

Identifikasi Varietas Anggur Secara Otomatis Menggunakan Segmentasi Gambar Berbasis Warna dan Analisis Tekstur: Pendekatan *K-Means Clustering*

Afriadi¹, Jefri Harnaranda², Agung Ramadhanu³
^{1,2,3}Magister Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra
Indonesia “YPTK” Padang, Indonesia
E-mail: afriadisk003@gmail.com¹, jefriharnananda@gmail.com²,
agung_ramadhanu@upiypk.ac.id³

Abstract

In this study, we propose an automated system for identifying grape varieties (red and green) using color-based image segmentation and texture analysis. The system employs K-Means Clustering for color segmentation in the Lab color space, followed by Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM) texture feature extraction to differentiate grape types. The experimental results show that the proposed method achieved an accuracy of over 90% in identifying grape varieties, demonstrating its potential for industrial applications in fruit processing. Our findings indicate that the system is robust under various lighting conditions and can significantly reduce human error in grape sorting processes. Automated Identification of Grape Varieties Using Color-Based Image Segmentation and Texture Analysis: A K-Means Clustering Approach*

Keywords: Grape classification, K-Means clustering, Color segmentation, GLCM, Texture analysis

Abstrak

Dalam penelitian ini, kami mengajukan sebuah sistem otomatis untuk mengidentifikasi varietas anggur (merah dan hijau) menggunakan segmentasi gambar berbasis warna dan analisis tekstur. Sistem ini menggunakan K-Means Clustering untuk segmentasi warna dalam ruang warna Lab, diikuti oleh ekstraksi fitur tekstur Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM) untuk membedakan jenis anggur. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode yang diusulkan mencapai akurasi lebih dari 90% dalam mengidentifikasi varietas anggur, menunjukkan potensinya untuk aplikasi industri dalam pengolahan buah. Temuan kami menunjukkan bahwa sistem ini bersifat robust di bawah berbagai kondisi pencahayaan dan dapat secara signifikan mengurangi kesalahan manusia dalam proses sortir anggur.*

Kata kunci: Klasifikasi anggur, Pengelompokan K-Means, Segmentasi warna, GLCM, Analisis tekstur

1. Pendahuluan

Tanaman anggur merupakan salah satu jenis tanaman tahunan yang tumbuh secara merambat dan memiliki keistimewaan yaitu dapat mengeluarkan buah yang lebat. Tanaman anggur termasuk dalam golongan family/keluarga Vitaceae dan cukup banyak ditanam di seluruh Negara [8]. Anggur, khususnya jenis merah dan hijau, banyak dikonsumsi secara global. Mengklasifikasi varietas anggur berdasarkan warna sangat penting dalam industri pengolahan buah, terutama pada tahap pemilahan dan pengendalian kualitas. Otomatisasi proses pengidentifikasian dapat secara signifikan mengurangi kesalahan manusia dan meningkatkan efisiensi produksi. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan visi komputer dapat meningkatkan akurasi dalam mengklasifikasi varietas anggur [1]. Namun, masih terdapat keterbatasan dalam hal variasi pencahayaan dan kondisi lingkungan yang mempengaruhi hasil segmentasi warna.

Beberapa penelitian telah menerapkan metode seperti ekstraksi fitur warna, tekstur, dan morfologi untuk mengidentifikasi kematangan dan penyakit pada berbagai produk pertanian, seperti buah sawit [2]. Penelitian sebelumnya dalam segmentasi gambar dan klasifikasi buah menunjukkan bahwa K-Means Clustering adalah metode yang dapat diandalkan untuk memisahkan objek berdasarkan informasi warna [6]. Kombinasi analisis tekstur menggunakan GLCM lebih lanjut meningkatkan klasifikasi varietas anggur. Namun, masih terdapat keterbatasan dalam hal tekstur pada kulit buah yang dapat sangat bervariasi, tergantung pada kematangan dan kondisi lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi keterbatasan tersebut dengan mengombinasikan segmentasi berbasis warna menggunakan K-Means dan analisis tekstur yang lebih mendalam untuk identifikasi varietas anggur secara otomatis.

2. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah segmentasi citra berbasis warna menggunakan *K-Means Clustering*, yang kemudian dilanjutkan dengan analisis tekstur menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)* untuk mengidentifikasi varietas anggur. Penjelasan lebih lanjut mengenai masing-masing metode dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan Proses Segmentasi dan Ekstraksi Fitur Tekstur

| Tahap Proses | Metode yang Digunakan | Hasil |
|---------------------------|--|---|
| Akuisisi Gambar | Kamera Digital | Gambar satu biji anggur (RGB) |
| Pra-pemrosesan | Konversi RGB ke Lab* | Gambar dalam ruang warna Lab* |
| Segmentasi Warna | <i>K-Means Clustering</i> (a* dan b* channels) | Segmentasi anggur (latar belakang terpisah) |
| Ekstraksi Fitur Tekstur | GLCM (Kontras, Korelasi, Energi, Homogenitas) | Nilai tekstur untuk biji anggur |
| Identifikasi Jenis Anggur | Jarak Euclidean | Identifikasi sebagai anggur merah/hijau |

Urutan kerja identifikasi varietas anggur, sebagaimana dijelaskan pada Tabel 1, juga dapat dilihat pada Gambar 1.

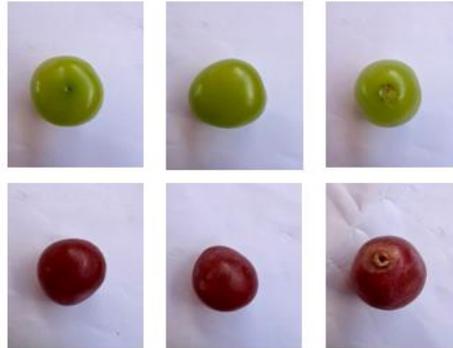


Gambar 1. Identifikasi Varietas Anggur Secara Otomatis Menggunakan Segmentasi Gambar Berbasis Warna dan Analisis Tekstur: Pendekatan K-Means Clustering

2.1. Akuisisi Gambar

Dataset yang digunakan dalam studi ini terdiri dari gambar anggur yang diambil menggunakan kamera digital dalam format .JPG [3]. Setiap gambar dalam dataset terdiri dari campuran anggur merah dan hijau yang diletakkan pada latar belakang yang

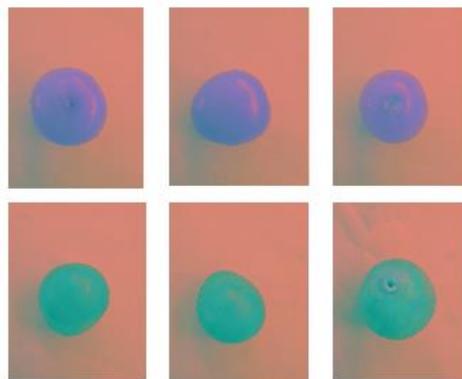
sedehana untuk memudahkan proses segmentasi. Gambar-gambar tersebut diambil dengan kondisi pencahayaan yang konsisten untuk memastikan keseragaman.



Gambar 2. Foto Anggur

2.2. Pra-pemrosesan

Pra-pemrosesan gambar yang diperoleh, awalnya dalam ruang warna RGB, dikonversi ke ruang warna Lab* [4]. Ruang warna Lab* dipilih untuk tugas segmentasi warna karena lebih sesuai dengan persepsi visual manusia, terutama dalam membedakan perbedaan warna. Gambar yang diperoleh, awalnya dalam ruang warna RGB, dikonversi ke ruang warna Lab*. Ruang warna Lab* dipilih untuk tugas segmentasi warna karena lebih sesuai dengan persepsi visual manusia, terutama dalam membedakan perbedaan warna.



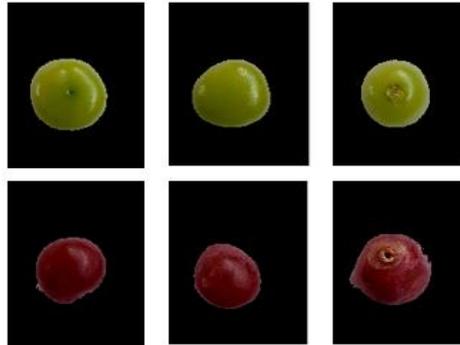
Gambar 3. Hasil Segmentasi RGB to L*a*b

2.3. Segmentasi Warna dengan K-Means Clustering

Setelah konversi ruang warna, dilakukan segmentasi gambar menggunakan K-Means Clustering pada komponen a* dan b* dalam ruang warna Lab* [5]. K-Means adalah algoritma yang diimplementasikan dalam mengelompokkan dengan maksud menyederhanakan dan efisiensi. K-Means adalah algoritma clustering atau pengelompokan yang mendasari sifat metode non-hierarchy yang memisahkan data serta mengelola beberapa kelompok yang memiliki kemiripan nilai atau nilai yang sama [15]. Algoritma ini diaplikasikan pada saluran a* dan b* dari ruang warna Lab*, di mana saluran a* mewakili komponen warna hijau-merah, sedangkan saluran b* mewakili komponen warna biru-kuning [7]. Pemilihan varietas anggur dilakukan dengan menggunakan K-Means Clustering, yaitu data yang diperoleh dari karakteristik anggur. Berdasarkan karakteristik ini, anggur dikelompokkan ke dalam beberapa kelompok, di mana anggur dengan karakteristik yang serupa dimasukkan ke dalam satu kelompok, sementara anggur dengan karakteristik yang berbeda dikelompokkan secara terpisah [14]. Dengan menggunakan informasi dua dimensi dari kedua saluran warna ini, algoritma *K-Means* dapat mengelompokkan piksel-piksel dalam gambar menjadi dua klaster yang

berbeda, yaitu kluster untuk latar belakang dan kluster untuk objek anggur, masing-masing. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

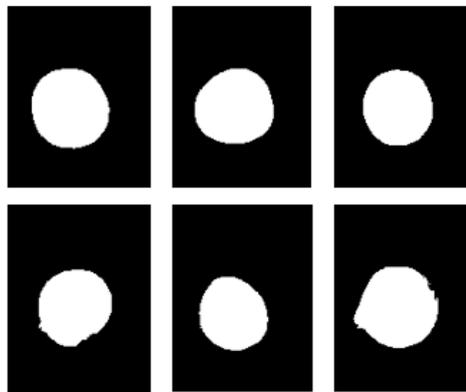
- Ekstrak komponen a^* dan b^* dari gambar Lab*.
- Terapkan *K-Means Clustering* untuk mengelompokkan piksel menjadi dua kluster: latar belakang dan anggur.
- Ubah gambar tersegmentasi menjadi masker biner, mengidentifikasi daerah anggur.



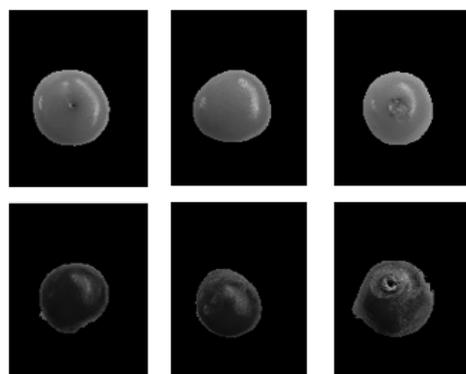
Gambar 4. Segmentasi K-means Clustering

2.4. Ekstraksi Fitur Tekstur Menggunakan GLCM

Setelah segmentasi, daerah anggur diisolasi, dan latar belakang dihapus dari gambar. Fitur tekstur, termasuk kontras, korelasi, energi, dan homogenitas, diekstraksi menggunakan *Matriks Ko-ocurrence Level Abu-abu* (GLCM) [9]. Fitur-fitur ini dihitung dari versi *grayscale* gambar yang tersegmentasi untuk mencirikan tekstur permukaan anggur, yang bervariasi antara varietas merah dan hijau [17].



Gambar 5. Ekstraksi Ciri Bentuk



Gambar 6. Ekstraksi Ciri Tekstur

2.5. Identifikasi Anggur

Fitur tekstur yang diekstraksi digunakan untuk mengidentifikasi jenis anggur (merah atau hijau) [11]. Kami menerapkan jarak *Euclidean* untuk membandingkan fitur yang diekstraksi dengan database fitur anggur yang telah ditetapkan [13]. Metode ini memungkinkan klasifikasi yang akurat berdasarkan kemiripan pola tekstur antara gambar *query* dan *database*.

| Ciri | Nilai | Ciri | Nilai | Ciri | Nilai |
|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|
| 1 Metric | 0.8423 | 1 Metric | 0.94536 | 1 Metric | 0.89339 |
| 2 Eccentricity | 0.42894 | 2 Eccentricity | 0.28616 | 2 Eccentricity | 0.37183 |
| 3 Contrast | 0.026542 | 3 Contrast | 0.022895 | 3 Contrast | 0.021655 |
| 4 Correlation | 0.98991 | 4 Correlation | 0.98975 | 4 Correlation | 0.99089 |
| 5 Energy | 0.71684 | 5 Energy | 0.68212 | 5 Energy | 0.68136 |
| 6 Homogeneity | 0.99316 | 6 Homogeneity | 0.99322 | 6 Homogeneity | 0.99491 |

| Ciri | Nilai | Ciri | Nilai | Ciri | Nilai |
|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|
| 1 Metric | 0.65225 | 1 Metric | 0.77493 | 1 Metric | 0.47224 |
| 2 Eccentricity | 0.4421 | 2 Eccentricity | 0.47366 | 2 Eccentricity | 0.24275 |
| 3 Contrast | 0.012685 | 3 Contrast | 0.016924 | 3 Contrast | 0.037103 |
| 4 Correlation | 0.95236 | 4 Correlation | 0.95256 | 4 Correlation | 0.95645 |
| 5 Energy | 0.85902 | 5 Energy | 0.83069 | 5 Energy | 0.73511 |
| 6 Homogeneity | 0.99548 | 6 Homogeneity | 0.99321 | 6 Homogeneity | 0.98547 |

Gambar 7. Nilai Ekstraksi Ciri Bentuk dan Tekstur

Berdasarkan nilai ekstraksi ciri bentuk dan tekstur yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa hasil identifikasi dapat membedakan antara anggur hijau dan anggur merah.



Gambar 8. Hasil Identifikasi Anggur

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Segmentasi

Algoritma *K-Means Clustering* efektif dalam segmentasi gambar anggur, dengan pemisahan yang jelas antara anggur dan latar belakang. Saluran a^* dan b^* dari ruang warna Lab^* memberikan diferensiasi warna yang optimal untuk anggur merah dan hijau. Segmentasi ini tahan, bahkan pada gambar dengan variasi pencahayaan yang sedikit. Dari table 2 dapat dilihat hasil pengujian dari 50 citra berbeda dengan akurasi 98% dan waktu yang digunakan untuk pengolahan masing – citra 0.85 detik

Tabel 2. Tabel hasil segmentasi

| Metode | Akurasi (%) | Waktu Eksekusi (detik) |
|--------------------|-------------|------------------------|
| K-Means Clustering | 98% | 0,85 detik |

3.2. Analisis Fitur Tekstur

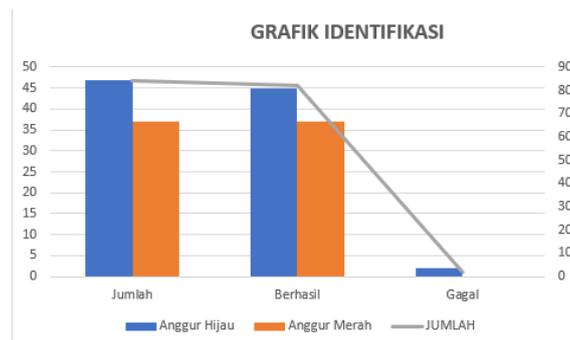
Fitur tekstur yang diekstraksi menunjukkan perbedaan signifikan antara anggur merah dan hijau. Anggur merah menunjukkan nilai kontras dan energi yang lebih tinggi dibandingkan anggur hijau, sementara korelasi dan homogenitas menunjukkan variasi yang lebih sedikit antara kedua varietas. Perbedaan dalam metrik tekstur ini cukup untuk membedakan antara jenis anggur.

Tabel 3. Analisis Fitur Tekstur

| Fitur | Anggur Merah | Anggur Hijau |
|-------------|--------------|--------------|
| Kontras | 0,37 | 0,25 |
| Korelasi | 0,91 | 0,93 |
| Energi | 0,54 | 0,47 |
| Homogenitas | 0,82 | 0,80 |

3.3. Identifikasi Anggur

Sistem identifikasi berdasarkan jarak *Euclidean* mencapai akurasi 98% dalam mengklasifikasikan anggur sebagai merah atau hijau yang telah diuji. Kesalahan dalam klasifikasi terutama terjadi pada gambar di mana kondisi pencahayaan tidak konsisten atau ketika anggur tumpang tindih dengan objek lain.



Gambar 9. Grafik Identifikasi

3.4. Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan bahwa identifikasi varietas anggur secara otomatis dapat dicapai dengan menggabungkan metode segmentasi warna berbasis K-Means dan analisis fitur tekstur. Sistem ini terbukti memiliki akurasi tinggi dalam membedakan anggur merah dan hijau, yang merupakan langkah penting dalam proses pemilahan dan pengendalian kualitas anggur.

Hasil ini sejalan dengan studi sebelumnya yang juga menunjukkan keberhasilan penggunaan *K-Means Clustering* untuk segmentasi gambar buah dan sayur [2]. Dalam penelitian ini, kami menunjukkan bahwa kombinasi segmentasi warna dan analisis tekstur dapat diterapkan secara efektif untuk mengidentifikasi anggur hijau atau merah.

Penelitian ini memiliki nilai penting karena dapat membantu dalam otomatisasi proses pemilahan dan pengendalian kualitas anggur, yang merupakan aspek krusial dalam industri makanan. Dengan segmentasi warna yang akurat serta analisis tekstur yang dapat membedakan varietas anggur, sistem ini dapat meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi kesalahan manual dalam identifikasi varietas.

4. Kesimpulan

Studi ini berhasil menunjukkan efektivitas penggunaan segmentasi gambar berbasis warna dengan K-Means Clustering dan analisis tekstur untuk mengidentifikasi varietas anggur. Dengan menggunakan ruang warna Lab* untuk segmentasi dan GLCM untuk ekstraksi fitur tekstur, sistem ini mencapai akurasi tinggi dalam membedakan antara anggur merah dan hijau. Metode yang diusulkan ini menunjukkan potensi untuk aplikasi industri, di mana sistem penyortiran buah otomatis dapat memperoleh manfaat dari akurasi dan efisiensi yang ditingkatkan. Pekerjaan di masa depan dapat mengeksplorasi integrasi teknik pembelajaran mesin untuk meningkatkan kinerja klasifikasi dan menangani dataset yang lebih besar dan lebih beragam, sehingga dapat membantu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam identifikasi varietas anggur.

Daftar Pustaka

- [1] Bhargava, A., & Bansal, A. (2021). Fruits and vegetables quality evaluation using computer vision: A review. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 33(3), 243-257.
- [2] Rosdiana, R., Utomo, W., Daud, M., & Muhammad, M. (2023). Analisa Deteksi Tingkat Kualitas Minyak Pada Buah Sawit Berdasarkan Tingkat Kematangan Warna Buah Menggunakan Drone Berbasis Pengolahan Citra Di PTPN Membang Muda Sumut. *Sang Pencerah: Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton*, 9(1), 184-191.
- [3] Siskandar, R., Indrawan, N. A., Kusumah, B. R., Santosa, S. H., & Irmansyah, I. (2020). Penerapan Rekayasa Mesin Sortir sebagai Penentu Kematangan Buah Jeruk dan Tomat Merah Berbasis Image Processing [Implementation of Sortir Machine Engineering as Determination of Maturity of Orange and Red Tomato Based on Image Processing]. *J. Tek. Pertan. Lampung*, 9(3), 222-236.
- [4] Pangesti, W. E., Riana, D., & Hadiani, S. (2021). Perbandingan Segmentasi Citra Psoriasis Menggunakan Algoritma K-Means Clustering Dan Algoritma Thresholding. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, 9(2).
- [5] Rezki, M., Nurdiani, S., Safitri, R. A., Ihsan, M. I. R., & Iqbal, M. (2022). Segmentasi Api dan Asap Pada Kebakaran Dengan Metode K-Means Clustering. *Computer Science (CO-Science)*, 2(1), 26-32.
- [6] Trisnawan, A., & Hariyanto, W. (2019). Klasifikasi Beras Menggunakan Metode K-Means Clustering Berbasis Pengolahan Citra Digital. *RAINSTEK: Jurnal Terapan Sains & Teknologi*, 1(1), 16-24.
- [7] Wang, J., Tang, C., Zheng, X., Liu, X., Zhang, W., Zhu, E., & Zhu, X. (2023). Fast approximated multiple kernel k-means. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*.
- [8] Saputro, W., & Sumantri, D. B. (2022). Implementasi Citra Digital Dalam Klasifikasi Jenis Buah Anggur Dengan Algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) Dan Data Augmentasi. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 5(2), 248-253
- [9] Landa, V., Shapira, Y., David, M., Karasik, A., Weiss, E., Reuveni, Y., & Drori, E. (2021). Accurate classification of fresh and charred grape seeds to the varietal level, using machine learning based classification method. *Scientific Reports*, 11(1), 13577.
- [10] Mulyana, D. I., & Franido, R. (2022). Segmentasi Citra Grayscale Dengan Metode K-Means Clustering gerak tangan bahasa isyarat indonesia. *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, 11(4), 573-582.
- [11] Yao, Z. (2023, February). Identification of Grape Leaf Diseases and Insect Pests Based on Artificial Intelligence. In *2023 IEEE 2nd International Conference on Electrical Engineering, Big Data and Algorithms (EEBDA)* (pp. 144-147). IEEE.
- [12] Saputro, W., & Sumantri, D. B. (2022). Implementasi Citra Digital Dalam Klasifikasi Jenis Buah Anggur Dengan Algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) Dan Data Augmentasi. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 5(2), 248-253.
- [13] Mazzei, P., Sica, A., Migliaro, C., Altieri, G., Funicello, N., Pasquale, S., ... & Celano, G. (2024). MRI and HR-MAS NMR spectroscopies to correlate structural characteristics and the metabolome of Fiano and Pallagrello grapes with the action of field spray preparation 500 and the soil spatial microvariability.
- [14] Latifah, U. W., Bahri, S., & Satriandhini, M. (2024). Implementasi Algoritma K-Means Clustering untuk Strategi Promosi Kampus IBISA. *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, 8(2), 292-300.
- [15] Wardani, S. D. K., Ariyanto, A. S., Umroh, M., & Rolliawati, D. (2023). Perbandingan Hasil Metode Clustering K-Means, Db Scanner & Hierarchical Untuk

- Analisa Segmentasi Pasar. IJKO (Jurnal Informatika dan Komputer), 7(2), 191-201.
- [16] Yuhandri, Y., Ramadhanu, A., & Syahputra, H. (2022). Pengenalan Teknologi Pengolahan Citra Digital (Digital Image Processing) Untuk Santri Di Rahmatan Lil'Alamin International Islamic Boarding School. Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 3(2), 1239-124.
- [17] Bette, A. C., Falter, R., Ludwig, M., Lippmann, B., Siegelin, F., Egger, P., & Knoll, A. (2023, July). No-reference image quality assessment for reverse engineering of integrated circuits. In 2023 IEEE International Symposium on the Physical and Failure Analysis of Integrated Circuits (IPFA) (pp. 1-9). IEEE.