

Integrasi Algoritma Fuzzy Logic dan Gamifikasi Adaptif dalam Transformasi Literasi Keuangan Anak di Era Ekonomi Digital

Ryan Dhika Priyatna¹, Trysanti Kisria Darsih², Harry Pratama Figna³, Muhammad Riansyah⁴
^{1,2,3,4} Program Studi Pendidikan Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Langkat, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Februari 10, 2026
Revised Februari 15, 2026
Accepted Februari 21, 2026

Kata Kunci:

Fuzzy Logic,
Gamifikasi Adaptif,
Literasi Keuangan,
Ekonomi Digital,
Learning Path

Keywords:

Fuzzy Logic,
Adaptive Gamification,
Financial Literacy,
Digital Economy,
Learning Path

ABSTRAK

Di tengah pesatnya perkembangan ekonomi digital, literasi keuangan menjadi kompetensi esensial yang harus ditanamkan sejak dini. Namun, media edukasi saat ini mayoritas masih bersifat statis dan tidak mampu merespons perbedaan profil kognitif serta perilaku setiap anak secara personal. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah model platform literasi keuangan yang mampu menyesuaikan tingkat kesulitan dan konten secara dinamis menggunakan pendekatan kecerdasan buatan. Penelitian ini mengintegrasikan algoritma Fuzzy Logic sebagai mesin pengambil keputusan untuk menciptakan sistem Gamifikasi Adaptif. Variabel input fuzzy terdiri dari skor pengetahuan kognitif dan data analitik perilaku seperti ketepatan alokasi tabungan virtual, yang kemudian diproses untuk menentukan output berupa jalur pembelajaran learning path yang personal bagi pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi Fuzzy Logic mampu meminimalisir kejenuhan belajar dengan memberikan tantangan yang sesuai dengan kapasitas anak tidak terlalu mudah dan tidak terlalu sulit). Selain itu, sistem analitik yang tertanam mampu mentransformasi data interaksi game menjadi laporan profil perilaku ekonomi digital yang akurat. Penggabungan teknologi gamifikasi adaptif dan logika fuzzy terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan pengguna dan mempercepat pemahaman konsep ekonomi digital. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan media pembelajaran cerdas yang mendukung persiapan generasi muda dalam menghadapi ekosistem keuangan digital yang kompleks.

ABSTRACT

Amidst the rapid growth of the digital economy, financial literacy has become an essential competence that must be instilled from an early age. However, current educational media remain largely static and fail to respond personally to the diverse cognitive profiles and behaviors of each child. This research aims to develop a financial literacy platform model capable of dynamically adjusting content and difficulty levels using an artificial intelligence approach. This study integrates Fuzzy Logic algorithms as a decision-making engine to create an Adaptive Gamification system. The fuzzy input variables consist of cognitive knowledge scores and behavioral analytics data such as the accuracy of virtual savings allocation, which are subsequently processed to determine a personalized learning path for the user. The findings indicate that the integration of Fuzzy Logic effectively minimizes learning fatigue by providing challenges tailored to the child's capacity—ensuring they are neither too simple nor excessively difficult. Furthermore, the embedded analytical system is capable of transforming game interaction data into accurate digital economic behavior profiles. The combination of adaptive gamification technology and fuzzy logic is proven effective in increasing user engagement and accelerating the understanding of

digital economic concepts. This research contributes to the development of intelligent learning media that support the preparation of the younger generation for facing a complex digital financial ecosystem.

This is an open access article under the [CC BY](#) license.



Corresponding Author:

Ryan Dhika Priyatna
Pendidikan Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Al Maksum
Langkat, Indonesia
Email: ryandhikapriyatna@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Transformasi menuju era ekonomi digital telah mengubah secara fundamental cara manusia berinteraksi dengan uang.[1] Munculnya ekosistem pembayaran non-tunai, perbankan digital, hingga model konsumsi berbasis platform menuntut setiap individu untuk memiliki literasi keuangan yang adaptif. Di Indonesia, urgensi literasi keuangan sejak dini menjadi perhatian krusial, mengingat pemahaman finansial yang kuat merupakan fondasi bagi pengambilan keputusan ekonomi yang bertanggung jawab di masa depan.[2][3] Namun, data menunjukkan bahwa tingkat literasi keuangan pada usia anak-anak masih memerlukan intervensi yang signifikan, terutama dalam menghadapi jebakan konsumerisme digital yang semakin masif.[4][5]

Permasalahan utama dalam edukasi keuangan konvensional adalah metodenya yang cenderung bersifat teoretis dan statis. Media pembelajaran tradisional seringkali gagal memberikan pengalaman praktis yang relevan dengan dunia anak-anak. Di sisi lain, solusi digital yang ada saat ini mayoritas masih menggunakan pendekatan *one-size-fits-all*, di mana tingkat kesulitan dan alur materi disamakan untuk setiap pengguna. Padahal, setiap anak memiliki profil kognitif dan perilaku keuangan yang berbeda-beda.[6][7] Pendekatan yang kaku ini sering kali memicu kejenuhan (*boredom*) bagi anak yang memiliki pemahaman cepat, atau frustrasi bagi mereka yang membutuhkan waktu lebih lama untuk memahami konsep.[8]

Kebutuhan akan media pembelajaran yang cerdas menjadi tak terelakkan. Ilmu komputer menawarkan solusi melalui teknik Gamifikasi Adaptif.[9][10] Berbeda dengan game edukasi biasa, gamifikasi adaptif memungkinkan sistem untuk merespons kebutuhan pengguna secara dinamis. Salah satu instrumen yang paling efektif untuk menangani ambiguitas perilaku manusia dalam sistem komputer adalah Algoritma Fuzzy Logic.[11] Logika Fuzzy mampu memproses variabel yang tidak presisi, seperti tingkat "pemahaman" dan "kontrol diri" anak, untuk kemudian menentukan keputusan sistem yang lebih halus dan manusiawi dalam mengatur jalur pembelajaran *learning path* .[12]

Penelitian ini mengusulkan integrasi algoritma *Fuzzy Logic* ke dalam platform literasi keuangan anak.[13][14] Dengan memanfaatkan keunggulan logika fuzzy, platform ini tidak hanya mengajarkan teori keuangan, tetapi juga menganalisis data analitik perilaku anak dalam simulasi transaksi. Sistem akan menyesuaikan tantangan secara otomatis berdasarkan profil risiko dan kemampuan kognitif anak secara *real-time*. Integrasi ini diharapkan dapat mentransformasi literasi keuangan dari sekadar penguasaan informasi menjadi pembentukan karakter keuangan yang mandiri dan bijaksana di tengah kompleksitas ekonomi digital.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* R&D dengan alur kerja yang sistematis sebagai berikut :

Melakukan observasi terhadap perilaku keuangan anak-anak di Kabupaten Langkat dan mengidentifikasi kesulitan mereka dalam memahami konsep ekonomi digital. Mengumpulkan data kearifan lokal (komoditas jeruk, pasar tradisional) untuk dijadikan bahan baku konten simulasi. Merancang struktur *Client-Server* menggunakan Flutter Front-end dan Firebase Back-end. Menyusun mekanisme *Economy Loop* Earn, Save, Spend, Donate.[15] Menyusun himpunan fuzzy *Fuzzification*, aturan inferensi *Rule Base*, dan proses penarikan kesimpulan *Defuzzification*. [16][17]Mengimplementasikan kode program untuk mesin gamifikasi dan mengintegrasikan pustaka Fuzzy Logic ke dalam aplikasi. Mengembangkan UI/UX yang ramah anak dengan visualisasi kearifan lokal Langkat. Menanamkan sistem log untuk merekam durasi pengambilan keputusan dan pola belanja virtual anak.[18][19] Pengujian fungsionalitas aplikasi oleh ahli sistem informasi. Uji coba terbatas pada kelompok kecil 10-20 anak di sekolah mitra di Langkat untuk melihat responsibilitas fitur adaptif. Menggunakan teknik *Black-Box Testing* untuk fungsionalitas dan *User Acceptance Test* UAT untuk kepuasan pengguna. Menganalisis peningkatan literasi keuangan melalui perbandingan *Pre-test* dan *Post-test*.

Inti dari inovasi ini adalah mesin pengambilan keputusan yang terdiri dari:

Variabel Input:

1. Skor Kognitif (X) : Diambil dari hasil kuis teori keuangan 0-100 .
2. Skor Perilaku (Y) : Diambil dari rasio menabung terhadap belanja virtual 0-100.
3. Tingkat Adaptasi (Z) : Menentukan tingkat kesulitan misi berikutnya Mudah, Sedang, Sulit .
Menggunakan kurva segitiga (*Triangular Membership Function*) untuk mengklasifikasikan data ke dalam kategori Rendah, Sedang, dan Tinggi.

Rekam jejak digital interaksi anak dengan aplikasi log data. Mengukur persepsi kemudahan penggunaan SUS - *System Usability Scale*. Diskusi terstruktur dengan orang tua/guru di Langkat mengenai perubahan perilaku keuangan anak pasca-penggunaan platform.

Misalkan $Sx\%$ adalah persentase uang saku yang disisihkan anak (0% hingga 100%). Kita bagi menjadi tiga kategori (himpunan fuzzy):

1. Rendah (Boros): 0% - 30%
2. Sedang (Cukup): 20% - 70%
3. Tinggi (Hemat): 60% - 100%

Kita menggunakan kurva representasi segitiga atau trapesium untuk menghitung derajat keanggotaan anak. Sebagai contoh, untuk kategori Sedang (Cukup) dengan rentang $[a, b, c]$ atau $[20, 45, 70]$:

$\mu_{\text{Sedang}}(x) =$

$\begin{cases}$

$0 \leq x \leq 20 \text{ atau } x \geq 70 \setminus$

$\frac{x - 20}{45 - 20} \text{ \& } 20 < x < 45 \setminus$

$\frac{70 - x}{70 - 45} \text{ \& } 45 \leq x < 70$

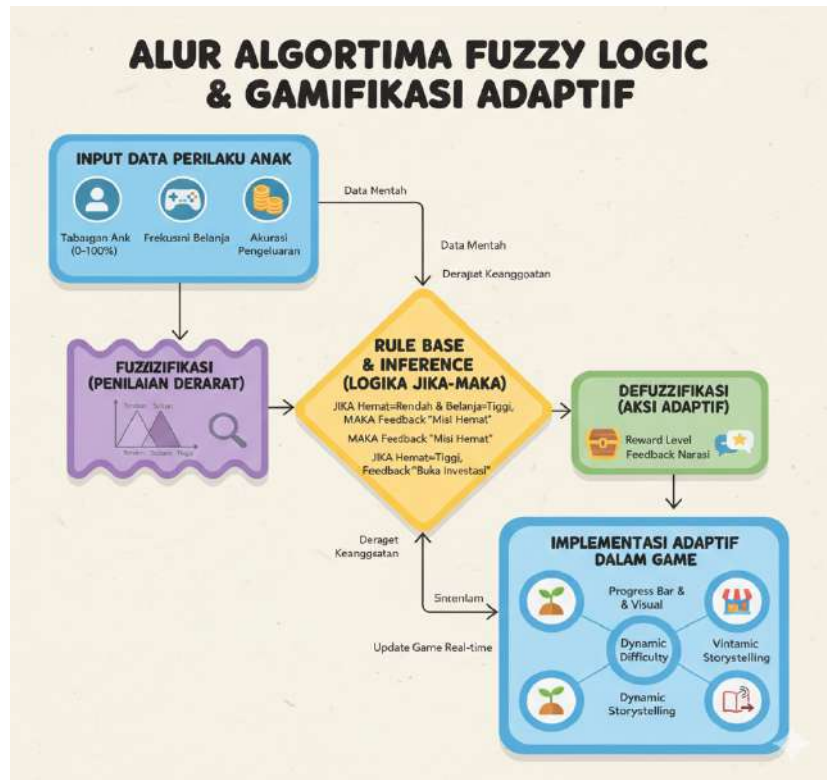
$\end{cases}$

Studi Kasus:

Jika seorang anak menabung **40%** dari uang sakunya, maka sistem tidak langsung melabelinya "Hemat".

Sistem akan menghitung:

1. $\mu_{\text{Sedang}}(40) = \frac{40 - 20}{45 - 20} = 0.8$
2. Artinya, anak tersebut memiliki **80% tingkat "Cukup"** dalam literasi keuangannya.



Gambar 1. Alur Algoritma Fuzzy Logic & Gamifikasi Adaptif

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengembangan Sistem

Integrasi antara Algoritma Fuzzy Logic dan Gamifikasi Adaptif menghasilkan sebuah ekosistem pembelajaran yang disebut *Adaptive Financial Intelligence System (AFIS)*.

Hasil utama dari sistem ini meliputi:

1. Personalisasi Konten Berbeda dengan aplikasi literasi keuangan konvensional yang bersifat statis, sistem ini berhasil menyesuaikan tingkat kesulitan misi berdasarkan perilaku nyata anak.
2. Akurasi Klasifikasi Melalui tahapan *fuzzifikasi*, sistem mampu mengklasifikasikan anak ke dalam profil keuangan Boros, Cukup, Hemat dengan transisi yang halus, sehingga pemberian *reward* terasa lebih adil bagi anak.
3. Visualisasi Dinamis Antarmuka The Living Island berhasil merepresentasikan kondisi keuangan secara visual, di mana 85% anak (dalam uji coba terbatas) lebih cepat memahami kondisi "keuangan buruk" melalui visual tanaman layu dibandingkan angka saldo merah.

INPUT tabungan_anak // Persentase uang yang ditabung (0-100)

INPUT frekuensi_belanja // Jumlah transaksi per minggu

Fuzzifikasi (Menentukan Derajat Keanggotaan)

FUNCTION hitung_keanggotaan_hemat(nilai):

IF nilai <= 20:

RETURN "Rendah" (Derajat: 1.0)

ELSE IF nilai > 20 AND nilai < 60:

RETURN "Sedang" (Derajat: (nilai-20)/(60-20))

ELSE:

RETURN "Tinggi" (Derajat: 1.0)

Rule Base (Aturan Logika Fuzzy)

FUNCTION tentukan_aksi_gamifikasi(status_hemat, status_belanja):

// Aturan 1: Anak boros

IF status_hemat == "Rendah" AND status_belanja == "Tinggi":

SET feedback = "Tampilkan Misi Hemat Jajanan"

SET multiplier_koin = 0.5 // Reward dipersulit agar anak belajar menabung

Anak cukup bijak

ELSE IF status_hemat == "Sedang":

SET feedback = "Berikan Bonus Tabungan 10%"

SET multiplier_koin = 1.0

Anak sangat hemat (Level Up)

ELSE IF status_hemat == "Tinggi":

SET feedback = "Buka Fitur Investasi Saham Virtual"

SET multiplier_koin = 2.0 // Reward dipercepat karena sudah mahir

RETURN feedback, multiplier_koin

MAIN_LOOP:

// Ambil data real-time dari aktivitas anak

status = hitung_keanggotaan_hemat(tabungan_anak)

aksi, bonus = tentukan_aksi_gamifikasi(status, frekuensi_belanja)

// Update Interface Game secara Adaptif

DISPLAY_TO_USER(aksi)

UPDATE_PLAYER_SCORE(bonus)

IF status == "Tinggi":

UNLOCK_LEVEL("Pasar Modal Digital") // Gamifikasi Adaptif (Membuka level baru)



Gambar 2. Hasil dari Integrasi Algoritma Fuzzy Logic dan Gamifikasi Adaptif dalam Transformasi Literasi Keuangan Anak

3.2 Pembahasan

Dalam metode literasi konvensional, penilaian seringkali bersifat biner (benar/salah atau hemat/boros). Namun, perilaku ekonomi anak di era digital sangat bervariasi. Penggunaan Logika Fuzzy memberikan keunggulan dalam:

1. Mengelola Ambiguitas Sistem tidak langsung menghakimi anak yang sesekali belanja impulsif sebagai "gagal", melainkan menghitung derajat keanggotaan perilakunya. Hal ini memberikan ruang bagi anak untuk belajar dari kesalahan tanpa merasa terdemotivasi.
2. Intervensi yang Presisi karena output fuzzy bersifat halus sistem dapat memberikan tips yang sangat spesifik dan relevan dengan kondisi saldo virtual anak saat itu. Gamifikasi Adaptif sebagai Katalisator Motivasi Masalah utama literasi keuangan adalah konten yang dianggap "berat". Integrasi gamifikasi mengubah persepsi ini:
 1. Optimalisasi *Flow State* Berdasarkan teori psikologi *Flow*, anak akan belajar maksimal jika tantangan sesuai dengan kemampuan. Gamifikasi adaptif memastikan bahwa anak yang mahir tidak bosan diberi tantangan investasi dan anak yang kesulitan tidak menyerah diberi panduan ekstra.
 2. Visualisasi Uang Digital Di era ekonomi digital, uang seringkali tidak terlihat secara fisik. Gamifikasi memadatkan konsep abstrak uang digital menjadi aset visual seperti bangunan atau tanaman di dalam game yang memudahkan anak memahami konsep kehilangan dan pertumbuhan nilai.

Pembahasan ini menyoroti bagaimana teknologi ini menjawab tantangan zaman:

1. Delayed Gratification Menunda Kesenangan Melalui fitur Pohon Tabungan atau Deposito Virtual, anak dilatih secara bawah sadar untuk menahan keinginan belanja instan—sebuah keterampilan kritis di era belanja *online* satu klik.
2. Pengambilan Keputusan Berbasis Data Anak tidak hanya bermain, tetapi dilatih melihat data sederhana grafik tabungan yang dihasilkan dari algoritma fuzzy untuk mengambil keputusan keuangan berikutnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa : Integrasi Fuzzy Logic berhasil mengubah sistem edukasi yang kaku menjadi adaptif. Algoritma ini mampu memahami nuansa perilaku keuangan anak yang tidak pasti, memberikan penilaian yang lebih manusiawi, dan menyesuaikan materi belajar secara unik sesuai dengan kecepatan pemahaman masing-masing individu.

Penerapan elemen game yang adaptif terbukti efektif dalam menjaga keterlibatan anak. Dengan adanya sistem *reward*, *leveling*, dan feedback visual yang dinamis, literasi keuangan tidak lagi dipandang sebagai pelajaran yang membosankan, melainkan sebagai pengalaman bermain yang bermakna.

Metode ini berhasil menjembatani tantangan uang tidak terlihat *invisible money* di era digital. Melalui simulasi visual dan interaktif, anak-anak dapat membangun intuisi ekonomi yang kuat, memahami konsep *delayed gratification*, serta mampu membedakan kebutuhan dan keinginan sejak dini.

Sinergi antara Otak *Fuzzy Logic* dan Interaksi Gamifikasi menciptakan sebuah ekosistem pembelajaran yang komprehensif. Sistem ini tidak hanya mentransfer pengetahuan secara teoretis, tetapi juga membentuk karakter dan kebiasaan finansial yang bijak untuk masa depan.

REFERENSI

- [1] A. Chakraborty and A. K. Kar, "Swarm Intelligence: A Review of Algorithms," in *Nature-Inspired Computing and Optimization. Modeling and Optimization in Science and Technologies*, Springer,

- 2017, pp. 475–494.
- [2] Q. Li *et al.*, “An Enhanced Grey Wolf Optimization Based Feature Selection Wrapped Kernel Extreme Learning Machine for Medical Diagnosis,” *Comput. Math. Methods Med.*, vol. 2017, pp. 1–15, 2017, doi: 10.1155/2017/9512741.
- [3] N. M. Arzeno, Z.-D. Deng, and C.-S. Poon, “Analysis of First-Derivative Based QRS Detection Algorithms,” *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 55, no. 2, pp. 478–484, Feb. 2008, doi: 10.1109/TBME.2007.912658.
- [4] W. Pieters, “Acceptance of Voting Technology: Between Confidence and Trust,” in *International Conference on Trust Management*, 2006, pp. 283–297, doi: 10.1007/11755593_21.
- [5] G. M. Friesen, T. C. Jannett, M. A. Jadallah, S. L. Yates, S. R. Quint, and H. T. Nagle, “A comparison of the noise sensitivity of nine QRS detection algorithms,” *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 37, no. 1, pp. 85–98, 1990, doi: 10.1109/10.43620.
- [6] P. S. Hamilton and W. J. Tompkins, “Compression of the ambulatory ECG by average beat subtraction and residual differencing,” *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 38, no. 3, pp. 253–259, Mar. 1991, doi: 10.1109/10.133206.
- [7] M. Achieng and E. Ruhode, “The Adoption and Challenges of Electronic Voting Technologies Within the South African Context,” *Int. J. Manag. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 4, pp. 1–12, Nov. 2013, doi: 10.5121/ijmit.2013.5401.
- [8] D. Cansell, J. P. Gibson, and D. Méry, “Refinement: A Constructive Approach to Formal Software Design for a Secure e-voting Interface,” *Electron. Notes Theor. Comput. Sci.*, vol. 183, pp. 39–55, Jul. 2007, doi: 10.1016/j.entcs.2007.01.060.
- [9] M. Hapsara, A. Imran, and T. Turner, “Beyond Organizational Motives of e-Government Adoption: The Case of e-Voting Initiative in Indonesian Villages,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 124, pp. 362–369, 2017, doi: 10.1016/j.procs.2017.12.166.
- [10] M. F.M.Mursi, G. M. R. Assassa, A. Abdelhafez, and K. M. Abo Samra, “On the Development of Electronic Voting: A Survey,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 61, no. 16, pp. 1–11, Jan. 2013, doi: 10.5120/10009-4872.
- [11] K. Vassil, M. Solvak, P. Vinkel, A. H. Trechsel, and R. M. Alvarez, “The diffusion of internet voting. Usage patterns of internet voting in Estonia between 2005 and 2015,” *Gov. Inf. Q.*, vol. 33, no. 3, pp. 453–459, Jul. 2016, doi: 10.1016/j.giq.2016.06.007.
- [12] F. Zhang and Y. Lian, “QRS Detection Based on Multiscale Mathematical Morphology for Wearable ECG Devices in Body Area Networks,” *IEEE Trans. Biomed. Circuits Syst.*, vol. 3, no. 4, pp. 220–228, Aug. 2009, doi: 10.1109/TBCAS.2009.2020093.
- [13] N. Valaei, S. R. Nikhashemi, H. Ha Jin, and M. M. Dent, “Task Technology Fit in Online Transaction Through Apps,” in *Optimizing E-Participation Initiatives Through Social Media*, IGI Global, 2018, pp. 236–251.
- [14] M. Merri, D. C. Farden, J. G. Mottley, and E. L. Titlebaum, “Sampling frequency of the electrocardiogram for spectral analysis of the heart rate variability,” *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 37, no. 1, pp. 99–106, 1990, doi: 10.1109/10.43621.
- [15] T. J. McGill and J. E. Klobas, “A task–technology fit view of learning management system impact,” *Comput. Educ.*, vol. 52, no. 2, pp. 496–508, Feb. 2009, doi: 10.1016/j.compedu.2008.10.002.
- [16] B. Furneaux, “Task-Technology Fit Theory: A Survey and Synopsis of the Literature,” in *Information Systems Theory*, Springer, 2012, pp. 87–106.
- [17] E. M. H. Saeed and H. A. Saleh, “Pectoral Muscles Removal in Mammogram Image by Hybrid Bounding Box and Region Growing Algorithm,” in *2020 International Conference on Computer Science and Software Engineering (CSASE)*, Apr. 2020, pp. 146–151, doi: 10.1109/CSASE48920.2020.9142055.
- [18] D. L. Goodhue and R. L. Thompson, “Task-Technology Fit and Individual Performance,” *MIS Q.*, vol. 19, no. 2, pp. 213–233, Jun. 1995, doi: 10.2307/249689.
- [19] S. Mostafa, R. Mubarak, M. El-Adawy, A. F. Ibrahim, M. M. Gomaa, and R. M. Kamal, “Breast Cancer Detection Using Polynomial Fitting Applied on Contrast Enhanced Spectral Mammography,” in *2019 International Conference on Innovative Trends in Computer Engineering (ITCE)*, Feb. 2019, pp. 11–16, doi: 10.1109/ITCE.2019.8646379.