BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perangkat Keras

Sistem pemetaan ruangan menggunakan metode ORB-SLAM2 pada robot ikon Unikom ini memerlukan perangkat keras agar sistem dapat berjalan sesuai yang diinginkan yang terdiri dari mini PC, *monocular* kamera, gimbal *stabilizer*.

2.1.1 Mini PC

Mini PC adalah jenis komputer yang memiliki fitur dan fungsi yang mirip dengan PC desktop, tetapi Mini PC mempunyai ukuran fisik yang lebih kecil serta konsumsi daya listrik yang lebih rendah dari pada PC desktop.[13]

2.1.2 *Monocular* Kamera

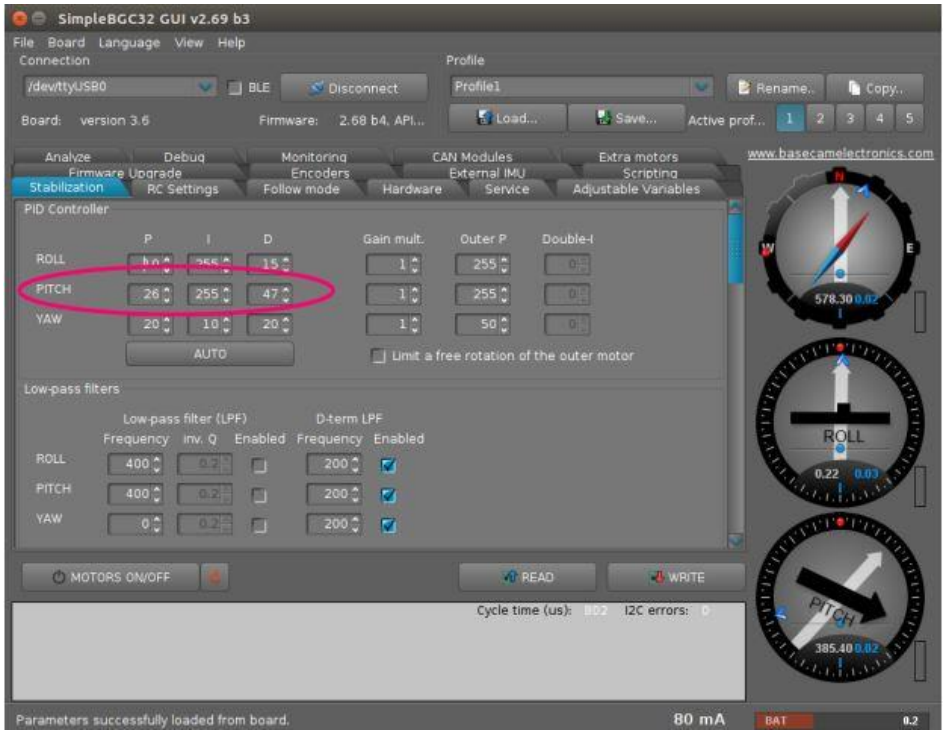
Monocular merupakan kamera yang digunakan untuk mendapatkan gambar dengan resolusi yang tinggi namun tidak dapat memperoleh informasi kedalamannya. Keuntungan menggunakan monocular adalah harga yang murah namun dapat memberikan kualitas gambar dengan resolusi yang tinggi.[14]

2.1.3 Gimbal *Stabilizer* Basecam SimpleBGC

Gimbal Stabilizer merupakan suatu alat yang mampu menyeimbangkan kamera dalam pengambilan gambarnya. Gimbal Stabilizer dapat diimplementasikan pada sistem robotika untuk menyeimbangkan kestabilan sensor. Gimbal menggunakan pengontrol *Proportional-Integral-Derivative* (PID) untuk menstabilkan pada sudut target yang sudah ditentukan dan menolak gangguan yang tidak diinginkan seperti guncangan yang dapat mempengaruhi perubahan posisi sensor. Salah satu arsitektur gimbel komersial adalah Basecam SimpleBGC.[15]

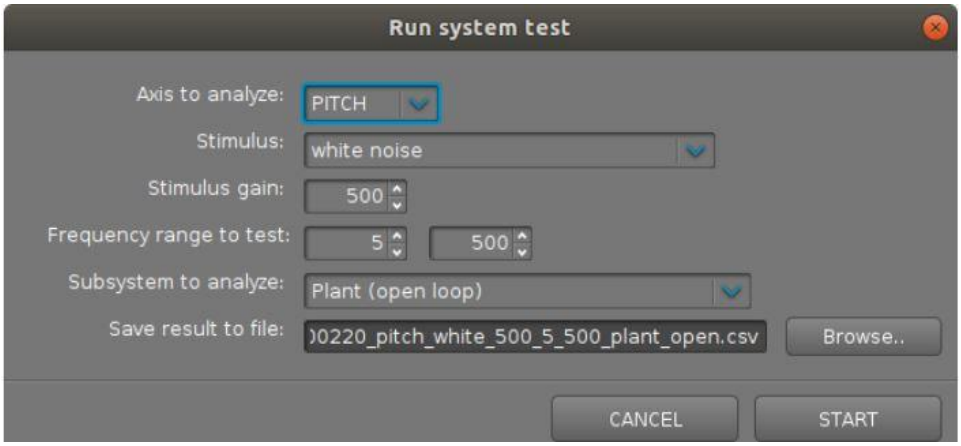
Basecam SimpleBGC merupakan pengontrol gimbal 3 sumbu 32 bit yang menstabilkan dan melacak orientasi gimbal melalui sinyal *output Pulse Width Modulation* (PWM) ke motor DC *brushless*. Penggunaan SimpleBGC dapat diterapkan juga pada 2 sumbu. Basecam SimpleBGC *menyediakan Graphic User Interface* (GUI) kepada penggunanya agar dapat mengatur

parameter konfigurasi seperti orientasi IMU, offset sudut encoder, spesifikasi motor dan lain sebagainya. Perangkat lunak ini juga dilengkapi dengan penyetelan algoritma PID untuk semua sumbu, yaitu roll pitch dan yaw.[15] Berikut adalah perangkat lunak Basecam SimpleBGC yang dapat mengatur algoritma PID dapat dilihat pada *Gambar 2.1*.



Gambar 2.1 Tampilan GUI Pada Perangkat Lunak Basecam SimpleBGC[15]

Basecam SimpleBGC juga menyediakan fitur untuk merekam sinyal input dan output ke dalam file.[15] Berikut adalah tampilan untuk merekam sinyal input dan output yang dapat dilihat pada *Gambar 2.2*.



Gambar 2.2 Tampilan Fitur Merekam Sinyal Pada Perangkat Lunak Basecam SimpleBGC[15]

2.2 SLAM

Simultaneous Localization And Mapping(SLAM) merupakan sebuah teknologi untuk memetakan lingkungan serta memberikan informasi sebuah lokasi dari sensor yang digunakan. Teknologi SLAM ini biasanya diterapkan pada robot agar dapat memetakan lingkungan yang tidak diketahui dan memposisikan dirinya berdasarkan peta yang dibangun secara *real-time*. SLAM terbagi menjadi 2 bagian, yaitu *visual* SLAM dan lidar SLAM.[16]

Visual SLAM merupakan teknologi SLAM dengan menggunakan sensor kamera. Kamera dapat berupa *monocular*, *stereo*, RGB-D maupun *fisheye* kamera. *Visual* SLAM terbagi menjadi beberapa metode, seperti metode ORB-SLAM, DTAM, LSDSLAM dan lain sebagainya.[17] Berikut adalah perbandingan dari berbagai metode pada *visual* SLAM dapat dilihat pada *Tabel 2.1*.

Tabel 2.1 Perbandingan metode-metode pada *visual* SLAM[18]

Metode	Piksel yang digunakan	Monocular	Stereo	Fisheye	Akurasi	Ketahanan
Mono-SLAM	Shi Tomasi	✓	×	×	Cukup	Cukup
PTAM	FAST	✓	×	×	Sangat bagus	Cukup

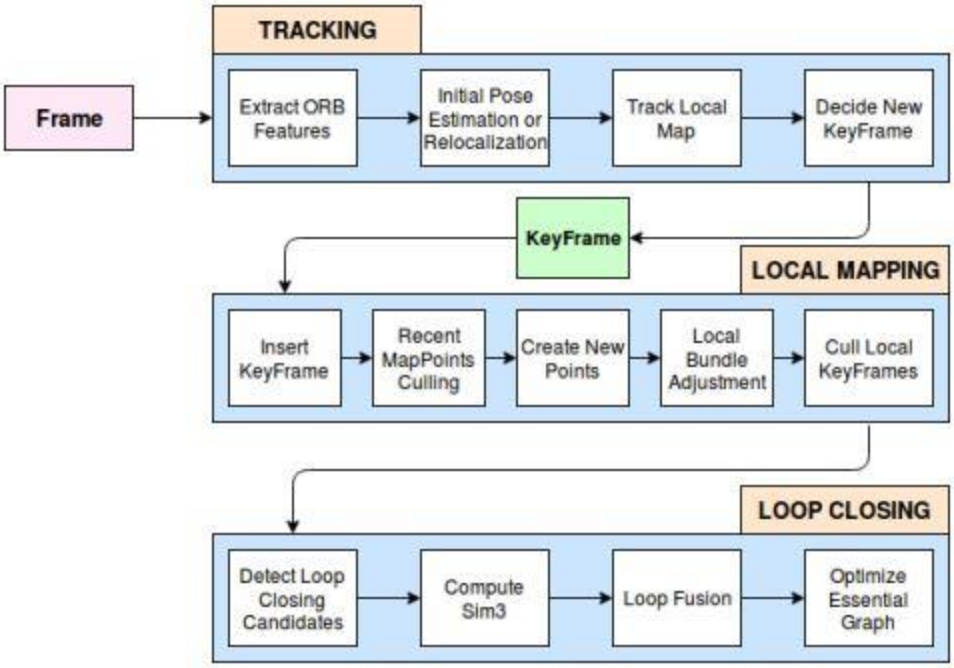
LSD-SLAM	Edgelets	✓	✓	×	Bagus	Cukup
ORB-SLAM2	ORB	✓	✓	×	Luar Biasa	Sangat bagus
DSM	High grad.	✓	×	×	Sangat bagus	Sangat bagus

Pada *Tabel 2.1*, ORB-SLAM2 adalah sistem *visual* SLAM yang mengintegrasikan 3 jenis asosiasi data yaitu berupa *short-term data association*, *mid-term data association* dan *long-term data association* yang membuat ORB-SLAM2 mempunyai tingkat akurasi yang luar biasa.[18]

2.3 ORB-SLAM2

ORB-SLAM2 merupakan salah satu metode dari visual SLAM yang menerapkan algoritma *Oriented Fast and Rotated Brief*(ORB). *Input* ORB-SLAM2 adalah sebuah gambar dan tugas pertamanya adalah mengekstrak fitur ORB. Mengestrak fitur ORB dilakukan dengan cara mencari fitur yang disebut *FAST*, kemudian membuat deskriptor untuk fitur tersebut dengan menggunakan metode *BRIEF*. Penggunaan sensor kamera yang dapat digunakan adalah monocular, stereo dan RGB-D.[19]

Struktur ORB-SLAM2 memiliki 3 *thread* yang bekerja secara parallel, yaitu *tracking*, *mapping*, dan *loop closing*. Pada *thread tracking*, menggunakan setiap *frame* untuk melokalisasi kamera dan memutuskan *frame* mana yang harus digunakan sebagai *keyframe* yang kemudian dipilih untuk membangun peta. Pada *thread mapping*, *keyframe* yang diperoleh akan digunakan untuk membangun peta menggunakan *local bundle adjustment*. Pada *thread loop closing*, akan mencoba untuk mengenali apakah lokasi ini telah dikunjungin sebelumnya, jika iya maka semua pose disempurnakan dengan menggunakan *graph optimizationi*.[20] Berikut adalah struktur algoritma ORB-SLAM2 dapat dilihat pada *Gambar 2.3*.

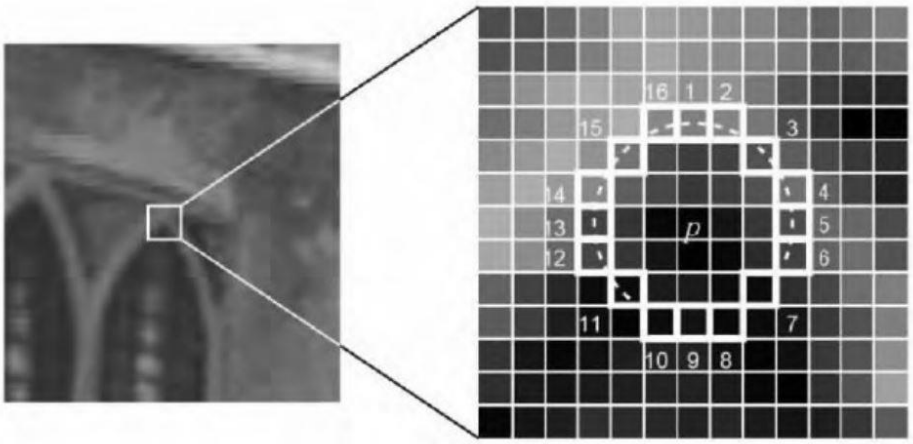


Gambar 2.3 Struktur Algoritma ORB-SLAM2[19]

2.4 ALGORITMA ORB

Pada dasarnya, algoritma *Oriented Fast and Rotated Brief* (ORB) terdiri dari detektor *keypoint Features from Accelerated Segment Test* (FAST) dan deksriptor *Binary Robust Independent Elementary Features* (BRIEF). Algoritma ORB ini mampu mendeteksi *keypoint* secara *real time* dengan mengambil parameter intensitas dan membandingkan antara piksel pusat.[21]

Features from Accelerated Segment Test (*FAST*) sangat berguna untuk mendeteksi *keypoint*, namun algoritma FAST tidak dapat menghasilkan fitur multi-skala dan tidak memiliki komponen orientasi. Oleh karena itu, digunakanlah skala piramid dari suatu gambar untuk menghasilkan fitur *FAST* di setiap tingkat dalam piramida.[22] Untuk mendeteksi *keypoint* yaitu dengan cara membandingkan suatu piksel terhadap 16 piksel tetangganya dengan radius 3 piksel, jika terdapat 8 piksel lebih gelap atau lebih terang secara kontinu, maka piksel tersebut akan dijadikan sebagai *keypoint*.[23] Berikut adalah ilustrasi pemprosesan algoritma *FAST* dalam menentukan titik sudut dengan memiliki 9 piksel tetangganya lebih terang dari suatu piksel yang dapat dilihat pada *Gambar 2.4*.



Gambar 2.4 Ilustrasi Pemprosesan Algoritma *FAST*[23]

Binary Robust Independent Elementary Features (BRIEF) menghasilkan deskripsi biner dari *keypoint*. BRIEF adalah cara yang cepat dan efisien untuk menyimpan dan membandingkan poin-point utama.[24]

2.5 ROS

Robot Operating System(ROS) adalah kerangka kerja perangkat lunak yang digunakan untuk membuat *software* pada aplikasi robotika. ROS merupakan *platform* yang bersifat *open-source*. Sistem file ROS diatur ke dalam *packages*, yang dimana setiap *packages* berisi file *executable*, *library*, dan konfigurasi. Setiap fungsi dalam sistem robot dapat direpresentaskan sebagai node yang dimana setiap node pada ROS memerlukan Master ROS untuk mengelola komunikasi antar setiap node ROS yang ada.[25]

Terdapat berbagai macam versi pada ROS. salah satu versi ROS yang ada adalah ROS-Kinetic kame yang merupakan versi ke 10 dari ROS. Pada *Operating System Linux*, tidak semua versi ROS dapat dijalankan. Untuk ROS-Kinetic kame dapat dijalankan pada 3 versi Linux, yaitu Wily(Ubuntu 15.10), Xenial(Ubuntu 16.04) dan Jessie(Debian 8).[26]

2.6 CMake

CMake adalah salah satu alat untuk melakukan *compile* dan memiliki fitur seperti *open source*, otomasi dan lintas *platform*. File konfigurasi utama CMake ada pada file "CMakeList.txt". Di dalam file ini, proses *compile* semua platform dapat dijelaskan dengan menulis pernyataan yang sederhana.[27]

2.7 Pangolin

Pangolin adalah sebuah pustaka atau *library* yang memvisualisasikan 3D secara ringan dan cepat untuk mengelola tampilan OpenGL dan mengabstraksi masukan berupa gambar yang dimana digunakan dalam *computer vision* sebagai sarana dalam memvisualisasikan data. Pustaka Pangolin dapat dijalankan pada sistem operasi ubuntu.[28]

2.8 Visual Studio Code

Visual studio code adaah sebuah editor code yang bersifat terbuka dan gratis. Visual studio adalah buatan Microsoft dan dapat digunakan pada sistem operasi windows, linux dan macOS. Hal ini termasuk dukungan debugging, kontrol Git, penyorotan sintaks dan lain sebagainya. [29]