

# Visualisasi 3 Dimensi untuk Memperkaya Pengoperasian Jarak Jauh dengan Menggunakan Kamera Webcam

Daniel Sutopo Pamungkas\*, and Handri Toar\*

\* Politeknik Negeri Batam

Electrical Engineering study Program

Parkway Street, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

E-mail: [daniel@polibatam.ac.id](mailto:daniel@polibatam.ac.id)

[toar@polibatam.ac.id](mailto:toar@polibatam.ac.id)

## Abstrak

Pada pengendalian robot jarak jauh, dibutuhkan informasi mengenai sekitar dari robot. Informasi ini membuat operator dapat mengendalikan robotnya dengan lebih baik. Informasi visual adalah informasi yang paling banyak digunakan oleh sistem pengoperasian robot jarak jauh. Informasi visual yang digunakan sebagian besar masih menggunakan informasi dua dimensi. Robot menggunakan sebuah kamera dan operator melihat informasi dari sebuah layar monitor. Hal ini memiliki kekurangan antara lain operator tidak mendapatkan efek kedalaman sehingga operator memiliki kesulitan untuk mengira jarak antara robot dan objek didepannya. Kekurangan ini dapat diselesaikan dengan menggunakan sistem visual tiga dimensi. Namun sistem ini membutuhkan kamera stereo yang tidak murah. Penelitian ini meneliti sebuah sistem yang menggunakan dua buah webcam yang terhubung dengan sebuah komputer, dan operator dapat merasakan sensasi 3 dimensi dengan menggunakan sebuah Virtual reality headset Kamera-kamera ini diletakan pada dua motor stepper sehingga digerakan keatas-kebawah serta samping kiri dan kanan. Kemampuan gerak ini membuat operator mendapat informasi mengenai keadaan sekeliling dari robot. Motor-motor ini dikendalikan dari headset sehingga memudahkan operator. Sistem ini diharapkan dapat digunakan pada robot yang dikendalikan jarak jauh sehingga operator dapat mengoperasikan robot lebih baik lagi.

**Kata kunci:** Teleoperation, webcam, tiga dimensi, headset

## Abstract

To control robot remotely, information about the surrounding of the robot is needed. With this information the operator can control the robot better. Visual information is information that is most widely used by the system to control robot remotely. The two-dimensional visual information is used mostly widely, which the robot using a regular camera and the operator view information on a monitor screen. This system has its drawbacks, for example, the operators do not get the depth effect, it makes the operator has difficulty to measure the distance between the robot and the object in front of the robot. This deficiency can be solved by using a three-dimensional visual system. However, this system requires a stereo camera is not cheap. This study investigated the use of two webcams are used on the computer. The system consists of two cameras webcam connected to a computer, and the operator can feel the sensation of three dimensions by using a virtual reality headset. These cameras are placed in two stepper motors which can move into two directions. This motion capabilities can make the operator gets information about the surroundings of the robot. These motors are controlled from the headset making it easier to control the motors. The system is expected to be used on a robot which controlled remotely so that the operator can operate the robot more agile.

**Keywords:** headset, teleoperation, three dimensions, webcam.

## 1. Pendahuluan

Pengoperasian robot jarak jauh atau dikenal dengan istilah teleoperation, adalah teknologi yang membuat manusia dapat bekerja di daerah yang berbahaya atau yang tidak dapat dijangkau oleh manusia dari tempat yang lebih aman dan nyaman. Terdapat beberapa aplikasi dari teleoperation diantaranya: untuk penjinak bom [1], Pembuangan sampah berbahaya [2], peralatan pertambangan [3], Misi bawah laut [4], dan eksplorasi ruang angkasa [5].

Informasi visual adalah informasi yang selalu ada dalam pengoperasian robot mobil yang dikendalikan dari jarak jauh. Dengan menggunakan informasi ini operator dapat mengendalikan robotnya untuk menghindari objek yang menghalangi atau mendekati objek yang akan dituju. Namun informasi visual yang masih banyak digunakan adalah informasi dua dimensi. Informasi ini adalah informasi visual yang paling sederhana dan murah [6, 7]. Namun dengan menggunakan informasi ini operator mempunyai kesulitan untuk memperkirakan jarak antara robot dengan objek yang ada dihadapan robot. Ini diakibatkan informasi dua dimensi tidak mempunyai informasi mengenai kedalaman. Beberapa peneliti telah meneliti beberapa metoda untuk mengatasi hal ini menggunakan kamera stereo [8, 9] Namun diakibatkan mahalnya kamera stereo, maka penggunaan informasi visual menggunakan kamera stereo masih terbatas. Penelitian ini menawarkan solusi untuk permasalahan ini, dengan menggunakan kamera webcam yang dapat didapatkan dengan harga relatif ekonomis.

Dalam pembahasannya, paper tersusun dari bagian pertama yang menjelaskan tentang latar belakang dari penelitian. Diikuti oleh bagian kedua yang menerangkan beberapa penelitian dibidang ini. Bagian ketiga menerangkan mengenai system yang diusulkan serta dibagian ke empat, hasil dari penelitian disampaikan. Dan pada bagian terakhir, disampaikan kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

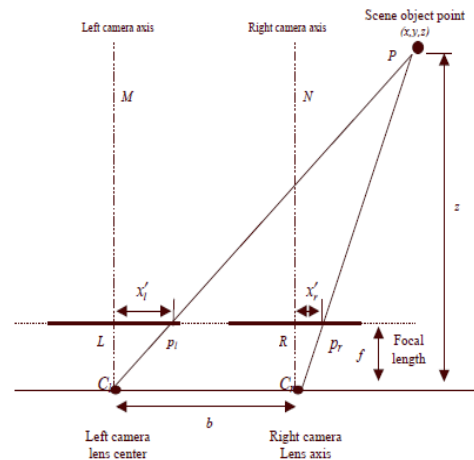
## 2. Studi Pustaka

Manusia melihat sekelingnya menggunakan dua buah mata dan merasakan efek dari kedalaman karena manusia mempunyai kemampuan melihat secara stereo atau tiga dimensi yaitu panjang lebar dan kedalaman. Jika kemampuan ini juga dimiliki operator yang mengendalikan robot jarak jauh dalam melihat sekeliling dari robot akan mengontrol robot seolah-olah operator berada didalam robot itu, atau menjadi robot itu, istilah ini dikenal sebagai immersive.

Kemampuan stereoscopic dari suatu sistem ditunjang dari kemampuan sistem menangkap gambar dan menampilkannya. Selain itu juga kemampuan untuk

mengontrol gerakan kamera senatural mungkin dengan gerakan manusia akan membuat operator semakin immerse dengan robotnya, seperti ditunjukkan oleh Ijsselsteijn [10] dan Drascic [11] dimana operator menggunakan Head mounted display untuk menampilkan informasi visual dan menggerakkan kamera. Kamera akan bergerak sesuai dengan gerakan kepala operatornya.

Penggunaan dua kamera yang identik adalah salah satu cara yang paling sering digunakan untuk mendapatkan informasi stereo. Dengan peletakannya yang diatur sejajar dan dengan jarak yang hampir mirip dengan jarak mata manusia [11]. Sistem ini meniru indra pengelihatn manusia yang memiliki dua mata. Gambar-gambar yang dihasilkan oleh kedua kamera itu akan berbeda dan mampu menghasilkan efek kedalaman. Gambar 1 menggambarkan prinsip dari pembentukan efek tiga dimensi dari penggunaan dua kamera. Titik p adalah titik yang sama atau gambar yang sama, dimana titik ini terdapat ditempat atau jarak yang berbeda dari masing-masing gambar (x). Perbedaan x kiri dan x kanan disebut sebagai disparity. Disparity ini akan dipakai untuk mencari kedalaman dari objek yang dilihat bersama dengan jarak antara dua kamera (b).



Gambar 1: Pembentukan gambar tiga dimensi dari dua kamera.

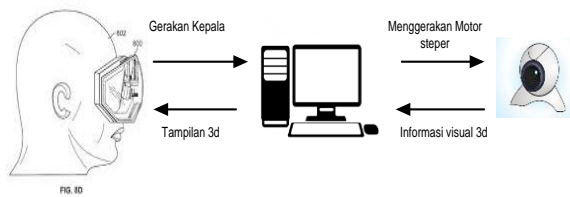
Untuk melihat tampilan dari tiga dimensi dapat ditampilkan dengan menggunakan beberapa metoda antara lain dengan menggunakan Head-mounted display (HMD). Alat ini terdiri dari dua layar kecil dengan lensa pembesar. Tampilan layar kiri dan kanan berbeda, masing-masing layar akan menampilkan apa yang ditampilkan oleh kamera yang sesuai dengan letaknya [12][Goradia, et al, 2014]. Sehingga si pengguna akan melihat secara tiga dimensi. Beberapa HMD dilengkapi dengan sensor gerakan, yang berfungsi untuk mendeteksi gerakan dari kepala pengguna. Dalam penelitian ini, HMD jenis ini akan digunakan dan dimanfaatkan untuk menggerakkan kamera melalui motor-motor stepper.

### 3. Metoda

#### a. pendahuluan

.Sistem akan terdiri dari sebuah HMD yang digunakan oleh pengguna, sebuah computer, sebuah pengontrol dan dua buah kamera yang diletakan pada dua buah motor servo. Diagram blok dari sistem dapat dilihat pada gambar 2. Informasi gerakan dari operator yang menggunakan HMD akan diteruskan pada sebuah Komputer. Informasi tersebut akan disampaikan pada sebuah pengontrol, yang kemudian akan menggerakkan motor-motor servo. Sistem ini akan menyebabkan gerakan kepala dari operator akan menggerakana motor-motor servo. Gerakan motor-motor servo akan sama dengan gerakan kepala dari pengguna dari HMD.

Informasi visual akan disampaikan oleh dua buah kamera. Informasi tersebut akan diteruskan ke komputer dan ditampilkan pada dua layar yang ada pada HMD. Sehingga operator akan melihat informasi visual dari kamera-kamera tersebut.



Gambar 2: Skema sistem

#### b. Mekanik

.Dua buah motor servo disusun untuk menghasilkan gerakan seperti gerakan kepala yaitu, menoleh ke kiri kemudian juga ke kanan serta bergerak keatas dan kebawah (2 DoF). Gambar mekanik dari dua motor servo yang telah disusun dapat dilihat pada gambar 3.



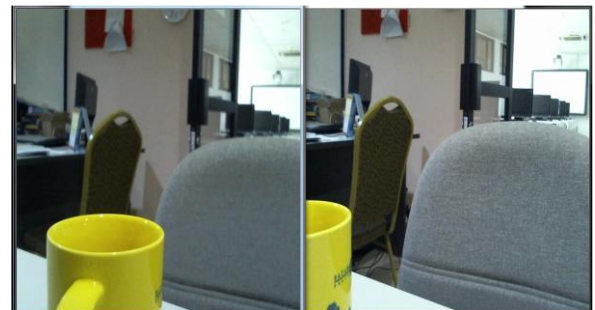
Gambar 3: Webcam pada motor servo 2 DoF

Motor-motor servo tersebut kemudian dihubungkan dengan sebuah rangkaian kontroler. Rangkaian kontroler yang digunakan adalah sebuah arduino uno. Diatas rangkaian motor-motor stepper dipasang dua buah kamera webcam. Jarak antara kedua kamera adalah 10 cm diambil dari tengah masing-masing kamera.

#### c. Pemograman

Untuk menampilkan tampilan dua buah kamera webcam digunakan program Visual C++ dengan library dari Open CV. Program ini dibuat untuk menampilkan tampilan dari kedua kamera sehingga terlihat berhimpitan Tampilan dari dua buah kamera dapat dilihat pada gambar 4 Tampilan yang dihasilkan akan bisa dilihat pada layar-layar yang ada di Oculus rift HMD.

Dari spesifikasi oculus rift, alat ini dilengkapi oleh sensor yang mendeteksi gerakan, sehingga dapat mendeteksi gerakan kepala dari user. Data tersebut akan diambil untuk menggerakkan motor servo. Sehingga program ini dapat meneruskan informasi gerakan-gerakan pengguna yang menggunakan sebuah HMD. Informasi tadi menjadi masukan untuk pengendali arduino untuk menggerakkan motor-motor servo. Gambar 5 memperlihatkan seorang pengguna sedang menggunakan Oculus Rift HMD.



Gambar 4: Tampilan dua webcam



Gambar 5: Oculus rift

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini mampu membuat dua buah web cam yang terpasang pada dua buah motor servo untuk menghasilkan pandangan tiga dimensi untuk pengguna sebuah headset. Dimana gerakan motor servo tersebut dikendalikan oleh headset tersebut. Untuk mendapatkan hasil yang stereo digunakan program Visual C++ serta menyertakan *library* yang dikembangkan oleh Open CV. Sedangkan headset memberikan informasi gerakan kepala pengguna dan diteruskan pada sebuah kontroler untuk mengendalikan gerakan pada motor servo. Gerakan yang dihasilkan adalah gerakan *yawn* dan *pitch*.

Pengguna dapat melihat tampilan secara stereo dan dapat menggerakkan kamera dengan gerakan kepala. Hal ini menyebabkan pengguna merasa berada di lingkungan dimana kamera tersebut berada. Bila hal ini dapat diterapkan pada robot penjelajah, maka sistem ini akan membantu operator yang mengendalikan robot tersebut lebih baik lagi. Hal ini disebabkan operator merasa berada di dalam robot.

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengintegrasikan antara pengaturan robot jarak jauh dengan sistem feedback visual ini. Maka masalah yang dapat diteliti adalah pengiriman data-data visual secara nirkabel. Data-data visual memiliki data yang sangat besar, sehingga jika dikirim secara nirkabel memerlukan teknik sehingga tidak ada data yang hilang atau rusak.

Penelitian lainnya adalah penggunaan kamera yang dapat dikendalikan oleh pupil mata, selain oleh gerakan kepala. Hal ini dapat digunakan untuk robot kepala/mata manusia. Dimana arah pandangan manusia tergantung dari gerak kepala dan gerak mata.

#### References

- [1] Kron, A., et al., Disposal of explosive ordnances by use of a bimanual haptic telepresence system. IEEE International Conference on Robotics & Automation, 2004. Proceedings ICRA '04. 2004, 2004: p. 1968.
- [2] S. Hirche, B. Stanczyk, and M. Buss. Transparent Exploration of Remote Environments by Internet Telepresence. in the International Workshop on High-Fidelity Telepresence and Teleaction, jointly with the IEEE conference HUMANOIDS. 2003. Munich.
- [3] Huh, S., et al., Development of an unmanned coal mining robot and a tele-operation system. 2011 11th International Conference on Control, Automation & Systems (ICCAS), 2011: p. 31.
- [4] Boyle, B.G., R. McMaster, and J. Mixon. Teleoperation of an underwater robotic repair system using graphical simulation. in Control of Remotely Operated Systems: Teleassistance and Telepresence, IEE Colloquium on. 1995.
- [5] Sheridan, T.B., Space teleoperation through time delay: review and prognosis. Robotics and Automation, IEEE Transactions on, 1993. 9(5): p. 592-606.
- [6] Hong, Z. and J.P. Ostrowski, Visual Motion Planning for Mobile Robots. IEEE Transactions on Robotics & Automation, 2002. 18(2): p. 199.
- [7] Kai-Tai, S. and T. Wen-Hui, Environment perception for a mobile robot using double ultrasonic sensors and a CCD camera. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 1996. 43(3): p. 372.
- [8] Levy, M.L., et al., Stereoscopic head-mounted display incorporated into microsurgical procedures: technical note. Neurosurgery, 1998. 43(2): p. 392-5.
- [9] D. S. Pamungkas and K. Ward, "Electro-tactile feedback system for achieving embodiment in a tele-operated robot," 2014 13th International Conference on Control Automation Robotics & Vision (ICARCV), Singapore, 2014, pp. 1706-1711.
- [10] Ijsselstein, W., et al., Perceived depth and the feeling of presence in 3DTV. Displays, 1998. 18(4): p. 207-214.
- [11] Drascic, D., P. Milgram, and J. Grodski. Learning effects in telemanipulation with monoscopic versus stereoscopic remote viewing. in Systems, Man and Cybernetics, 1989. Conference Proceedings. IEEE International Conference on. 1989.
- [12] [Goradia, 2014] Goradia, I., J. Doshi, and L. Kurup, A Review Paper on Oculus Rift & Project Morpheus. International Journal of Current Engineering and Technology, 2014. 4(5): p. 3196-3200.