

ANALISIS SIMULASI DETEKSI RANJAU DARAT PADA *GROUND PENETRATING RADAR (GPR)* MENGGUNAKAN GPRMAX DAN GREY LEVEL CO-OCCURANCE MATRIX (GLCM) PADA MATLAB

SIMULATION ANALYSIS OF LANDMINE DETECTION ON GROUND PENETRATING RADAR (GPR) USING GPRMAX AND GRAY LEVEL CO-OCCURANCE MATRIX (GLCM) ON MATLAB

Muhamad Aesar Badwi¹, Dr. Levy Olivia Nur, S.T., M.T.², Edwar, S.T., MT.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹muhamadaesarbadwi@students.telkomuniversity.ac.id, ²levy.olivia@telkomuniversity.co.id,

³edwarm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Masih banyak ranjau yang terdapat di belahan dunia yang digunakan untuk berperang. Banyak negara yang terkontaminasi oleh ranjau darat. Khususnya daerah konflik yang memiliki dampak masif terhadap jatuhnya korban. Sehingga dibutuhkan teknologi untuk meminimalisir ranjau darat yang ada, salah satunya adalah radar. Salah satu radar yang sering digunakan untuk deteksi ranjau darat adalah *Ground Penetrating Radar (GPR)*. Pada penelitian ini dilakukan analisis deteksi ranjau darat pada GPR menggunakan simulasi GPRMax, kemudian diolah melalui MATLAB menggunakan metode GLCM untuk mendeteksi jarak kedalaman dan pengaruh jenis ranjau darat dalam system deteksi. Hasil pengujian menunjukkan metode GLCM mampu mendeteksi jarak kedalaman ranjau darat pada jarak 7,5 cm; 10 cm; dan 12,5 cm dengan akurasi mencapai 100%, di jarak 5 cm dengan akurasi 33,33%, dan pada jarak 15 cm akurasi 0%. Pengaruh jenis ranjau darat dapat dilihat pada jarak 5 cm, dimana PMA-1 menjadi satu-satunya ranjau yang dapat dideteksi di jarak tersebut.

Kata Kunci: *Ground penetrating radar (GPR), ranjau darat, gray level coocurance matrix (GLCM).*

Abstract

There are still many mines in this part of the world that are used for war. Many countries are contaminated by landmines. Especially conflict areas that have a massive impact on casualties. So it takes technology to minimize existing landmines, one of which is radar. One of the radars often used for landmine detection is Ground Penetrating Radar (GPR). In this research, landmine detection analysis in GPR using GPRMax simulation, then processed through MATLAB using GLCM method to detect depth distance and influence of landmine type in detection system. The test results showed the GLCM method was able to detect the depth distance of landmines at a distance of 7.5 cm; 10 cm; and 12.5 cm with an accuracy of 100%, at a distance of 5 cm with an accuracy of 33.33%, and at a distance of 15 cm accuracy of 0%. The influence of landmine type can be seen at a distance of 5 cm, where PMA-1 is the only mine that can be detected at that distance.

Keywords : *Ground penetrating radar (GPR), landmine, gray level coocurance matrix (GLCM).*

1. Pendahuluan

Perang sudah lama berakhir, perjanjian damai sudah dilakukan bertahun-tahun lamanya, tetapi bahan peledak sisa perang bersifat aktif masih tersisa akan menjadi warisan konflik yang sulit dihindari dan dapat menimbulkan korban. Ranjau darat merupakan salah satu bahan peledak yang masih tersisa di seluruh belahan dunia, salah satunya asia. Di tahun 2018, total korban yang mati atau cedera disebabkan oleh ranjau darat ataupun peledak sisa konflik mencapai 6.897 orang. Indonesia merupakan salah satu negara yang berpartisipasi pada pengurangan dan penghancuran ranjau dalam konvensi tahun 1997 [1].

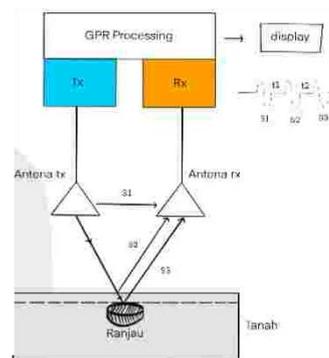
Di masa sekarang, banyak alat atau teknologi yang bisa digunakan untuk mendeteksi ranjau darat, salah satunya radar. Pada perkembangannya sendiri salah satu radar yang digunakan adalah *Ground Penetrating Radar (GPR)*. Penelitian sebelumnya telah dilakukan deteksi ranjau darat pada GPR menggunakan fitur spektral sebagai fitur ekstraksi dan *Support Vector Machine (SVM)* sebagai klasifikator [2]. Pada penelitian tersebut dihasilkan bahwa fitur spektral dan metode SVM yang digunakan mampu menghasilkan akurasi yang akurat dalam menentukan posisi dan jumlah objek yang diteliti yaitu, ranjau darat. Selain itu, pada penelitian yang lain dilakukan deteksi ranjau darat pada GPR menggunakan metode *Edge Histogram* [3]. Penelitian yang dilakukan menghasilkan bahwa metode *Edge Histogram* gagal menghasilkan akurasi yang baik disebabkan faktor geografi dan lingkungan tanah yang diteliti.

Penelitian ini akan dilakukan analisis deteksi pada ranjau darat menggunakan metode *Grey Level Co-occurrence Matrix* (GLCM), mengacu pada kebutuhan militer untuk menemukan sisa ranjau darat yang masih bersifat aktif namun sudah tidak terpakai. Pengujian Tugas Akhir ini akan disimulasikan dengan dua jenis ranjau darat dengan tipe dan bahan yang berbeda dengan kondisi tanah yang sama untuk mengetahui nilai akurasi dari metode yang digunakan.

2. Dasar Teori

2.1 *Ground Penetrating Radar*

Ground penetrating radar (GPR) merupakan salah satu radar deteksi yang dapat diterima dengan baik saat ini. Pada awal kemunculannya, pengaplikasian utama GPR adalah untuk bahan geologi alam. Saat ini, GPR juga diterapkan dengan baik untuk sejumlah media lainnya seperti kayu, beton, hingga untuk ranjau darat [4]. Pemodelan GPR pada penelitian ini terdiri dari antenna *transmitter* (Tx) dan antenna *receiver* (Rx).



Gambar 1. Prinsip Dasar GPR

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa pemodelan GPR menggunakan dua antenna yaitu antenna pengirim yaitu Tx dan antenna penerima yaitu Rx. Antena Tx akan memancarkan gelombang ke arah tanah dan ranjau kemudian terjadi pantulan yang akan ditangkap pada antena Rx berupa S_1 , S_2 , dan S_3 . Jika sinyal terima di Rx diwakilkan dengan S_{Rx} , maka dapat dituliskan kedalam rumus sebagai berikut [5],

$$S_{Rx} = S_1 + S_2 + S_3 \quad (1)$$

Jika selang waktu dinyatakan dalam t , dan kecepatan propagasi dilambangkan v , maka fungsi h menyatakan kedalaman objek [5].

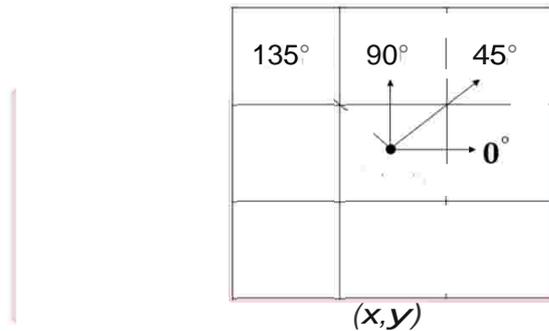
$$h = \frac{1}{2} v t \quad (2)$$

2.2 GPRMax

GPRMax merupakan perangkat lunak open-source yang mensimulasikan propagasi gelombang elektromagnetik. Pada solusi persamaan Maxwell tiga dimensi menggunakan metode *Finite-Difference Time-Domain* (FDTD). GPRMax di desain untuk memodelkan *Ground Penetrating Radar* (GPR) namun dapat juga digunakan untuk pemodelan propagasi gelombang elektromagnetik lain untuk banyak aplikasi. GPRMax terakhir dirilis sebelum GNU General Public Licence v3 atau setelahnya [6].

2.3 *Gray Level Cooccurrence Matrix*

Grey Level Co-occurrence Matrix (GLCM) merupakan matriks yang terdiri dari jumlah kolom dan baris yang sama dengan jumlah tingkat abu-abu dalam sebuah gambar [7]. Matriks GLCM dari suatu citra (x, y) adalah matriks dua dimensi (x, y) dimana setiap elemen dari matriks mewakili probabilitas terjadinya bersama tingkat tingkat intensitas x dan y pada jarak (d) tertentu dan sudut Θ . Pada umumnya, ada empat arah yang biasa digunakan untuk membuat matriks GLCM, yaitu arah sudut 0° , 45° , 90° , 135° .



Gambar 2. 4 arah teknik analisis tekstur GLCM

Berdasarkan matriks yang sudah dinormalisasi, diperoleh ciri statistik sebanyak 14 ciri. Berikut beberapa ciri statistik GLCM yang digunakan [8], yaitu:

1. *Angular Second Moment*

Angular Second Moment dikenal juga sebagai *Energy* mengukur keseragaman gambar. *Angular Second Moment* memiliki nilai tinggi ketika gambar memiliki piksel yang mirip.

$$ASM = \sum_{\phi=0}^{N\phi-1} \sum_{\psi=0}^{N\psi-1} \phi^2(\phi, \psi) \tag{3}$$

Dimana ϕ, ψ adalah fungsi kordinat $P_{(i,j)}$, N_g adalah *grey tone*.

2. *Contrast*

Contrast merupakan sebuah pengukuran intensitas atau variasi dari derajat keabuan antara piksel yang berbeda dengan piksel tetangganya.

$$C = \sum_{\phi=0}^{N\phi-1} \sum_{\psi=0}^{N\psi-1} (\phi - \psi)^2 \phi(\phi, \psi) \tag{4}$$

3. *Inverse Difference Moment*

Inverse Difference Moment (IDM) adalah nama lain dari *Homegeinity*. IDM tinggi ketika *grey level* seragam dan *inverse GLCM* memiliki nilai yang tinggi. IDM berbanding terbalik dengan *contrast*.

$$IDM = \frac{\sum_{\phi=0}^{N\phi-1} \sum_{\psi=0}^{N\psi-1} \phi(\phi, \psi)}{1 + (\phi - \psi)^2} \tag{5}$$

4. *Correlation*

Correlation menghitung kawasan linier dari derajat keabuan dalam matriks ko-okuransi. *Correlation* menunjukkan bagaimana piksel menjadi referensi dihubungkan dengan tetangganya.

$$C = \frac{\sum_{\phi=0}^{N\phi-1} \sum_{\psi=0}^{N\psi-1} (\phi - \mu_\phi)(\psi - \mu_\psi) \phi(\phi, \psi)}{\sigma_\phi \sigma_\psi} \tag{6}$$

2.4 *K-Nearest Neighbour*

K-Nearest Neighbor (KNN) adalah salah satu metode pengklasifikasian data. Objek yang diklasifikasi dengan cara melakukan data pembelajaran atau menyamakan dengan objek yang paling dekat tersebut [9]. Metode ini menggunakan nilai k yang akan diambil, sehingga akan menentukan banyak data yang akan masuk ke kelas yang sudah ditentukan [10].

Metode KNN memiliki beberapa aturan perhitungan jarak, salah satunya adalah *euclidean* yang dapat direpresentasikan oleh persamaan,

$$D(\phi, \psi) = \sqrt{\sum_{\phi=1}^n \phi^2}$$

$$(\phi - \phi)^2$$

(7)

3. Perancangan Simulasi

3.1 Spesifikasi Radar dan Ranjau Darat

Adapun spesifikasi radar dan objek ranjau darat yang digunakan adalah sebagai berikut.

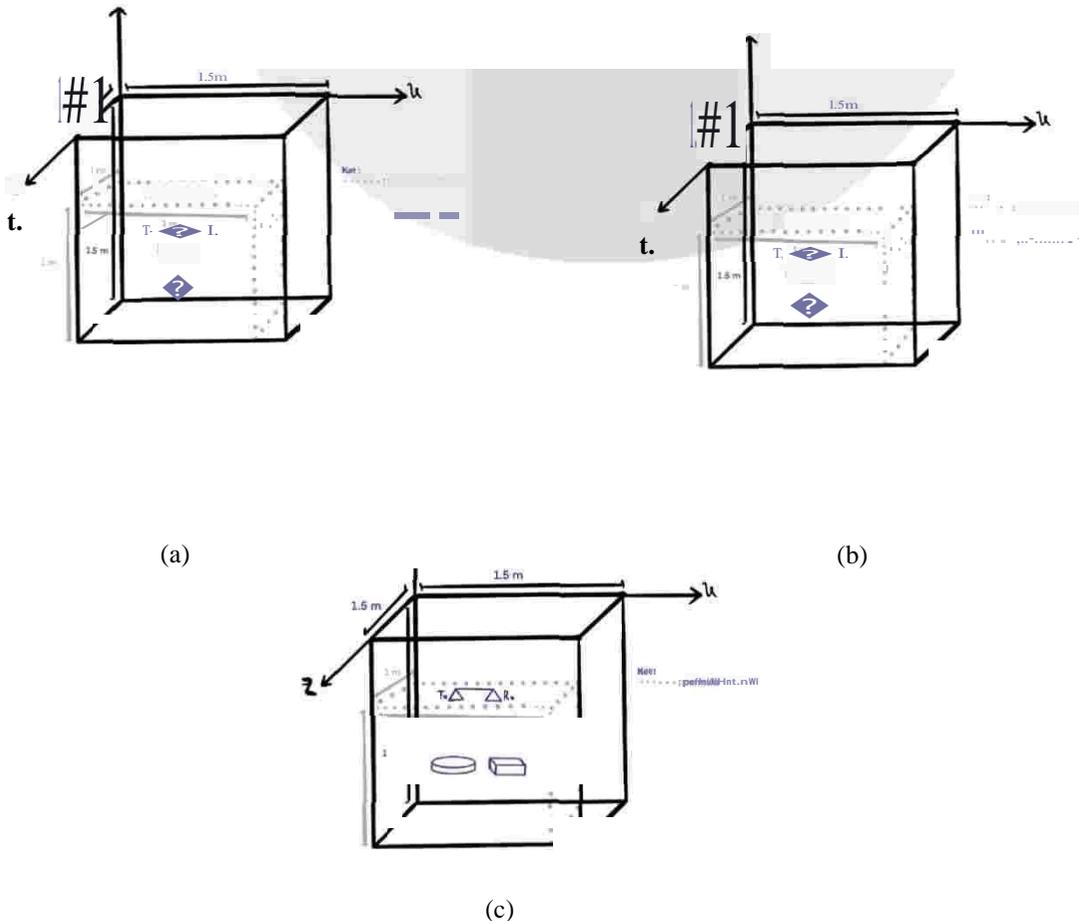
Parameter Spesifikasi	Nilai
Frekuensi	900 MHz
Sinyal Basis	Ricker
Time Window	100 ns

Tabel 2. Spesifikasi ranjau darat [12] [13]

Spesifikasi	Jenis Ranjau	
	PMA-1	M-21
Bahan	Plastik	Metal
Bentuk	Balok	Tabung
Dimensi	(140x70x30) mm	Diameter: 220 mm Tinggi: 210 mm
Tipe	Antipersonnel	Antitank
Berat	400 gram	8000 gram

3.2 Kondisi simulasi GPRMax

Pada skenario simulasi dilakukan simulasi dengan 3 kondisi yang berbeda dan 5 jarak yang bervariasi, yang pertama dilakukan simulasi pada satu buah ranjau PMA-1 di jarak 5 cm sampai dengan 15 cm, kemudian di kondisi yang kedua satu buah ranjau M-21 di jarak 5 sampai dengan 15 cm, dan yang ketiga 2 buah ranjau yang berbeda yaitu ranjau PMA-1 dan M-21 pada jarak 5 cm sampai dengan 15 cm.



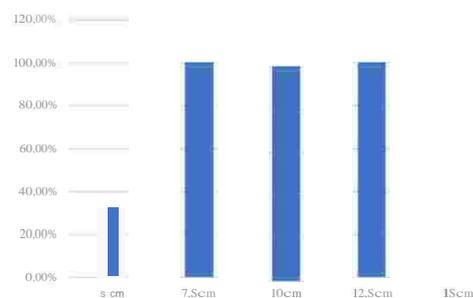
Gambar 3. (a) Dengan ranjau M-21 (b) Dengan ranjau PMA-1 (c) Dengan ranjau M-21 dan PMA-1

4. Hasil pengolahan data sinyal dan Analisis simulasi GPRMax pada metode GLCM

Pengujian GLCM dilakukan dari data B-scan yang didapat dan sudah dinormalisasi, menggunakan 4 ciri GLCM yaitu kontras, energi, korelasi, dan homogeniti. Serta menggunakan 4 arah teknik analisis tekstur yaitu $\theta = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$.

Tabel 3. Tingkat Akurasi GLCM pada GPRMax

Jarak	Jumlah Data	Data Benar	Akurasi
5 cm	3	1	33,33%
7,5 cm	3	3	100%
10 cm	3	3	100%
12,5 cm	3	3	100%
15 cm	3	0	0%



Gambar 4. Grafik tingkat akurasi GLCM

Berdasarkan tabel 3 dan gambar 4 diatas, dapat dilihat bahwa GLCM mampu melakukan deteksi jarak ranjau darat secara sempurna pada jarak 7,5 cm, 10 cm, dan 12,5 cm dengan akurasi 100%. Pada jarak 5 cm dengan akurasi 33,33%. Pada jarak 15 cm GLCM tidak bisa mendeteksi sama sekali benda dengan akurasi 0%. Hal ini menandakan GLCM memiliki kemampuan deteksi ranjau darat pada rentang jarak yang cukup dekat.

Tabel 1. Identifikasi Jenis benda pada grafik GLCM

Jenis Benda	Jumlah Data	Data Benar	Identifikasi Data					Akurasi
			5 cm	7,5 cm	10 cm	12,5 cm	15 cm	
PMA-1	5	4	1	1	1	1	0	80%
M-21	5	3	0	1	1	1	0	60%
PMA-1 dan M-21	5	3	0	1	1	1	0	60%

Pada Tabel 4 dapat dilihat akurasi tiap benda pada hasil deteksi akurasi ranjau darat, dimana ranjau darat berjenis PMA-1 mampu dideteksi pada keempat jarak yang berbeda pada rentang jarak 2,5 cm sampai dengan 12,5 cm, namun tidak berhasil dideteksi pada jarak 15 cm dengan total akurasi mencapai 80%. Pada ranjau darat M-21 dengan akurasi 60%, dan 2 ranjau darat PMA-1 M-21 dengan akurasi 60%. Hal ini menandakan pada jarak 5 cm dengan permukaan tanah jenis bahan dan bentuk ranjau mempengaruhi ciri statistik untuk pendeteksian benda.

5. Kesimpulan

Tugas akhir ini telah dilakukan simulasi GPR menggunakan GPRMax untuk mendeteksi ranjau darat yang berada didalam tanah dengan jenis ranjau darat yaitu PMA-1 dan M-21, melalui rekonstruksi A-scan untuk mendapatkan B-scan yang kemudian akan dilakukan proses ekstraksi menggunakan metode GLCM pada MATLAB. Pada simulasi GPRMax B-scan yang dihasilkan, Cepat rambat gelombang dipengaruhi oleh media tanah, karena sinyal yang dikirim untuk mengetahui posisi letak benda hanya melewati media tanah. Sedangkan untuk ranjau darat berpengaruh pada daya pantul yang diterima oleh GPR. Proses ekstraksi pada matlab menggunakan metode GLCM dari data simulasi B-scan pada GPRMax, didapatkan akurasi deteksi ranjau darat pada jarak 5 cm sebesar 33,33%, jarak 7,5 cm sebesar 100%, jarak 10 cm sebesar 100%, jarak 12,5 cm sebesar 100%, kemudian pada jarak 15 cm mendapatkan 0%. Dapat disimpulkan, metode GLCM memiliki rentang jarak 7,5 cm sampai dengan 12,5 cm dibawah permukaan tanah untuk mampu mendeteksi keberadaan ranjau, dan pada jarak 5 cm bahan dan bentuk mempengaruhi kemampuan GLCM dalam mendeteksi ranjau.

Referensi

- [1] L. a. p. B. a. A. M. Monitor, "Landmine Monitor," *Concord: International Campaign to Ban Landmines*, 2019.
- [2] S. V. C. S. R. S. G. A. Dyana, "Landmine discrimination using spectral features from ground penetrating radar data," 2017.
- [3] P. G. Hichem Frigui, "Detection and discrimination of land mines in ground-penetrating radar based on edge histogram descriptors and a possibilistic k-nearest neighbor classifier," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 17, pp. 185-199, 2008.
- [4] H. M. Jol, *Ground Penetrating Radar Theory and Applications*, elsevier, 2008.
- [5] A. M. M. L. Nurhikmah Jufri, "Aplikasi Metode Ground Penetrating Radar (GPR) Untuk Identifikasi Seam Batubara".
- [6] A. G. C. Warren, "gprMax user guide release 3.1.5," [Online]. Available: <http://docs.gprmax.com>.
- [7] P. a. S. P. a. G. L. Mohanaiah, "Image texture feature extraction using GLCM approach," *International journal of scientific and research publications*, vol. 3, p. 1, 2013.
- [8] M. C. a. P. A. Wijaya, "Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab," *Bandung: Informatika*, p. 2007.
- [9] N. a. B. W. T. A. a. N. R. K. Ilmi, "Handwriting digit recognition using local binary pattern variance and K-Nearest Neighbor classification," in *2016 4th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, 2016.
- [10] H. A. a. E. H. H. M. a. M. F. A. a. H. A. E. Mahmoud, "Cattle classifications system using fuzzy k-nearest neighbor classifier," in *2015 International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV)*, 2015.
- [11] O. L. L. a. S. B. Tellez, "Ground-Penetrating Radar for Close-in Mine Detection," *Mine Action: The Research Experience of the Royal Military Academy of Belgium*, vol. 66, p. 51, 2017.
- [12] H. a. K. A. Schubert, "Detection of explosives and landmines: Methods and field experience," vol. 66, 2012.
- [13] Headquarters, Department Of The Army, "Army Ammunition Data Sheets For Land Mines," *{TM-43-0001-36}*, vol. 66, pp. 2-8, 1994.