

IMPLEMENTASI METODE *STEREO VISION* PADA ROBOT TEMPUR CIA VERSI N2MR3 DENGAN MENGUNAKAN DUA KAMERA

Nadhif Misbachul Hidayat¹, Nur Rachman², M. Huda³

1) Jalan Raya Anggrek Desa Pendem Kecamatan Junrejo

Batu Jurusan Telekomunikasi Prodi D4 Teknik Telkommil Poltekad Kodiklatad

2)Kelompok Dosen Poltekad Jurusan Elektronika Sistem Senjata, 3)Kelompok Dosen Poltekad
Jurusan Telekomunikasi Militer

Teknik Komunikasi Militer, Poltekad Kodiklat Angkatan Darat Malang Email :
komd4308@gmail.com¹, nurrudal@gmail.com²,Hudha.maarif@gmail.com³

ABSTRAK

Di era zaman 4.0 ini yang semakin maju menuju era zaman 5.0 ini banyak penelitian yang dilakukan padad penginderaan visual pada robot. Yang memiliki fungsi sebagai memonitoring pergerakan robot, khususnya dalam lingkup pertahanan di militer. Perkembangan teknologi pada alutsista militer sangatlah berperan penting sebagai penunjang pertahanan wilayah negara. Salah satunya pengembangan Sistem pengindraan pada robot, banyak metode untuk mengetahui posisi target musuh terhadap senjata. Dengan salah satunya menggunakan metode pengukuran jarak *triangulasi* dengan bantuan *stereo vision camera*. Metode ini memiliki kelebihan dalam sistem robot tempur yaitu dapat mengurangi jatuhnya korban personil yang diakibatkan kontak senjata secara langsung dengan musuh di medan pertempuran khususnya di perkotaan, adapun prinsip dari penelitian ini adalah mengadopsi kemiripan sistem kerja mata manusia, metode ini membutuhkan minimal dua citra untuk medapatkan informasi kordinat jarak target terhadap kamera. Kemudian, informasi jarak tersebut bisa diolah untuk mengetahui posisi target terhadap senjata, adapun fungsi jarak dilakukan untuk memposisikan robot melakukan sebuah pergerakan,. dari latar belakang ini, penulis ingin membangun sistem penginderaan visual menggunakan *stereo vision*, Dua buah Webcam dengan masing-masing memiliki resolusi 1080HD yang diletakkan sejajar pada robot tempur. Dari gambar yang ditangkap oleh kedua kamera tersebut dapat mengamati celah perbandingan antara posisi objek dengan sebutan diparitas, adapun hasil disparitas biasanya digunakan untuk menghitung jarak objek nyata dan masing-masing kamera memiliki sudut pandang yang dapat diketahui maka jarak objek dapat dihitung dengan metode tambahan triangulasi, Hasilnya menunjukkan bahwa kesalahan antara jarak aktual dan terdeteksi adalah 5%, dan resolusi kamera mempengaruhi dalam mengurangi kesalahan.

Kata kunci : *Dua Kamera, Stereo Vision, Triangulasi.*

IMPLEMENTATION OF THE STEREO VISION METHOD ON THE ROBOT CIA FIGHTING VERSION N2MR3 WITH USING DUAL CAMERA

ABSTRACT

In the 4.0 era, which is progressing towards the 5.0 era, many studies have been carried out on visual sensing in robots. Which has a function as monitoring the movement of robots, especially in the scope of defense in the military. Technological developments in military defense equipment play an important role in supporting the defense of the country's territory. One of them is the development of sensing systems on robots, there are many methods to decide the view of enemy targets against weapons. One of them using the triangulation distance measurement method with the help of a stereo vision camera. This method has advantages in the combat robot system, which is that it can reduce people casualties caused by direct weapon contact with the enemy on the battlefield, especially in urban areas, while the principle of this study is to adopt the similarity of the human eye work system, this method requires a least of two images to get information coordinates the target distance to the camera. Then, we can process the distance information to decide the position of the target against the weapon, while the distance function is carried out to place the robot to take measures. From this background, the author wants to build a visual sensing system using stereo vision. Two webcams with 1080HD resolution each are placed parallel to the combat robot. From the images captured by the two cameras, it can observe the comparison gap between the position of the object with the term disparity, while the results of the disparity are usually used to calculate the distance of the real object and each camera has a viewpoint that can be known, so the distance of the object can be calculated by the more method of triangulation. The results show that the error between the real and the detected distance is 5% and that the camera resolution influences reducing the error.

Keywords: Dual Camera, Stereo Vision, Triangulation.

1.0 PENDAHULUAN

Dengan adanya ancaman peperangan negara maju di seluruh dunia berbasis robotik yang semakin meningkat, maka Negara Indonesia yang memiliki berbagai kekayaan adat istiadat dan sumber daya alam sangat beragam mempunyai potensi bagi negara lain untuk menguasai sebagian dari wilayah maupun sumber daya yang ada negara Indonesia. Pada era 4.0 berkembangnya kemajuan teknologi dizaman sekarang, komunikasi dan otomatisasi saat ini memiliki

kemajuan yang sangat pesat. Dimana ada pengembangan otomatisasi juga terjadi pada dunia militer, salah satu nya penggunaan senjata dan alat-alat militer atau alutsista pada saat ini sudah mulai mengarah agar peran manusia dikurangi di dalamnya, walaupun masih dalam tahap semi otomatis. Salah satu contoh otomatisasi dalam dunia militer adalah pengukuran jarak sasaran dengan menggunakan dua kamera, dengan tujuan untuk mengetahui estimasi jarak yang di deteksi. Tidak hanya digunakan dalam dunia

militer saja *stereo vision* ini banyak digunakan dalam bidang pemetaan lahan dimana dapat dipadukan untuk mengembangkan suatu lahan yang nantinya akan digunakan dalam pembangunan infrastruktur pada suatu daerah. Khususnya salah satu pengembangan robot tempur tanpa awak ini yang akan digunakan sebagai alat untuk membantu tugas operasi pada tiap-tiap satuan tempur yang ada di lingkup TNI AD dimana dengan harapan agar teknologi pengukuran jarak menggunakan kamera ini dapat membantu tugas pasukan untuk pelaksanaan pertempuran atau pengintaian sehingga jatuhnya korban personil yang terjadi akibat masa perang di medan tugas dapat diminimalisir.

1.1 Rumusan Masalah

1. Bagaimana metode *triangulasi* dapat digunakan pada penentuan jarak dengan dua kamera ?
2. Bagaimana pengaruh jarak pendeteksian kamera terhadap objek ?
3. Bagaimana akurasi dan kecepatan metode *Stereo vision* saat mengenali objek dan jarak pada kamera ?

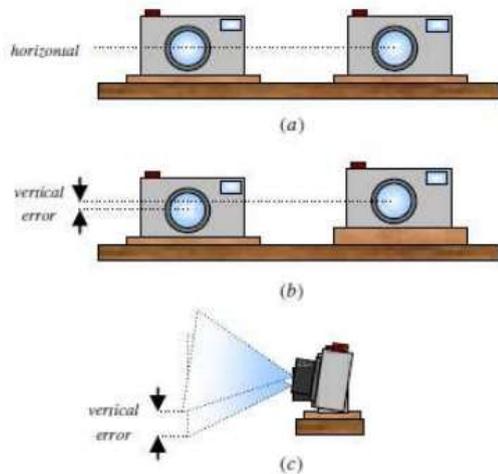
1.2 Tujuan Penelitian

1. Untuk membuktikan bahwa metode *triangulasi* dapat membantu menentukan jarak sasaran menggunakan dua kamera.
2. Agar mampu mengetahui seberapa jauh kamera dapat mendeteksi jarak sasaran tanpa jumlah eror.

3. Untuk membuktikan bahwa metode *triangulasi* dapat mendeteksi pola pada sasaran secara *realtime*.

2.0 TEORI PENUNJANG

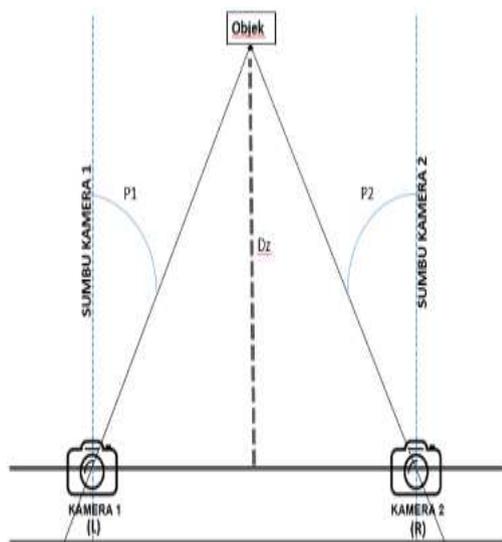
Stereo Vision adalah kemampuan untuk melihat baik dalam arti dengan kemampuan sistem penginderaan yang pada umumnya digunakan manusia dimana dengan kedua matanya dapat menghasilkan hanya satu gambar yang diproses di dalam otak, sama hal dengan informasi yang di peroleh kamera dan diproses oleh sebuah mikrokontroler. *Stereo vision* ini nya di perlukan dalam bidang robotika khusus nya bidang pertahanan militer, adapun salah satu nya sebagai perangkat untuk mengambil informasi jarak objek tiga dimensi terhadap kamera pada daerah cakupan yang ada di depan robot *autonomus Stereo vision* ini memiliki cara khusus dalam penerapannya memiliki fungsi yang sama dengan indra penglihatan pada manusia, dimana peletakan posisi kamera yang harus sejajar secara horizontal maupun vertical sehingga ketika kamera sedang melakukan pengambilan citra secara bersamaan maka tidak terjadi eror, jika sebaliknya posisi kamera tidak sejajar secara vertical maupun horizontal maka hasil citra yang di dapat akan eror seperti pada gambar 1 ini.



Gambar 1. Penerapan kamera yang sejajar (a) dan penerapan kamera dengan kesalahan posisi vertical

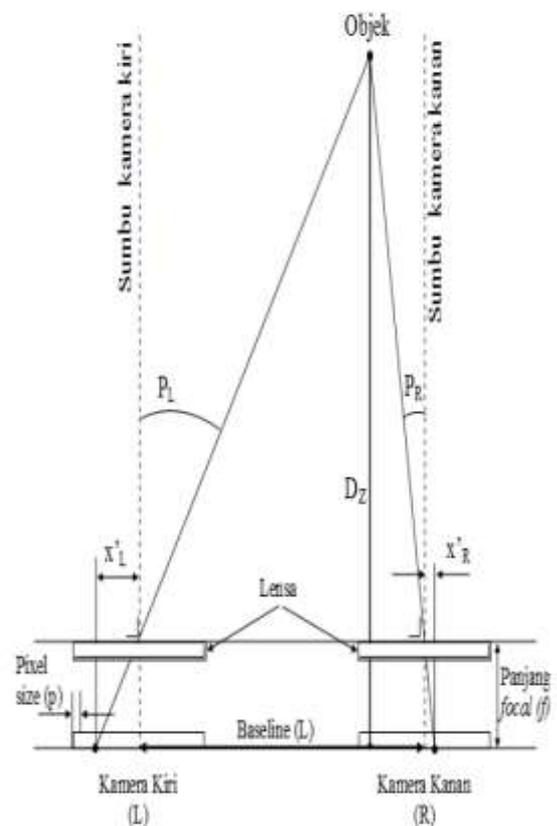
A. Metode Triangulasi

Metode Triangulasi adalah suatu teknik pengumpulan data kordinat pengukuran jarak yang memanfaatkan perbedaan posisi objek pada dua buah kamera atau citra secara bersamaan dengan stereo vision menghitung panjang sisi segetiga yang berhadapan dengan titik tersebut ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Penerapan metode Triangulasi

Kamera Stereo Memiliki perbandingan jarak pergeseran antara lokasi dua kamera yang berbeda mendeteksi gambar disebut disparitas. Bidang yang memiliki rekonstruksi 3D disebut Epipolar yang digunakan dalam teknik untuk mendapatkan persesuaian dari hasil tangkapan kamera pada kedua citra. Maka hubungan antara kamera kiri dan kanan akan ditunjukkan pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Geometri pengukuran dua kamera

Objek dengan koordinat x , y , D_z diamati pada titik-titik pixel size di bidang image kamera kiri dan kanan. Diasumsikan bahwa

sistem koordinat bertepatan dengan sumbu pusat lensa. Membandingkan segitiga dari sudut PL dan PR, untuk kamera kiri didapatkan:

3.0 METODE PENELITIAN

sistem yang akan diteliti adalah untuk membaca dan menghitung jarak *object* dari *robot* ke *object* sasaran sehingga dapat mengetahui jarak antara robot dan sasaran dan dapat memberikan informasi pada komando pengendali. Pasukan kawan tidak kontak langsung pada musuh sehingga memberikan keuntungan bentuk materil maupun personil saat melakukan pengintaian atau pun penyerangan musuh .

$$\frac{x}{D_z} = \frac{x'_l}{f} \dots\dots\dots (1)$$

Untuk kamera kanan didapatkan:

$$\frac{x-L}{D_z} = \frac{x'_r}{f} \dots\dots\dots (2)$$

Kombinasi dari rumus 1 dan 2, didapat:

$$D_z = \frac{L \cdot f}{(x'_l - x'_r)} \dots\dots\dots (3)$$

$x'_l - x'_r$ juga disebut sebagai disparitas, sudut dari kamera kiri (P_L) dapat diperoleh dengan rumus:

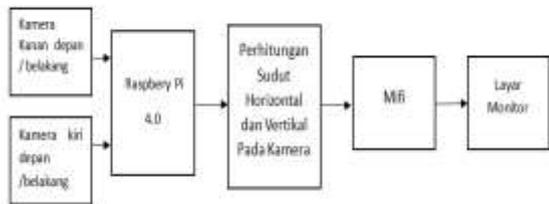
$$P_L = \tan^{-1} \frac{x'_l \cdot p}{f} \dots\dots\dots (4)$$

Sudut dari kamera kanan (P_R) dapat diperoleh dengan rumus:

$$P_R = \tan^{-1} \frac{x'_r \cdot p}{f} \dots\dots\dots (5)$$

Sehingga rumus D_z dapat dicari dari sudut P_L dan P_R , sebagai berikut:

$$D_z = \frac{L}{\tan P_L - \tan P_R} \dots\dots\dots (6)$$



Gambar 4 diagram blok sistem

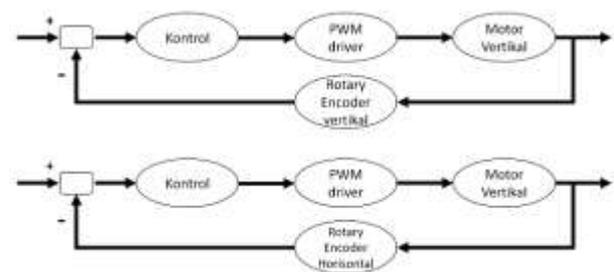


Gambar 5 diagram perhitungan posisi target

A. Pengukuran Posisi Target

Proses pengambilan pengukuran posisi target terlihat pada gambar no 5 diatas. Citra dari kamera kanan dan citra

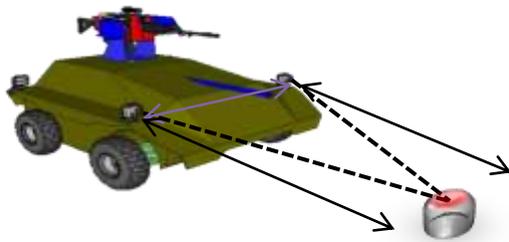
pada kamera kiri masi-masing akan mengkonveksikan menjadi citra *grayscale*. Selanjutnya kedua citra akan di remap dengan hasil dari kalibrasi kamera stereo dan proses *stereo rectification*, ketika kamera kiri menangkap citra target maka otomatis kamera kanan akan ikut mendeteksi citra target, proses pencocokan target citra yang di tangkap dua kamera di proses dengan *template matching* dan akan diperoleh *disparity* target yang akan menghasilkan posisi target (X,Y,Z).



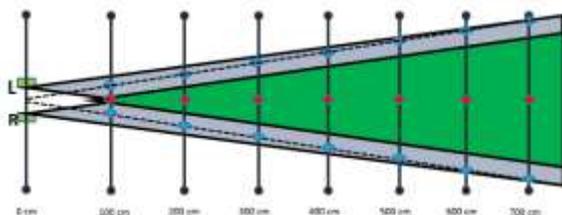
Gambar 6 proses pengarahen senjata ke target

Pengujian Perangkat Dari hasil perancangan yang dilakukan dari metode ini diperlukan nya perangkat lunak maupun perangkat keras guna menunjukkan hasil dari penelitian ini sebelum dilakukannya integrasi. Adapun gambar berikut menunjukkan garis kuning sebagai penempatan rancangan dua kamera pada robot tempur dengan panjang *baseline* 90 cm. Penggunaan disesuaikan dengan body robot tempur guna mengoptimalkan kemampuan kamera untuk mengambil *image*.

Gambar 7 Rancangan kamera untuk *baseline*



Sistem pengukuran jarak ditunjukkan skema pengambilan titik target pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8 pengambilan titik target

- Objek dapat terdeteksi oleh dua kamera
- Objek yang hanya terdeteksi oleh salah satu sisi kamera

Jika Objek yang berada terlalu dekat dibawah 60cm jika terlihat dikamera stereo, maka objek hanya bisa dibaca oleh dari salah satu sisi kamera saja, jika kedua kamera stereo dapat mendeteksi target secara bersamaan dengan jarak lebih dari 60cm, sedangkan untuk area yang bisa dideteksi oleh kedua kamera, semakin letak target jauh maka hasil tangkapan citra oleh kedua kamera semakin luas.

4.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada sistem pembahasan ini, data yang paling penting adalah tentang hasil pengukuran posisi target sasaran, adapun pengujian perhitungan posisi target telah dilakukan beberapakali dan beberapa instrument. Pengujian pertama dilakukan akurasi pengukuran target. Pengujian kedua pengaruh jarak antar kamera pada sistem kamera stereo tersebut. Adapun hasil pada Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian jarak dengan menggunakan metode *triangulasi* yang ada pada coding OpenCV python yang sudah di konfigurasi dan dikalibrasi pada kamera stereo dengan hasil yang di dapat pengukuran jarak memperoleh eror kurang dari 5.0%

Tabel 1

Pengukuran Posisi Target dengan Fungsi <i>Triangulasi</i> OpenCV				
Jarak (cm)	Posisi (cm)			Error Z (%)
	x	y	z	
20	0,5863	4,8837	20,0210	4,8215
30	0,6001	4,8771	29,3015	0,6924
40	0,7892	4,6494	38,5335	1,4488
50	1,1444	4,5772	47,6770	2,8982
60	1,1758	4,0960	57,4070	2,8646
70	1,1225	4,0231	66,1869	3,7981
80	1,5363	4,0311	75,0118	4,8074
90	1,7455	3,8302	85,2407	4,0082
100	1,5902	3,8830	93,7648	5,0964

Tabel 2

Pengukuran Posisi Target dengan Jarak Kamera Berbeda-beda					
Jarak Kamera (cm)	Jarak Objek (cm)	Pengukuran Posisi (cm)			Error Z (%)
		x	y	z	
10	150,0	-38,64	47,28	143,57	4,29
	278,0	9,94	77,58	274,65	1,21
	398,0	-23,98	52,21	394,81	0,80
	511,5	-5,18	25,01	485,92	5,00
	678,0	-7,75	-136,88	631,69	6,83
20	150,0	-36,86	48,03	145,43	3,05
	278,0	20,18	77,82	277,93	0,03
	398,0	-16,00	53,01	390,83	1,80
	511,5	-1,00	35,39	500,26	2,20
	678,0	-5,31	-139,37	625,33	7,77
30	150,0	-16,17	40,56	152,06	1,37
	278,0	27,86	78,86	277,28	0,26
	398,0	-20,99	49,99	392,82	1,30
	511,5	9,80	-40,00	523,75	2,39
	678,0	5,04	-141,04	673,40	0,68
40	150,0	-	-	-	-
	278,0	-	-	278,80	0,29
	398,0	-2,01	62,97	423,56	6,42
	511,5	18,32	-55,30	595,28	16,38
	678,0	-134,28	-204,74	815,75	20,32

Tabel 2 merupakan hasil informasi yang didapatkan ketika

1. Jarak terbaik posisi antar kamera bisa didapatkan *error* pengukuran minimum 30cm
2. Selain itu, untuk jarak kamera lebih dari 60cm maka hasil yang dapat diukur oleh sistem kamera stereo akan semakin sulit dengan sudut yang sempit.

5.0 KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil oleh penulis tugas akhir tentang sistem *stereo vision* ini antaranya. Pertama, sistem pengukuran pada posisi target terhadap kamera stereo dengan metode Itriangulasi menghasilkan kesalahan pengukuran dengan jumlah eror 5,1% .

Kesimpulan yang kedua Pengukuran jarak yang didapatkan oleh kamera stereo vision dengan batas minimum 30cm dengan jumlah error pengukuran kurang dari 2.5%.

Adapun saran yang perlu penulis berikan untuk pengembangan tugas akhir ini perlunya pengujian malam dengan tambahan mode *night vision* ataupun inframerah guna meningkatkan ke efektifan penggunaan metode *stereo vision* bagi kegunaan dalam lingkup dunia militer sehingga dapat membantu tugas operasi dimedan tugas. Penempatan posisi senjata yang harus akurat dan sejajar dengan kamera stereo untuk meningkatkan akurasi sistem penembakan pada robot tempur.

DAFTAR PUSTAKA

1. Marzuqi, I., Arinata, G. P., Putra, Z. M. A., & Khumaidi, A. (2017). *Segmentasi dan Estimasi Jarak Bola dengan Robot Menggunakan Stereo Vision*. 140–144.
2. Rifai, I. N., Sumanto, B., Elektronika, P. D., Vokasi, S., & Mada, U. G. (2013). *Computer Vision Untuk Penghitungan Jarak Obyek Terhadap*. *Seminar Nasional Teknologi Terapan, 1*, 464–469.
3. (Rifai et al., 2013)
4. Akbari Z, Rachman N, Muda S, Rahimatullah J, Fahmi I. Smart Shooter System pada Robot Tank dengan Realtime Target Recognition and Tracking Berbasis Raspberry Pi. :1-7.
5. Marzuqi I, Arinata GP, Putra ZMA, Khumaidi A. Segmentasi dan Estimasi Jarak Bola dengan Robot Menggunakan Stereo Vision. Published online 2017:140-144.