

**Penentuan Posisi Buah Catur Berbasis Hu Moments yang Dimodifikasi untuk Robot Pemain Catur dengan Sistem Tersemat****Identifying the Chess Pieces Configuration Based on Modified Hu Moments for Chess Playing Robot with Embedded System**David Pang<sup>1)\*</sup>, Glanny Mangindaan<sup>1)\*</sup><sup>1)</sup>Jurusan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi; Jl. Kampus Unsrat Manado\*Email Korespondensi: [david.pang@unsrat.ac.id](mailto:david.pang@unsrat.ac.id)**Abstrak**

*Dalam situasi pandemi Covid-19, robot pemain catur bisa membantu para pemain catur untuk mendapatkan pengalaman bermain catur yang natural. Namun salah satu kesulitan terbesar pada robot pemain catur adalah bagaimana mengenali masing-masing buah catur pada papan catur menggunakan tangkapan kamera digital. Dalam riset ini kami mengusulkan metode pengenalan pola buah catur menggunakan Hu moment yang dimodifikasi untuk mengenali konfigurasi buah catur pada papan catur, untuk digunakan pada robot pemain catur dengan sistem tersemat. Meskipun metode ini sederhana dan punya beberapa keterbatasan, namun dapat menjalankan fungsinya dengan baik.*

*Kata kunci: pengenalan pola, Hu moment, catur, robot.*

**Abstract**

*In this pandemic situation of Covid-19, chess playing robot can help one to keep playing chess with a natural gaming experience. However, one of the biggest impediments to accomplish a chess playing robot is how to identify chess game state from any images captured by digital camera. In this research we propose a pattern recognition method based on modified Hu moment to recognize every chess piece on the chessboard, specifically to be applied to a chess playing robot with embedded system. Despite its simplicity and limitations, this method works well on purpose.*

*Keywords: pattern recognition, Hu moment, chess, robot .*

**PENDAHULUAN**

Merebaknya pandemi Covid-19 sejak 2019 membuat warga harus menjaga jarak. Hal ini berpengaruh terhadap semua segi kehidupan termasuk juga permainan catur, baik sebagai olahraga maupun sekedar hiburan. Bermain catur melalui layar komputer adalah salah satu alternatif, namun bermain catur menggunakan papan

catur dan buah catur memberikan pengalaman bermain catur yang lebih natural. Penggunaan robot pemain catur adalah alternatif yang dapat membantu warga selama masa pandemi.

Salah satu permasalahan tersulit pada robot pemain catur adalah bagaimana mengidentifikasi konfigurasi buah catur melalui kamera. Umumnya pengenalan

posisi buah catur mendeteksi petak papan catur yang ditempati oleh buah catur, lalu mengklasifikasikan warna buah catur yang menempati petak tersebut (Urting, Banarjee, Chen, Khan). Ada juga yang menambahkan pelacakan pergerakan buah catur (Goncalves, Sokic, Wang), sehingga dari pelacakan tersebut dapat ditentukan buah catur mana yang berpindah tempat. Semua teknik ini memerlukan pengetahuan akan posisi buah catur sebelumnya.

Penempatan posisi kamera secara tegak lurus terhadap papan catur mengakibatkan buah catur sangat sulit dibedakan dan diidentifikasi, karena dipotret dari atas. Maka sebagian peneliti mengembangkan teknik pengambilan *image* dengan sudut antara  $90^{\circ}$ – $180^{\circ}$  terhadap papan catur. Beberapa teknik lain menerapkan CNN (*Convolutional Neural Network*), misalnya seperti yang diusulkan oleh Czyzewski. Mehta et al. mengimplementasikan *augmented reality* dikombinasikan dengan AlexNet CNN untuk mendapatkan akurasi yang lebih tinggi. Semua metode dalam kategori ini dimaksudkan untuk bisa mengenali buah catur dari set catur yang berbeda-beda, sehingga dibutuhkan komputasi yang relatif kompleks.

Dalam riset ini, identifikasi buah catur dimaksudkan untuk diimplementasikan pada robot pemain catur yang buah caturnya

sudah tetap. Robot pemain catur dimaksud menggunakan sistem tersemat, yaitu sistem yang memiliki prosesor tersendiri. Prosesor ini memiliki performa kerja yang relatif rendah, misalnya Raspberry Pi. Dengan demikian dibutuhkan metode yang efisien dengan komputasi yang sesederhana mungkin. Tujuan utama riset ini adalah untuk mengidentifikasi buah catur yang menempati masing-masing petak di papan catur dengan menggunakan metode yang ringkas mungkin, dalam hal ini menggunakan metode Hu moments.

## METODE PELAKSANAAN

Metode *Image Moment* telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi pengenalan pola pada *image*. Momen dua dimensi urutan ke  $(i+j)$  didefinisikan sebagai berikut:

$$m_{ij} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^i y^j f(x, y) dx dy$$

di mana  $i, j = 0, 1, 2, \dots$

Momen di atas tidak *invariant* terhadap perubahan  $f(x, y)$  baik secara translasi, rotasi ataupun skalanya. Momen yang *invariant* terhadap translasi/pergeseran didapatkan melalui perhitungan *central moment* sebagai berikut:

$$m_{ij} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (x - \bar{x})^i (y - \bar{y})^j f(x, y) dx dy$$

di mana  $\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$ , dan  $\bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$

Untuk *image* digital, rumus di atas dapat ditulis dalam bentuk diskrit sebagai berikut:

$$m_{ij} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^i (y - \bar{y})^j f(x, y)$$

Titik  $(\bar{x}, \bar{y})$  adalah titik pusat atau *centroid* dari *image*  $f(x, y)$ . Momen di atas pada dasarnya adalah momen pada persamaan pertama yang ditranslasikan / digeser ke *centroid* dari *image* sehingga didapat momen yang *invariant* terhadap translasi. Selanjutnya agar menjadi *invariant* terhadap skala, yaitu besar kecilnya *image*, maka dilakukan normalisasi sebagai berikut:

$$m_{ij} = \frac{m_{ij}}{m_{00}^\gamma} \text{ di mana } \gamma = \frac{i+j}{2} + 1$$

Namun perhitungan ini dilewati (tidak kami pakai dalam riset ini), karena ukuran buah catur justru penting sebagai deskriptor, yaitu sebagai pembeda antara buah catur yang satu dengan yang lain.

Hu moment adalah tujuh angka yang dihitung menggunakan persamaan yang telah dibahas di atas, sehingga menjadi *invariant* terhadap translasi, rotasi, skala, dan pencerminan. Ketujuh moment ini ini dihitung sebagai berikut:

$$h_0 = m_{20} + m_{02}$$

$$h_1 = (m_{20} - m_{02})^2 + 4m_{11}^2$$

$$h_2 = (m_{30} - 3m_{12})^2 + (3m_{21} - m_{03})^2$$

$$h_3 = (m_{30} - 3m_{12})^2 + (3m_{21} + m_{03})^2$$

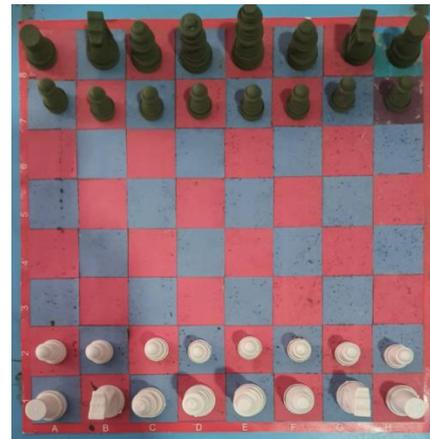
$$h_4 = (m_{30} + m_{12})(m_{30} - 3m_{12})[(m_{30} + 3m_{12})^2 - 3(m_{21} + m_{03})^2] + (3m_{21} + m_{03})[(m_{30} + 3m_{12})^2 - (m_{21} + m_{03})^2]$$

$$h_5 = (m_{20} - m_{02})[(m_{30} + m_{12})^2 - (m_{21} + m_{03})^2 + 4m_{11}(m_{30} + m_{12})(m_{21} + m_{03})]$$

$$h_6 = (3m_{21} + m_{03})(m_{30} + m_{12})[(m_{30} + m_{12})^2 - 3(m_{21} + m_{03})^2] + (m_{30} + 3m_{12})(m_{21} + m_{03})[3(m_{30} + m_{12})^2 - (m_{21} + m_{03})^2]$$

Keenam angka ini digunakan sebagai deskriptor yang membedakan antara *image* buah catur satu dengan yang lain.

Pada riset ini kami menggunakan papan catur dengan warna merah dan biru seperti terlihat pada gambar 1.



**Gambar 1. Papan catur dan buah catur yang digunakan**

Kami menggunakan satu set buah catur, di mana masing-masing jenis buah catur dipotret dari atas dalam posisi yang

berbeda-beda sehingga menghasilkan 1183 *item* dalam satu dataset yang disimpan ke dalam 1183 *file*. Dataset yang kami gunakan ini, dapat diakses melalui tautan sebagai berikut:

<https://drive.google.com/drive/folders/1y1NW-R92kYZLka6vVgeAhgAwUkdKmu31?usp=sharing>

Posisi semua petak pada papan catur kami identifikasikan berdasarkan batas peralihan warna biru dan merah beserta interpolasinya (apabila terhalang buah catur) di papan catur, yang menghasilkan 64 petak catur.

Pemilihan warna merah dan biru untuk petak catur dimaksudkan untuk memudahkan saat melakukan segmentasi, yaitu memisahkan *foreground* yang dalam hal ini buah catur, dan *background* yang dalam hal ini papan catur.

Dalam riset ini kami menggunakan kamera RGB, sehingga *image* yang diperoleh dari kamera tiap pikselnya direpresentasikan dalam 3 kanal warna RGB (*Red, Green, Blue*) di mana nilai dari tiap-tiap kanal adalah informasi tentang intensitas masing-masing kanal. Untuk memisahkan *foreground* dari *background* yang berwarna merah, maka piksel yang memiliki perbandingan warna RGB : ( $\frac{R}{B} > 160$  dan  $\frac{R}{G} > 160$ ) dieliminasi. Demikian juga untuk memisahkan *background* berwarna biru maka piksel yang memiliki perbandingan

warna RGB ( $\frac{B}{R} > 160$  dan  $\frac{B}{G} > 160$ ) juga dieliminasi. Setelah proses ini, maka yang tersisa adalah gambar yang tidak didominasi oleh warna merah polos dan biru polos, yaitu *image* dari buah catur yang ada di papan.

Selanjutnya kami melakukan proses sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi warna dari masing-masing buah catur dimaksud, dalam hal ini buah putih atau hitam.
2. Mengubah *image* RGB ke *grayscale*.
3. Meningkatkan kontras.
4. Melakukan deteksi tepi dengan menggunakan metode Canny untuk mempertegas lekukan dan kontur dari buah catur, sehingga memperkuat keunikan dari masing-masing buah catur tersebut.
5. Menghitung Hu moment dari masing-masing buah catur, namun melewatkan proses normalisasi, sehingga dihasilkan momen yang tidak *invariant* terhadap ukuran *image* buah catur.

Proses di atas dilakukan juga sebelumnya ke dataset yang ada. Nilai Hu moment dari masing-masing buah catur yang berasal dari kamera secara *live*, kemudian dibandingkan dengan nilai Hu moment dari dataset pada posisi yang sama. *Item* buah catur dari dataset (yang dalam hal ini sudah diketahui buah catur apa) yang memiliki selisih Hu moment terkecil jika dibandingkan dengan buah catur dari

kamera, terpilih sebagai buah catur yang berhasil dikenali.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian menunjukkan metode ini sensitif terhadap perubahan intensitas cahaya dan perubahan sudut maupun posisi kamera. Pengujian pada siang dan malam hari memberikan hasil yang tidak konsisten.

Cahaya lampu yang terfokus dan terlalu terang menghasilkan *glare* pada lensa kamera dan pantulan gambar yang menyilaukan sehingga menghasilkan *image* output dari kamera yang terdistorsi. Distorsi pada *raw image* ini menurunkan kinerja dari metode identifikasi yang digunakan. Tentu saja distorsi gambar ini bukan berasal dari metode yang kami gunakan, melainkan berasal dari kamera dan pencahayaan. Namun kami maksudkan bahwa metode ini tidak *robust* terhadap gangguan-gangguan seperti itu.

Sebaliknya cahaya yang relatif gelap menghasilkan kontur buah catur yang tidak jelas terutama untuk buah catur hitam. Hal ini bergantung pula pada kualitas lensa kamera yang digunakan beserta sensor gambar kamera tersebut.

Untuk mengatasi keterbatasan ini maka kami memasang kamera pada posisi yang tetap disertai dengan lampu penerangan untuk memberikan kondisi pencahayaan yang baik dan konsisten

dengan cahaya sekitar, seperti terlihat pada gambar 2.



**Gambar 2. Posisi kamera dan tambahan penerangan untuk mendapatkan *raw image* yang konsisten.**

Setelah kendala di atas diatasi melalui pemasangan posisi kamera yang tetap dan juga penambahan lampu penerangan untuk pencahayaan yang sesuai dan konsisten, sistem dapat mengenali masing-masing buah catur dengan tepat tanpa ada kesalahan.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dalam jurnal ini dipresentasikan metode Hu moment yang dimodifikasi untuk mengidentifikasi konfigurasi buah catur di papan catur. Metode ini sederhana dan efisien sehingga cocok diimplementasikan pada sistem tersepat. Namun di samping keunggulan tersebut, metode ini memiliki beberapa kekurangan, yaitu sensitif terhadap variasi cahaya, posisi kamera harus tetap (*fixed*), dan set papan catur beserta buah catur tidak bisa diganti dengan yang lain.

Namun karena riset ini dimaksudkan sebagai bagian dari sebuah robot pemain catur, di mana konstruksi maupun set papan cturnya sudah tetap, maka berbagai kekurangan di atas bisa diatasi sehingga metode pendeteksian buah catur ini dapat berfungsi dengan baik.

### DAFTAR PUSTAKA

Banerjee, N.; Saha, D.; Singh, A.; Sanyal, G. 2012. A Simple Autonomous Chess Playing Robot for Playing Chess against Any Opponent in Real Time. In proceeding of the International Conference on Computational Vision and Robotics; Institute for Project Management: Bhubaneshwar, India.

Chen, A.T.Y.; Wang, K.I.K.2016. Computer Vision Based Chess Playing Capabilities for the Baxter Humanoid Robot. In Proceedings of the International Conference on Control, Automation and Robotics, Hong Kong, China.

Chen, A.T.Y.; Wang, K.I.K. 2019. Robust Computer Vision Chess Analysis and Interaction with a Humanoid Robot. Computers 8(14).

Gonçalves, J.; Lima, J.; Leitão, P.2005. Chess Robot System : A Multi-Disciplinary Experience in Automation. In Proceeding of the Spanish Portuguese Congress on Electrical Engineering. Marbella, Spain.

Hu, Ming-Kuei.1962. Visual pattern recognition by moment invariants. IRE transactions on information theory 8(2) : 179-187.

<https://drive.google.com/drive/folders/1y1NW-R92kYZLka6vVgeAhgAwUkdKmu31?usp=sharing>

Khan, R.A.M.; Kesavan, R.2014. Design and Development of Autonomous Chess Playing Robot. Int. J. Innov. Sci. Eng. Technol.1: 1–4.

Krizhevsky, Alex, Ilya Sutskever, and Geoffrey E. Hinton.2012. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. Advances in neural information processing systems 25.

Mehta, A.; Mehta, H.2020. Augmented Reality Chess Analyzer (ARChessAnalyzer). J. Emerg. Investig. 2.

Xie, Y.; Tang, G.; Hoff, W. Chess Piece Recognition Using Oriented Chamfer Matching with a Comparison to CNN.2018. In Proceedings of the IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision. Lake Tahoe, NV, USA.