

Penerapan Algoritma Greedy dan Massa Peluang pada Permainan Battleship

Maha William Chandra 13516040

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

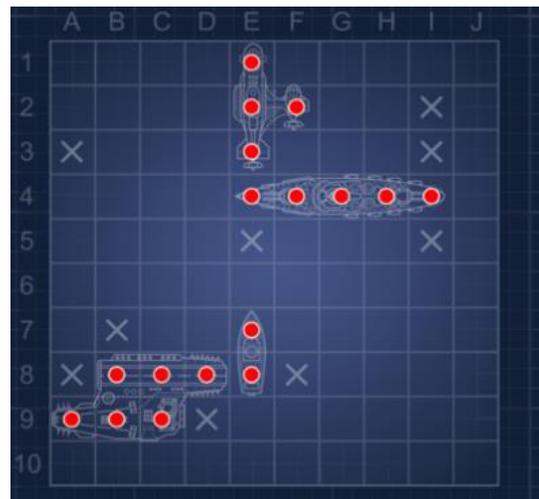
will_straw@gmail.com

Abstract—*Battleship* adalah sebuah permainan board game klasik yang dimainkan oleh 2 orang pemain dimana setiap pemain meletakkan kapal mereka pada suatu posisi dan berusaha menembak kapal lawan hingga seluruh kapal dari pemain lawannya tenggelam. Pada makalah ini, penulis akan mengkaji penerapan algoritma *greedy* sebagai strategi untuk menentukan penembakan pada permainan *battleship* ini.

Kata kunci—*greedy*, *battleship*, strategi, board game.

I. PENDAHULUAN

Battleship adalah board game klasik yang disebar dan diproduksi secara resmi pertama kali oleh Milton Bradley pada tahun 1967. yang memerlukan strategi untuk menyelesaikannya. Meski permainan ini diresmikan pada tahun tersebut, permainan ini sudah sering dimainkan dan merakyat dari puluhan tahun sebelumnya dengan pensil dan kertas. Asal usul permainan ini diduga berasal dari Perancis dengan nama *L'attique* dan dimainkan saat zaman perang dunia pertama. Ada juga dugaan bahwa asal usul game ini merupakan permainan yang dibuat oleh E. I. Horseman pada tahun 1890 dengan nama *Baslinda*. Sekarang, permainan ini sudah dapat dimainkan pada perangkat-perangkat elektronik seperti komputer dan *smartphone*. Pada permainan ini, dua pemain akan berhadapan dan dilengkapi dengan armada *battleship*. Masing-masing akan punya strategi untuk menjatuhkan musuh. Tujuannya untuk menenggelamkan armada musuh. Setiap pemain dapat mengestimasi strategi penempatan musuh dan mengeksplorasi petak yang belum diketahui dengan menembaknya. Di akhir permainan, pemain yang bertahan yang menang.



Gambar 1.1.1 Contoh tampilan permainan *Battleship* dari permainan *Fleet Battle* di *Android*.

II. LANDASAN TEORI

A. Battleship

Battleship adalah permainan yang dimainkan pada sebuah papan atau kertas berpetak atau berkisi seperti gambar 2.1.1 dibawah. Ukuran papan permainan dan jumlah kapal yang dimiliki pemain bervariasi, tidak harus seperti contoh gambar 2.1.1. Umumnya, permainan menggunakan aturan resmi dari permainan *Battleship* buatan Milton Bradley. Aturan tersebut menyangkut ukuran papan serta jumlah dan jenis kapal yang dimiliki oleh setiap pemain. ukuran papan permainan adalah 10 x 10 dan kapal yang dimiliki setiap pemain adalah *Destroyer*, *Submarine*, *Cruiser*, *Battleship*, dan, *Carrier* dengan ukuran masing-masing yaitu 2 x 1, 3 x 1, 3 x 1, 4 x 1, dan 5 x 1 secara berurutan.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4			X							
5						X	X			
6		X						X		X
7				X						X
8	X	X						X		
9										
10										

Gambar 2.1.1 Papan Permainan Battleship

Setiap pemain memiliki sejumlah kapal yang harus diposisikan secara horizontal atau vertikal dan tidak menimpa kapal lain pada posisi yang sama pada papan permainan sebelum permainan dimulai. Pada gambar 2.1.1, kotak abu-abu adalah posisi dimana kapal ditempatkan. Posisi kapal tidak diketahui oleh pemain lawan. Setelah itu, permainan dapat dimulai. Setiap pemain secara bergiliran akan menebak posisi kapal lawan dan menembak posisi tersebut. Jika tembakan tepat sasaran (mengenai kapal lawan), maka pemain lawan harus memberitahu bahwa tembakan tersebut berhasil mengenai salah satu kapal, sehingga memberi petunjuk bahwa mungkin petak sebelahnya terdapat kapal atau bagian kapal juga. Pada gambar 2.1.1, tanda X pada petak permainan adalah posisi yang sudah ditembak. Pemain yang berhasil menembak setiap bagian kapal lawan terlebih dahulu adalah pemenangnya.

B. Algoritma Greedy

Algoritma *greedy* adalah sebuah paradigma untuk menyelesaikan masalah secara heuristik dengan cara mencari nilai optimum lokal pada setiap tahap dan menggunakannya untuk mencari nilai optimum global. Nilai optimum lokal yang diambil umumnya adalah nilai maksimum atau minimum dari kumpulan alternatif nilai yang mungkin menurut batasan (*constraint*) yang ada. Solusi akhir dari algoritma ini dapat berupa solusi yang layak, yaitu solusi yang memenuhi syarat dari batasan yang ada, atau solusi optimum, yaitu solusi terbaik yang memungkinkan.

Keuntungan dari menggunakan algoritma *greedy* adalah algoritma ini cenderung cepat dan tidak kompleks dengan mengorbankan ketepatan solusi. Kelemahan dari algoritma ini adalah tidak selalu menghasilkan solusi terbaik namun dapat menghasilkan solusi yang dianggap sudah cukup baik melalui pendekatan. Algoritma ini digunakan apabila algoritma klasik seperti *brute force* terlalu lama untuk menemukan solusi yang tepat untuk suatu permasalahan atau tidak dapat menemukan solusi tersebut sama sekali.

Secara umum, algoritma *greedy* mempunyai lima buah komponen yaitu:

1. Himpunan kandidat (*candidate set*), yaitu sebuah himpunan yang berisi kandidat untuk membentuk solusi.
2. Fungsi seleksi (*selection function*), yaitu sebuah fungsi yang memilih kandidat pada setiap langkah sebagai solusi lokal optimum dengan harapan menemukan solusi global yang optimum.
3. Fungsi kelayakan (*feasibility function*), yaitu fungsi yang memeriksa apakah suatu kandidat layak untuk dijadikan sebuah solusi dengan cara tidak melanggar batasan yang ada pada persoalan.
4. Fungsi objektif (*objective function*), yaitu fungsi yang menentukan nilai pada solusi, umumnya dengan memberi nilai maksimum atau minimum.
5. Fungsi atau himpunan solusi, yaitu sebuah fungsi yang menandakan sudah ditemukannya solusi dari kumpulan kandidat yang memungkinkan atau sebuah himpunan yang berisi kandidat-kandidat yang terpilih sebagai solusi persoalan.

Algoritma *greedy* sering digunakan pada permasalahan-permasalahan klasik. Contoh permasalahan yang dapat diselesaikan dengan algoritma *greedy* adalah *traveling salesman problem* (TSP), *knapsack problem*, *job scheduling problem*, pencarian pohon merentang minimum, pemampatan data, pecahan mesir, minimalisasi waktu pada suatu sistem, pencarian lintasan terpendek, pewarnaan peta, dan lain-lain.

C. Massa Peluang

Massa peluang adalah fungsi untuk menentukan peluang eksak dari sebuah peubah acak diskrit. Pada distribusi peluang diskrit, massa peluang menentukan setiap nilai $P(X = x)$ untuk setiap nilai X yang mungkin yang dikenal sebagai fungsi massa probabilitas. Berbeda dengan fungsi densitas peluang yang menghitung peluang pada suatu ruang sampel dari distribusi peluang acak kontinu yang menghitung peluang X yang berada pada interval a, b yaitu $P(a < X < b)$ karena tidak mungkin ada nilai peluang dimana X adalah suatu bilangan bulat.

Fungsi massa peluang memiliki definisi formal. Misal $X : S \rightarrow A$ ($A \in \mathbf{R}$) adalah sebuah peubah acak diskrit pada ruang sampel S . Maka fungsi massa probabilitas $f_x : A \rightarrow [0, 1]$ untuk X didefinisikan sebagai

$$f_x(x) = P(X = x) = P(\{s \in S : X(s) = x\}).$$

Dengan total probabilitas

$$\sum_{x \in A} f_x(x) = 1$$

III. PEMBAHASAN

Pada bagian ini, akan dikaji pembahasan beberapa strategi yang dapat digunakan pada permainan *Battleship* dari penembakkan acak hingga penerapan fungsi massa peluang.

A. Penembakkan Acak

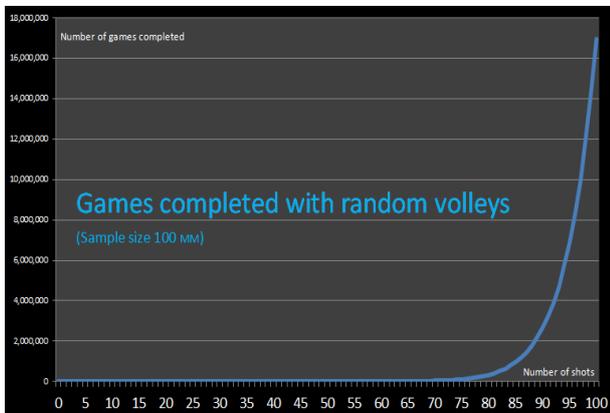
Strategi pertama dan yang paling sederhana adalah untuk melakukan penembakkan secara acak. Strategi memiliki performansi yang sangat buruk dan tidak mangkus. Secara matematis, peluang untuk melakukan penembakkan acak yang tidak pernah meleset hingga memenangkan permainan adalah

$$\frac{1}{355,687,428,096,000}$$

$$\frac{2,365,369,369,446,553,061,560,941,772,800,000}{355,687,428,096,000}$$

Dengan nilai peluang tersebut, frekuensi harapannya adalah 1 setiap 6,650,134,872,937,201,800 permainan.

Berikut adalah gambar grafik jumlah langkah yang diperlukan dengan penembakkan acak untuk memenangkan permainan dari uji coba sebanyak 100 juta kali.



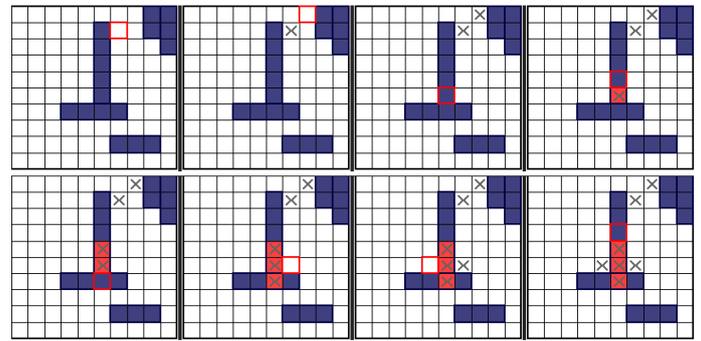
Gambar 3.1.1. Grafik Penembakkan Acak

Sumber:

<http://datagenetics.com/blog/december32011/index.html>

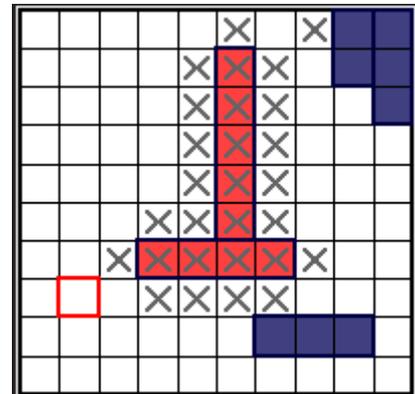
B. Penembakkan dengan Search

Strategi yang lebih baik adalah menembak petak yang bersebelahan dengan petak yang diketahui terdapat kapal. Mula-mula, penembakkan dilakukan secara acak. Setelah ada 1 tembakan yang berhasil mengenai kapal lawan, maka akan dilakukan pencarian pada sisi yang bersebelahan secara horizontal dan vertikal pada petak tersebut. Jika semua petak sudah ditembak, maka dilakukan lagi penembakkan acak hingga tembakan berhasil mengenai bagian kapal lawan lagi. Sebagai ilustrasi, dapat dilihat gambar berikut.



Gambar 3.2.1 Ilustrasi langkah Penembakkan dengan Search (dari kiri ke kanan, atas ke bawah)

Gambar 3.2.1 contoh langkah-langkah awal dari suatu permainan *Battleship*. Dapat dilihat bahwa 4 langkah pertama merupakan penembakkan random. Langkah 4 berhasil mengenai salah satu bagian lawan sehingga dilakukan *search* pada penembakan berikutnya. Langkah 5 sampai 8 memperlihatkan pola penembakkan dari algoritma ini. Penembakkan akan terus dilakukan pada petak yang bersebelahan hingga tidak ada petak yang bersebelahan dengan petak yang berhasil menembak kapal lawan seperti gambar 3.2.2.



Gambar 3.2.2. Penembakkan dengan Search selesai

Setelah kondisi penembakan pada gambar 3.2.2, penembakkan akan dilakukan lagi secara acak hingga berhasil mengenai bagian kapal lawan yang lain.

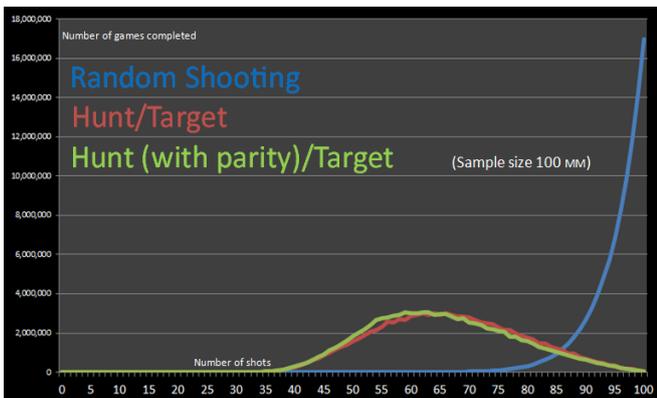
Berikut adalah grafik perbandingan algoritma ini dengan penembakkan acak dengan jumlah uji coba yang sama.



Gambar 3.2.3 Grafik penembakkan dengan *search*
Sumber:

<http://datagenetics.com/blog/december32011/index.html>

Dapat dilihat bahwa ada peningkatan yang signifikan dari penembakkan acak. Algoritma ini dapat dikembangkan lagi dengan menembak secara acak tapi terhadap petak tertentu saja. Jika papan permainan diibaratkan sebagai papan catur, maka penembakkan acak hanya dilakukan pada petak berwarna hitam atau petak berwarna putih saja. Hal ini dikarenakan panjang kapal terpendek adalah 2 petak sehingga tidak perlu dilakukan penembakkan pada setiap petak, melainkan cukup melakukan penembakkan pada setiap 2 petak secara horizontal dan vertikal.



Gambar 3.2.4. Grafik penembakkan dengan *search* dengan penembakkan acak setiap 2 petak

Sumber:

<http://datagenetics.com/blog/december32011/index.html>

Dari gambar 3.2.4, dapat dilihat bahwa hanya ada sedikit peningkatan ketika penembakkan acak dibuat lebih mangkus dengan menembak setiap 2 petak.

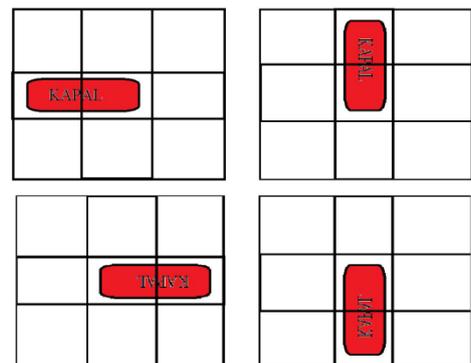
C. Fungsi massa peluang

Strategi yang lebih baik dibanding 2 strategi sebelumnya adalah dengan pemanfaatan fungsi massa peluang. Setiap sel pada papan permainan akan diberi sebuah nilai yang merupakan banyaknya kemungkinan posisi kapal yang berada sel tersebut. Kapal yang digunakan untuk menentukan nilai tersebut merupakan kapal terpanjang musuh yang masih hidup. Apabila kapal tersebut mati, akan

dilakukan kalibrasi ulang untuk tiap sel dengan kapal terpanjang berikutnya sebagai pedoman pengukuran apabila permainan menggunakan peraturan bahwa ketika suatu kapal hancur, pemain lawan harus memberitahu jenis kapal yang telah hancur tersebut. Apabila peraturan tersebut tidak berlaku, maka tetap digunakan panjang kapal terbesar (5 x 1) sebagai pedoman pengukuran fungsi massa peluang. Sel dengan nilai lebih tinggi akan ditembak terlebih dahulu. Penembakkan pada sel tersebut akan mengubah nilai dari sel tersebut dan sel-sel sekitarnya. Sel yang tertembak akan memiliki nilai nol, sedangkan nilai sel yang bersebelahan dengannya secara horizontal dan vertikal dengan jarak sama dengan panjang kapal yang menjadi pedoman pengukuran dikurangi satu. Untuk memperjelas, dapat dilihat gambar berikut.

2	3	2
3	4	3
2	3	2

Gambar 3.3.1 Nilai setiap sel mulanya (kiri) dan setelah dilakukan penembakan di sel paling tengah (kanan)



Gambar 3.3.2. Posisi kapal yang memungkinkan dan menyentuh sel di tengah

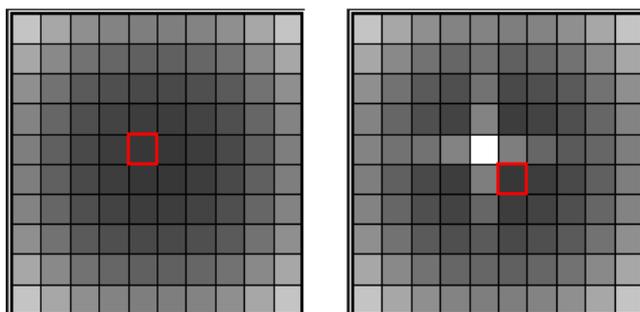
Misal papan permainan berukuran 3x3 dan kapal terpanjang adalah kapal berukuran 1x2. Nilai setiap sel dapat ditentukan dari informasi tersebut sehingga terbentuk gambar 3.3.1. Sel ditengah memiliki nilai empat karena ada empat cara untuk menempatkan kapal berukuran 1x2 tersebut seperti yang dapat dilihat di gambar 3.3.2. Dengan kata lain, angka pada gambar 3.3.1. adalah perbandingan peluang setiap petak. Jadi nilai peluang petak ditengah terhadap petak yg bersebelahan dengannya adalah empat banding tiga dan perbandingannya dengan petak di pojok adalah empat banding dua atau dua banding satu. Maka dilakukan penembakkan pada sel dengan

nilai tertinggi yaitu sel di tengah. Setelah penembakkan, terjadi perubahan nilai sehingga terbentuk gambar 3.3.3.

2	2	2
2	0	2
2	2	2

Gambar 3.3.3 Nilai sel setelah penembakkan

Sel yang tertembak nilai peluangnya menjadi nol, sehingga tidak akan pernah ditembak untuk kedua kalinya, sedangkan sel yang bersebelahan dengannya berkurang nilai probabilitasnya. Strategi ini dilakukan saat belum ada sel yang merupakan *potential target* yaitu petak yang bersebelahan dengan petak yang diketahui terdapat bagian kapal (seperti strategi penembakkan dengan *search*). Jadi, strategi ini dipakai sebagai pengganti penembakkan secara acak. Apabila ada penembakkan yang berhasil, maka prioritas tembakan berikutnya adalah sel-sel yang menjadi *potential target*. *Potential target* yang dipilih adalah *potential target* dengan nilai massa peluang terbesar. Setiap penembakkan *potential target* memberikan perubahan nilai sel-sel disekitar *potential target* yang bisa saja merupakan *potential target* juga dan itu tetap diperhitungkan. Setelah tidak ada lagi *potential target*, maka kembali dilakukan penembakkan berdasarkan fungsi massa peluang. Berikut adalah ilustrasi strategi pada permainan *Battleship*.



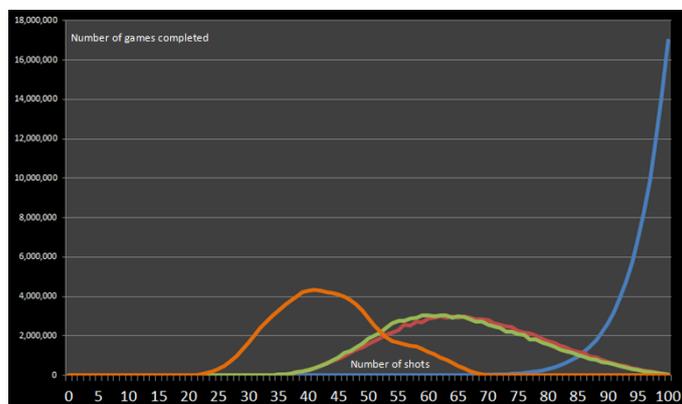
Gambar 3.3.4. Ilustrasi langkah 1 dan langkah 2 dengan penerapan fungsi massa peluang pada papan permainan *Battleship*

Sumber:

<http://datagenetics.com/blog/december32011/index.html>

Pada gambar 3.3.4. petak yang bewarna lebih gelap memiliki nilai peluang yang lebih besar. Dapat dilihat bahwa 4 petak ditengah memiliki nilai peluang terbesar sehingga salah satu dari 4 petak tersebutlah yang akan dipilih. Langkah satu memilih salah satu dari petak tersebut. Penembakkan tersebut mengubah nilai peluang dari petak disebelahnya seperti yang dapat dilihat di

langkah kedua gambar 3.3.4. Langkah terus diulang hingga berhasil melakukan penembakkan pada salah satu bagian kapal lawan. Ketika penembakkan berhasil mengenai kapal lawan, petak yang tidak bersebelahan dengan petak yang tertembak(yang bukan *potential target*) diubah nilai peluangnya menjadi nol untuk sementara. Penembakkan dilakukan terhadap *potential target* 1 per 1 hingga tidak ada *potential target* lagi. Setelah itu, setiap sel dikalibrasi lagi nilai massa peluangnya. Berikut adalah grafik perbandingan strategi ini dengan strategi-strategi sebelumnya.



Gambar 3.3.5. Grafik penembakkan dengan fungsi massa peluang terhadap strategi sebelumnya

Sumber:

<http://datagenetics.com/blog/december32011/index.html>

Kelemahan dari strategi ini adalah apabila musuh menempatkan kapal-kapalnya di pinggir papan permainan dan pada pojok papan permainan karena petak tersebut memiliki nilai massa peluang paling kecil pada fungsi ini.

V. KESIMPULAN

Algoritma *greedy* dapat diterapkan untuk mendapatkan pendekatan yang cukup optimal dalam pencarian solusi suatu permasalahan. Dalam pembahasan ini, algoritma *greedy* diterapkan bersama teori probabilitas terutama fungsi massa peluang untuk melakukan pendekatan solusi permainan *battleship*.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena hanya atas berkat dan rahmat-Nya penulis memiliki kesempatan untuk menulis makalah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Daniel Yudianto, Kevin Leonardo Limitius, dan I Kadek Yuda sebagai teman-teman penulis yang sudah membantu dengan memberi dorongan motivasi untuk mengerjakan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] <http://datagenetics.com/blog/december32011/index.html> (diakses tanggal 12 Mei 2018, pukul 20.27)

[2] Rinaldi Munir. 2018. Diklat Kuliah IF2211: Strategi Algoritma. Bandung: Program Studi Teknik Informatika Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung

[3] Hinebaugh, Jeffrey P. (2009). A Board Game Education. R&L Education.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 14 Mei 2017

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Maha William Chandra', written in a cursive style.

Maha William Chandra
13516040