangat besar diperlukan nilai modulus yang cukup besar. Meskipun demikian, LCG tetap banyak digunakan dalam aplikasi-aplikasi yang tidak memerlukan tingkat keacakan yang sangat tinggi, seperti simulasi sederhana, permainan komputer, dan pengujian perangkat lunak dasar, mengingat kesederhanaan dan kecepatan komputasinya yang tinggi.



Gambar 2.5 Flowchart Linear Congruential Generator.

2.5 Black-box Testing

Black box Testing merupakan teknik pengujian software yang fokus pada spesifikasi fungsi-fungsi yang ada pada perangkat lunak yang dikembangkan. Kesalahan struktur data, kesalahan akses basis data, kesalahan antar muka, kesalahan kinerja, dan kesalahan inisialisasi dan terminasi adalah beberapa hal yang sering ditemukan melalui pengujian *black box* [41].

Pengujian *black box* sangat penting bagi programmer dan tester karena memverifikasi apakah fungsi keseluruhan sistem berjalan dengan baik. Pengujian *black box* bersifat dinamis, sehingga penguji tidak dapat mengetahui kode sumber dan arsitektur sistem. Mereka hanya dapat melalui antarmuka dengan memberikan *input* dan memeriksa *output*, tanpa mengetahui bagaimana *input* bekerja sampai *output* menjadi sebuah *input*. Pemodelan *black box* bergantung pada akurasi yang diinginkan serta struktur yang dipilih untuk memetakan data yang diukur dari sistem, termasuk *input* dan *output* yang saling berhubungan [42].

Keuntungan menggunakan *black box Testing* adalah [41]:

1. Penguji tidak perlu memahami bahasa pemrograman tertentu.
2. pengujian dilakukan dari sudut pandang pengguna, hal ini membantu untuk mengungkapkan ambiguitas atau inkonsistensi dalam spesifikasi persyaratan.
3. Programmer dan tester bergantung satu sama lain.

Tujuan dari *Black box Testing* adalah untuk mencari [42]:

1. Fungsi yang salah atau hilang.
2. Kesalahan antarmuka.
3. Kesalahan dalam struktur data atau akses database eksternal.
4. Kesalahan kerja.
5. Inisialisasi dan kesalahan terminasi.
6. Validasi fungsional.
7. kesensitifan system terhadap nilai *input* tertentu.
8. Batasan Suatu data.

Manfaat dari *black box Testing* dapat mengetahui seberapa baik dan kekurangan sistem melaksanakan fungsinya serta interaksi *user* terhadap aplikasi. Pada *black box Testing* diperlukan perancangan *test case* yang berfungsi untuk mengidentifikasi dan memberikan kondisi - kondisi yang akan di implementasikan dalam pengujian, untuk meyakinkan bahwa aplikasi dapat memenuhi kebutuhan fungsional *user* [43].

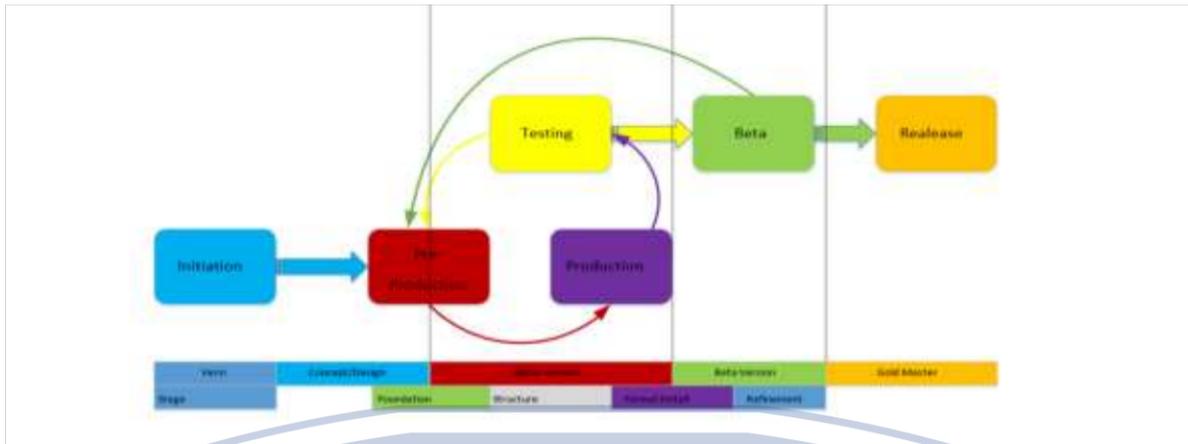
Teknik pengujian pada *black box Testing* ada banyak macamnya, yaitu [43]:

1. Teknik *Equivalence Partitioning* adalah cara untuk membagi *input* data menjadi beberapa bagian atau partisi.
2. Teknik *Boundary value analysis* melibatkan penelusuran kesalahan dari luar atau dalam perangkat lunak, baik itu nilai minimum maupun maksimum dari kesalahan yang ditemukan.
3. Teknik *Fuzzing* adalah metode untuk menemukan bug atau gangguan dalam perangkat lunak dengan menginjeksikan data yang cacat.

4. Teknik *Cause-Effect Graph* menggunakan grafik sebagai referensi untuk menggambarkan hubungan antara penyebab dan efek dalam pengujian.
5. Teknik *Orthogonal Array Testing* digunakan Ketika domain *input* relative kecil namun kompleksitasnya cukup tinggi untuk skala besar.
6. Teknik *All Pair Testing* merancang semua pasangan dari kasus uji agar mencakup semua kemungkinan kombinasi diskrit dari seluruh pasangan *inputnya*.
7. Teknik *State Transition* berguna untuk menguji kondisi mesin dan navigasi dalam bentuk grafik.
8. Teknik *Error Guessing* merupakan pengujian yang dilakukan dengan cara mengidentifikasi kesalahan dalam aplikasi berdasarkan pengetahuan dan pengalaman penguji.
9. Teknik *Use case* merupakan metode pengujian yang mengevaluasi setiap fungsi perangkat lunak melalui simulasi alur operasi sistem secara menyeluruh, mulai dari tahap awal hingga penyelesaian akhir. Dalam konteks ini, *use case* berperan sebagai skenario yang menjelaskan interaksi antara pengguna (*user*) dengan aplikasi, termasuk tujuan dan tindakan yang dilakukan. Selain menjadi panduan bagi pengembang dalam memahami kebutuhan pengguna, skenario ini juga mencerminkan ekspektasi pengguna terhadap fitur atau alur yang harus diimplementasikan. Oleh karena itu, *use case* tidak hanya berfungsi sebagai acuan pengembangan sistem, tetapi juga menjadi dasar perancangan *test case* untuk memastikan kesesuaian antara produk akhir dengan kebutuhan pengguna [44].
10. *Decision Table Technique* adalah suatu metode yang diterapkan secara sistematis, dimana berbagai kombinasi *input* disusun dalam sebuah tabel. Teknik ini berguna untuk menguji fungsi yang menunjukkan keterkaitan logis antara dua atau lebih *input*.

2.6 Game Development Life Cycle (GDLC)

Penggunaan *Game Development Life Cycle* (GDLC) Merupakan metodologi untuk pengembangan aplikasi berbasis *game* dengan pendekatan *iteratif* yang terdiri dari 6 fase / langkah pengembangan, dimulai pada fase *Initialitations* atau pembentukan konsep *game*, pra-produksi (*Pre-Production*), produksi *game* (*Production*, ujicoba (*Testing*), *Beta Realease* dan Rilis Aplikasi (*Realease*) [45]. Berikut tahapan GDLC dijelaskan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Fase Metode *Game Development Life Cycle*[45]

Berikut Penjelasan Fase dan Proses GDLC [46]:

1. *Initiation*

Langkah pertama dalam membuat sebuah *game* adalah menyusun konsep kasar mengenai jenis *game* yang akan dibuat. Luaran dari tahap inisiasi ini adalah konsep *game* dan deskripsi singkat mengenai *game* tersebut.

2. *Pre-Production*

Berikut penjelasan mengenai tahap *Pre-Production*:

- a. Jenis *Game* (*Genre Game*) merupakan tahapan untuk mengidentifikasi seperti apa alur permainan yang akan diatur dan dirancang pada aplikasi.
- b. Skenario dan Karakter merupakan tahapan untuk menentukan dan merancang Skenario pada karakter di dalam *game*.
- c. *Gameplay* merupakan tahapan untuk menentukan bagaimana proses permainan diciptakan dan diterapkan didalam *game*, dan *user* dapat merasakan interaksi dengan sebuah permainan (*game*).
- d. Perancangan Aplikasi *Game* merupakan tahapan merancang aplikasi yaitu berupa Skenario yang digambarkan dalam bentuk *Use case* Diagram.
- e. Pembuatan Model *Prototype* merupakan tahapan untuk membuat model *Prototype* dalam bentuk antar muka desain (*UI Design*).
- f. Tantangan merupakan tahapan untuk menentukan seperti apa tantangan yang akan dihadapi oleh *user*.

3. *Production*

Produksi adalah proses inti yang mencakup pembuatan aset, penulisan kode sumber, dan integrasi keduanya. Prototipe terkait di fase ini adalah detail formal dan penyempurnaan.

4. *Testing*

Dalam konteks ini, pengujian internal dilakukan untuk menilai kegunaan (*usability*) dan keseruan (*playability*) *game*. Metode pengujian disesuaikan dengan tahap prototipe.

5. *Beta*

Fase *Beta* melibatkan pengujian eksternal (*beta tester*). Metode pengujian sama seperti sebelumnya (detail formal dan penyempurnaan). Pemilihan pengujian dapat bersifat:

- a. *Closed Beta*: hanya undangan.
- b. *Open Beta*: siapa saja yang mendaftar.

6. *Release*

Tahap akhir di mana *build game* telah mencapai versi final dan siap dirilis ke publik. Rilis mencakup peluncuran produk, dokumentasi proyek, *knowledge-sharing*, *post-mortem*, serta perencanaan pemeliharaan dan perluasan (*ekspansi*) *game*.

