

IMPLEMENTASI IOT DAN MACHINE LEARNING DALAM BIDANG PENDIDIKAN

Pembelajaran Matematika Tingkat SD melalui Serious Game

Mauridhi Hery Purnomo ¹⁾, Umi Laili Yuhana ²⁾

^{1,2} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya Indonesia
email : hery@ee.its.ac.id¹⁾, yuhana16@mhs.ee.its.ac.id²⁾

Abstrak

Makalah ini mendiskusikan tentang penerapan Internet of Things (IoT) dan teknik-teknik machine learning dalam bidang pendidikan. Diawali dari pembahasan perkembangan IoT, machine learning, taksonomi bloom dan serious game sebagai pengantar. Berbagai contoh penerapan IoT di berbagai bidang termasuk dalam bidang pendidikan juga dibahas. Di bagian akhir, didiskusikan tentang penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Komputasi Multimedia ITS terkait dengan serious game yang menerapkan IoT dan machine learning untuk mendukung pembelajaran matematika tingkat SD. Selain untuk pembelajaran, pemilihan tema dan skenario dalam game ditujukan untuk memperkenalkan budaya dan kearifan lokal Indonesia.

Kata kunci : *internet of things, serious game, pembelajaran matematika*

1. Pendahuluan

Saat ini, komputer dan piranti pintar (smart device) tumbuh sangat cepat. Hampir semua piranti pintar terhubung dengan jaringan internet. Menurut Noviandari [1], dari 7.357 milyar jumlah populasi di dunia, ada 3.734 milyar pengguna perangkat bergerak dan 3.175 milyar orang terhubung dengan jaringan internet. Menurut Aris [2], Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) mencatat bahwa pada tahun 2016 komposisi pengguna internet di Indonesia telah mencapai 38% dari total populasi masyarakat Indonesia dan sepertiga pengguna adalah anak-anak dan remaja. 70% pengguna tersebut mengakses internet dari piranti pintarnya.

Keberadaan internet merupakan salah satu sebab lahirnya Internet of Things (IoT). IoT didefinisikan sebagai kemampuan benda-benda untuk saling terhubung dan berkomunikasi dengan komputer melalui internet untuk menyediakan layanan bagi umat manusia. Contoh benda yang dimaksud antara lain televisi, telepon, mobil, kursi, lampu, dan apapun yang dilengkapi dengan sensor maupun alat untuk berkomunikasi dengan benda lain atau dengan komputer melalui internet dimanapun, kapanpun, dengan cara apapun dan bagaimanapun. Banyak aplikasi dibuat berdasarkan teknologi ini yakni aplikasi pintar seperti smart home, smart city, smart healthcare, dan aplikasi lain yang melibatkan benda-benda di sekitar yang dilengkapi sensor, kemampuan komunikasi dan kemampuan komputasi.

Sensor dapat digunakan untuk menangkap data berupa suara, video, gambar, gelombang, maupun gerak. Saat ini ponsel pintar sudah banyak dilengkapi kemampuan untuk mengindra dengan adanya beberapa sensor seperti accelerometer, gyro, video, compass, GPS, dan lain-lain. Kemampuan konektivitas dengan adanya wifi, bluetooth, NFC pada ponsel pintar sangat mungkin untuk dapat digunakan mendeteksi pergerakan, lokasi dan kegiatan yang dilakukan manusia.

Beberapa aplikasi yang dijalankan dengan teknologi IoT membutuhkan kecerdasan. Teknik dan metode yang ada dalam machine learning sangat cocok diterapkan untuk mendukung penerapan teknologi ini. Perkembangan teknologi permainan seperti permainan serius (serious game) yang disukai anak-anak dan remaja memberikan peluang tersendiri dalam pengembangan riset dan teknologi di berbagai bidang terutama pendidikan. Makalah ini membahas tentang penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Komputasi Multimedia ITS yang terkait dengan penerapan teknik dan metode machine learning yang dipadukan dengan

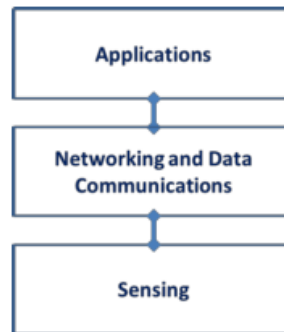
permainan serius dan IoT dalam dunia pendidikan. Permainan serius dibangun berdasarkan konsep pedagogi yakni ranah kognitif pada taksonomi bloom.

2. Tinjauan Pustaka

Bagian ini berisi bahasan terkait konsep-konsep pendukung.

A. Internet of Things (IoT)[3]

Ada banyak definisi yang mendefinisikan IoT. Menurut IEEE, internet of things (IoT) didefinisikan sebagai jaringan dari benda-benda yang dilengkapi dengan sensor yang terhubung dengan internet. Radio Frequency ID (RFID) merupakan satu sensor yang menjadi cikal bakal IoT. Saat ini banyak sekali sensor yang dapat digunakan dalam IoT. Arsitektur IoT seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Arsitektur ini terdiri dari 3 layer. Layer terendah adalah sensing, dimana benda yang dilengkapi sensor dapat mengindera data yang ditangkap. Data yang dimaksud bisa berupa suara, gambar, video, gelombang/sinyal, dan lain-lain. Layer tengah adalah jaringan dan komunikasi data menangani komunikasi data dan menyediakan jaringan antara sensor dengan aplikasi. Layer tertinggi adalah layer aplikasi, dimana pada layer tersebut terdapat antar muka yang menghubungkan mesin dengan manusia. Orang dapat menikmati layanan berbasis IoT melalui aplikasi tersebut.



Gambar 1. Arsitektur IoT menurut standard IEEE

B. Machine Learning [4]

Machine learning merupakan teknik pembelajaran yang diterapkan pada mesin sehingga mesin bisa meniru kecerdasan yang dimiliki oleh manusia. Ada dua pendekatan dalam pembelajaran mesin, yaitu pembelajaran terbimbing (supervised) dan pembelajaran tak terbimbing (unsupervised). Pembelajaran mesin dapat digunakan untuk melakukan pendeteksian, melakukan pengelompokan atau klasifikasi, dan mengidentifikasi kelas atau kategori dari suatu individu.

C. Serious Game (Permainan Serius)

Serious game (permainan serius) merupakan jenis permainan yang dibangun untuk kepentingan selain hiburan, seperti pelatihan, pendidikan, iklan maupun simulasi. Jenis permainan ini dapat diterapkan untuk berbagai tingkatan usia, dari anak-anak sampai dewasa.

D. Taksonomi Bloom[5]

Taksonomi bloom dibuat untuk kepentingan pendidikan. Pertama kali diperkenalkan oleh Benjamin S. Bloom pada tahun 1956. Terdapat 3 ranah dalam taksonomi bloom yaitu ranah kognitif, ranah afektif, dan ranah psikomotorik. Ada 6 tingkatan dalam ranah kognitif, yaitu mengingat, memahami, mengaplikasikan, menganalisis, mensintesis dan mengevaluasi. Konsep ini direvisi pada tahun 1990 oleh murid Bloom yang bernama Lorin W. Anderson. Revisi diterbitkan tahun 2001, yakni mengubah kata benda menjadi kata kerja dan memperbarui urutan tingkatan dalam ranah kognitif. Gambar 2 sebelah kiri menggambarkan tingkatan dalam ranah kognitif dari bloom dan gambar sebelah kanan merupakan konsep revisi yang diusulkan oleh Lorin W. Anderson. Anderson membalik susunan tingkatan pada level tertinggi. Sebelumnya sintesis ada pada level 5 dan evaluasi ada pada level 6. Konsep revisi menjadi evaluasi pada level 5 dan level 6 adalah kreasi.



Gambar 2. Tingkatan dalam ranah kognitif pada taksonomi bloom.

3. Penerapan Iot Dan Machine Learning Dalam Bidang Pendidikan Melalui Serious Game

Bagian ini berisi pembahasan tentang riset yang dilakukan di Laboratorium Komputasi Multimedia terkait dengan pembelajaran matematika tingkat SD melalui Serious Game. Ada 5 penelitian yang akan dibahas dalam makalah ini.

A. Skenario Permainan Dinamis menggunakan Distribusi Gaussian Box-Muller[6]

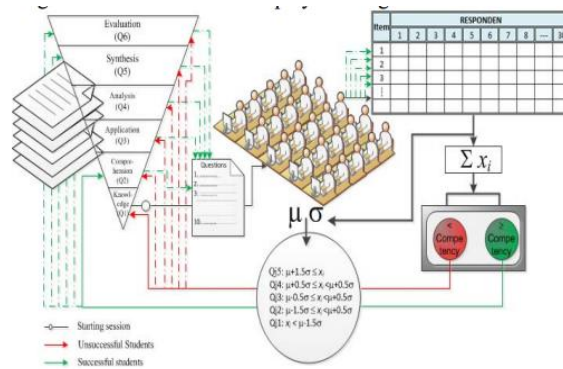
Skenario permainan dinamis untuk pembelajaran matematika diterapkan dalam permainan serius yang bertemakan reog ponorogo. Tampilan permainan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Permainan ini mengangkat budaya reog dari Ponorogo Jawa Timur. Melalui permainan ini siswa SD dapat bermain sekaligus menguji kemampuannya terhadap soal baris, deret, probabilitas dan logika matematika. Box-Muller digunakan untuk memilih 5 dari 10 persoalan secara random. Distribusi gaussian digunakan untuk mengatur tingkat kesulitan secara dinamis, capaian tingkat kesulitan mewakili kompetensi kognitif sesuai ranah bloom.

Gambar 4. menggambarkan penentuan tingkat kesulitan dalam permainan ini. Pertama-tama pemain diberi 5 soal dari kategori pengetahuan(Q1). Jawaban dari setiap soal disimpan dalam file log dan data ini akan diproses otomatis untuk mendapatkan nilai total, μ dan σ dari pengalaman permainan yang dilakukan pemain. Nilai total didefinisikan sebagai profil pengalaman pemain. Nilai μ didefinisikan sebagai nilai rata-rata dari nilai profil pengalaman dari semua pemain. Nilai σ merupakan nilai standar deviasi dari profil pengalaman semua pemain.

Terdapat 5 kategori tingkat kesulitan yang didefinisikan berdasarkan jawaban pemain. Diasumsikan bahwa domain permasalahan adalah Qd dengan d mewakili nilai 1 sampai 6. Nilai batas kelulusan adalah nilai kelulusan dari standar kompetensi yang diwakili dengan simbol L untuk semua domain kelas. Siswa yang memiliki score xi yang kurang dari L akan diberi soal dalam domain yang dimaksud, sedangkan siswa yang memiliki score xi lebih dari L akan diberikan soal pada domain yang lebih tinggi.



Gambar 3. Tampilan Game Reog Ponorogo



Gambar 4. Skenario penentuan tingkat kesulitan

Tingkat kesulitan yang harus diselesaikan oleh pemain pada tiap kelas ditentukan berdasarkan aturan seperti pada Gambar 5.

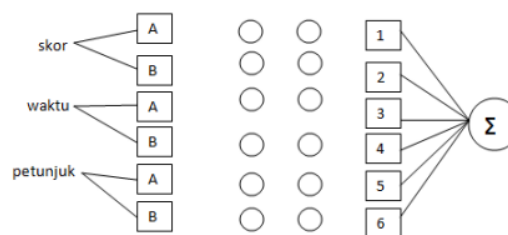
$$\begin{aligned}
 Q_5: & \text{if } \mu + 2\sigma \leq x_i \\
 Q_4: & \text{if } \mu + 1\sigma \leq x_i < \mu + 2\sigma \\
 Q_3: & \text{if } \mu - 1\sigma \leq x_i < \mu + 1\sigma \\
 Q_2: & \text{if } \mu - 2\sigma \leq x_i < \mu - 1\sigma \\
 Q_1: & \text{if } x_i < \mu - 2\sigma.
 \end{aligned}$$

Gambar 5. Aturan penentuan tingkat kesulitan

B. Klasifikasi Kemampuan Kognitif dengan ANFIS [7]

Permainan serius yang dibangun untuk penelitian ini adalah permainan Cupak Grantang. Cerita Cupak Grantang diangkat dari Daerah Bali. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan kemampuan kognitif siswa berdasarkan hasil rekaman permainan yang dilakukannya menggunakan Algoritma Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). Kemampuan kognitif terbagi menjadi 3 kemampuan pertama dalam ranah bloom, yaitu pengetahuan, pemahaman dan penerapan. ANFIS adalah metode klasifikasi yang menggunakan adaptive neuro fuzzy. Metode ini menyerupai pola penalaran pakar tanpa menggunakan analisis kuantitatif yang presisi[8].

Gambar 6 menunjukkan arsitektur ANFIS yang diusulkan. Gambar 7 menggambarkan rancangan klasifikasinya. Parameter yang digunakan untuk penentuan kemampuan kognitif ada tiga yaitu skor jawaban, waktu dan penggunaan petunjuk permainan. Permainan yang digunakan bernama permainan Cupak Grantang. Sebuah permainan serius yang mengangkat cerita dari rakyat Bali. Permainan dikemas dalam bentuk petualangan dan dalam setiap petualangan pemain dihadapkan pada soal matematika terkait bangun dan geometri.



Gambar 6. Rancangan arsitektur ANFIS yang diusulkan



Gambar 7. Rancangan Klasifikasi

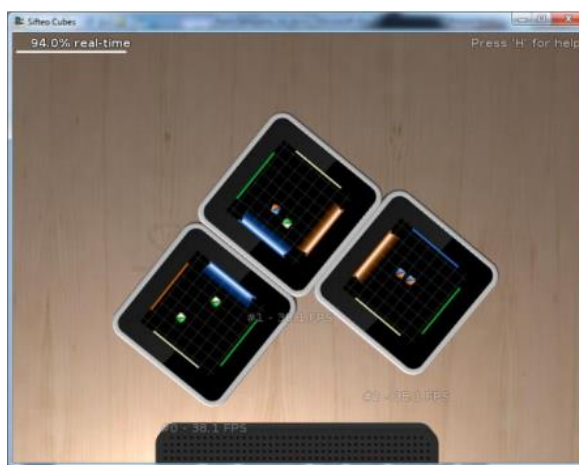
C. Automatic Leveling Game using FSM method for The Deaf Children[9]

Permainan serius yang dibangun untuk penelitian ini digunakan untuk mengetahui kemampuan aritmetika siswa tuna rungu. Permainan yang disajikan dalam alat bantu sifteo ini berisi soal penjumlahan sederhana. Gambar 8 menunjukkan gambar sifteo. Sifteo merupakan kubus layar sentuh yang berkomunikasi dengan wireless dan mempunyai sensor di keempat sisinya. Program dibangun menggunakan SDK yang telah disediakan oleh perusahaan Sifteo. Alat ini cocok untuk penderita tuna rungu yang memiliki keterbatasan dalam bicara dan mendengarkan. Permainan ini dapat dimainkan dengan menggoyangkan sifteo, mendekatkan, menekan layarnya maupun membalik sifteo. Gambar 9 menunjukkan tampilan permainan sifteo untuk anak tuna rungu.

Sifteo dapat berkomunikasi dengan komputer menggunakan USB radio link 2,4 GHz dan menggunakan mikrokontroler ARM 32 bit. Pengambilan data dan uji coba dilakukan pada salah satu sekolah inklusi di Gedangan Alam Permai, Sidoarjo. Dari hasil percobaan menunjukkan bahwa permainan ini dapat dimainkan dengan baik oleh siswa tuna rungu.



Gambar 8. Sifteo



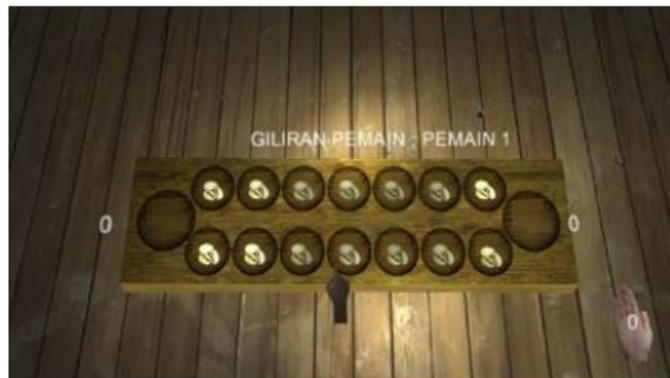
Gambar 9. Tampilan permainan penjumlahan untuk anak tuna rungu

D. Permainan Dakon dengan Metode Bayesian Network Berbasis Kemampuan Kognitif Pemain [10]

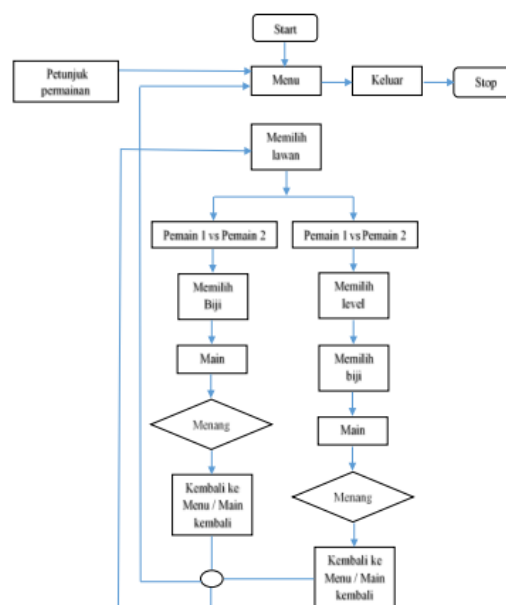
Dakon adalah permainan tradisional yang dimainkan oleh anak-anak dan orang dewasa. Permainan dakon dilakukan dengan memanfaatkan sebuah papan dakon yang memiliki 14 buah lubang kecil dan 2 buah lubang besar untuk diisi biji dakon. Pemenang adalah pemain yang dapat memasukkan biji dakon terbanyak di lubang besar miliknya. Permainan serius ini dibuat untuk melatih ketrampilan berpikir anak terhadap konsep bilangan dan operasi hitung. Permainan ini dibuat dengan menggunakan metode bayesian network untuk membantu guru mendapatkan kemampuan kognitif siswa terhadap konsep bilangan dan operasi hitung penjumlahan dan pengurangan dalam tiga kategori; pintar, menengah dan kurang.

Permainan ini dapat dimainkan oleh pemain single dengan melawan komputer dan multi player (2 pemain). Pemain dapat memilih jumlah lobang. Level game ditentukan berdasarkan banyaknya lobang dan banyaknya biji. Selama permainan, variabel karakteristik siswa di tangkap dan di simpan dalam database. Variabel yang dimaksud adalah jumlah biji dan waktu.

Gambar 10 menunjukkan tampilan permainan dakon. Arsitektur dari permainan ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 10. Tampilan permainan dakon

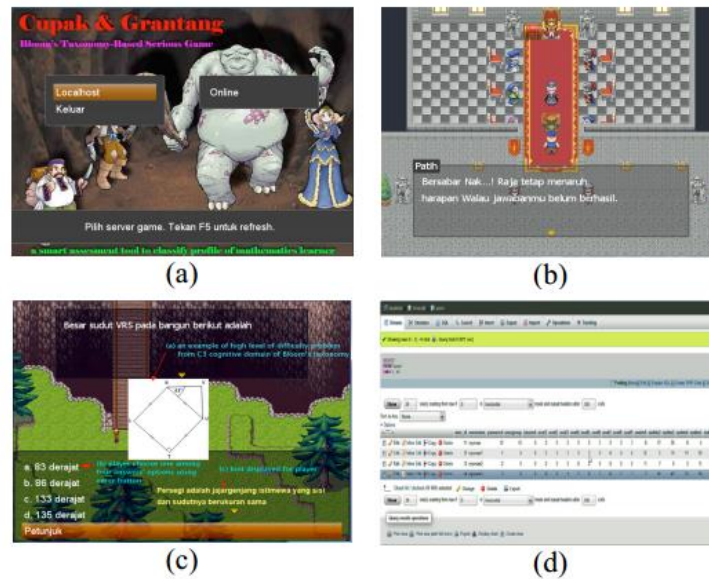


Gambar 11. Arsitektur permainan dakon

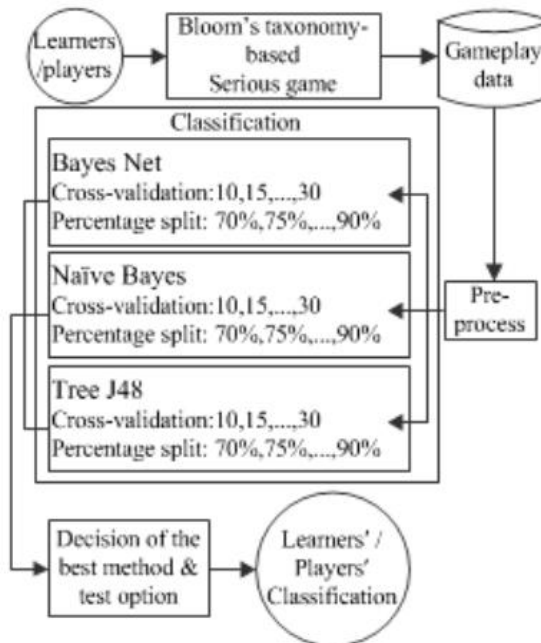
Pengujian dilakukan terhadap anak didik sekolah dasar kelas 2 dan 3. Anak diminta untuk bermain kemudian dilakukan observasi, wawancara dan pengumpulan data berdasarkan pengujian ini. Hasil menunjukkan tingkat kemampuan kognitif siswa dapat diklasifikasikan menggunakan hasil permainan ini.

E. Intelligent Classification of Learner's Cognitive Domain using Bayes Net, naive bayes, and J48 Utilizing Bloom's Taxonomy-based Serious Game [11]

Dalam penelitian ini, penulis melakukan penelitian terhadap data permainan Cupak Grantang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12. Permainan serius ini dibangun untuk menyelesaikan permasalahan klasifikasi profil pemain dengan jumlah yang besar, dibatasi oleh waktu dan kebutuhan akan data yang otentik. Berbeda dengan effindi [7], klasifikasi kemampuan kognitif pemain dalam penelitian ini diklasifikasikan menggunakan metode Bayes Net, Naive Bayes, dan J48 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13. Berdasarkan hasil studi dalam penelitian ini didapati bahwa klasifier Naive Bayes memberikan prosentasi akurasi tertinggi sebesar 92,31%. Pendekatan ini menghasilkan akurasi yang mirip dengan Bayes Net tetapi dengan tingkat error yang rendah.



Gambar 12. Tampilan permainan Cupak Grantang



Gambar 13. Metodologi klasifikasi yang digunakan

4. Penelitian Selanjutnya

Studi terhadap berbagai penelitian di bidang IoT dan machine learning untuk bidang pendidikan telah diperkenalkan. Penelitian-penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan konsep permainan serius yang cocok untuk penilaian kemampuan siswa terhadap pelajaran matematika.

Pada penelitian berikutnya, akan diinvestigasi dan dibangun sebuah permainan serius yang dapat digunakan untuk penilaian yang adaptif. Diharapkan siswa dapat mengunduh aplikasi permainan ini dan bermain menggunakan ponsel pintarnya. Berbagai teknik machine learning akan digunakan untuk meningkatkan kecerdasan sistem penilaian yang adaptif tersebut.

5. Kesimpulan dan Saran

Perkembangan jumlah ponsel pintar yang terkoneksi dengan internet dalam jumlah besar memberikan peluang tersendiri untuk perkembangan IoT. Penggabungan IoT dengan machine learning dalam sebuah permainan serius dapat digunakan untuk menilai level kognitif siswa. Makalah ini membahas berbagai penelitian di bidang permainan serius terkait IoT dan machine learning.

Daftar Pustaka

- [1] L. Noviadari, “[INFOGRAFIS] Statistik Pengguna Internet dan Media Sosial Terbaru di Indonesia,” *TECHNASIA*, 2015. [Online]. Available: <https://id.techinasia.com/talk/statistik-pengguna-internet-dan-media-sosial-terbaru-di-indonesia>.
- [2] Aris Wasita Widiastuti, “APJII: jumlah pengguna internet terus meningkat.” [Online]. Available: <http://www.antaranews.com/berita/568907/apjii-jumlah-pengguna-internet-terus-meningkat>.
- [3] I. I. Initiative, “Towards a definition of the Internet of Things (IoT),” no. 1, pp. 1–86, 2015.
- [4] S. J. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall, 1995.
- [5] D. R. Krathwohl, “A Revision of Bloom’s Taxonomy: An Overview,” *Theory Pract.*, vol. 41, no. 4, 2002.
- [6] I. N. Sukajaya, A. Vitianingsih, S. M. S. N, K. E. Purnama, M. Hariadi, and M. H. Purnomo, “Multi-parameter dynamic difficulty game ’ s scenario using Box-Muller of Gaussian distribution Multi-Parameter Dynamic Difficulty Game ’ s Scenario Using Box-Muller of Gaussian Distribution,” in *The 7th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2012)*, 2012, no. July 14-17, pp. 1666–1671.
- [7] M. A. Effindi, I. N. Sukajaya, I. K. E. Purnama, and M. H. Purnomo, “Sistem Cerdas untuk Klasifikasi Kemampuan Kognitif dengan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) Sistem Cerdas untuk Klasifikasi Kemampuan Kognitif dengan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS),” in *The 1st Conference on Information Technology and Computer and Electrical Engineering (CITACEE) 2013*, 2013, no. 16 November 2013, pp. 229–232.
- [8] and Y. N. N. Yusof, NB. Ahmad, MS. Othman, *A Concise Fuzzy Rule Base to Reason Student Performance Based on Rough-Fuzzy Approach*. 2012.
- [9] R. Fahayana, I. N. Sukajaya, I. K. E. Purnama, and M. H. Purnomo, “Automatic Leveling Game-Based on Cognitive Domain of Bloom’s Taxonomy using FSM method for The Deaf Children,” in *Seminar on Intelligent Technology and Its Applications*, 2014, pp. 2–6.
- [10] I. Ratna, I. Astutik, S. Sumpeno, and M. H. Purnomo, “Permainan Dakon dengan Metode Bayesian Network Berbasis Kemampuan Kognitif,” in *Proceeding of Conference on Information Technology and Electrical Engineering*, 2014, pp. 21–25.
- [11] I. N. Sukajaya, I. K. E. Purnama, and M. H. Purnomo, “Intelligent Classification of Learner’s Cognitive using Bayes Net, Naïve Bayes, and J48 Utilizing Bloom’s Taxonomy-based Serious Game,” *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 10, no. 2, pp. 46–52, 2015.