

APLIKASI PENGENDALI PENGGERAK ANTENNA DENGAN MENGGUNAKAN QT FRAMEWORK

Elvira Rachim, Agus Herawan, Suhata
Peneliti Pusat Teknologi Satelit - LAPAN

Abstrak

LAPAN membutuhkan stasiun bumi yang memiliki kemampuan penjejakan dengan akurasi yang tinggi dalam mengoperasikan satelit-satelit seri LAPAN-A, antara lain harus ditunjang dengan antenna yang memiliki pergerakan dengan akurasi tinggi. Hal ini berhubungan dengan motor penggerak antenna. Makalah ini akan membahas rancangan sebuah aplikasi pengendali penggerak antenna yang menggunakan QT *framework*. Tujuannya adalah untuk mengoptimalkan pergerakan antenna dalam penjejakan satelit seri LAPAN-A.

Kata kunci: Antena, QT *framework*, Pemrograman, satelit

Abstract

LAPAN requires ground stations which have high accuracy in tracking capability in operating LAPAN-A series satellites , it shall be supported by having high accuracy antenna movement. It is associated with the antenna motor. This paper will discuss an antenna controller application design which uses the QT *framework*. The aim of this research is to optimize the movement of the antenna in tracking the LAPAN-A series satellites.

Keywords: Antenna, Qt *framework*, Programming, satellite

1. PENDAHULUAN

Satelit LAPANTUBSAT yang berada pada ketinggian 630 km, mempunyai kecepatan mengelilingi bumi sebesar 7544,96 m/s. Dengan kecepatan tersebut, maka dibutuhkan stasiun bumi kendali dengan kemampuan penjejakan (*tracking*) dan tingkat akurasi yang tinggi. Untuk mendapatkan pergerakan antena yang baik hingga diperoleh tingkat akurasi *tracking* yang tinggi, maka hal ini sangat berhubungan dengan kemampuan motor penggerak antena dalam mengarahkan antena mengikuti pergerakan satelit tersebut yang menggunakan sistem program *track/autotrack* (Herawan dan Judianto, 2012)[1]. Dengan demikian kebutuhan stasiun bumi dengan kemampuan penjejakan dengan akurasi tinggi menjadi mutlak dalam pengoperasian satelit orbit rendah ini.

Dalam makalah ini selanjutnya akan dibahas lebih mendalam mengenai perancangan pengendali sistem motor *stepper* yang diimplementasikan dengan menggunakan *framework* Qt dengan tujuan untuk mengoptimalkan akurasi pergerakannya sehingga dapat digunakan untuk penjejakan satelit orbit rendah (LEO) pada umumnya dan khususnya untuk satelit LAPAN-TUBSAT, LAPAN-A2 dan LAPAN-A3 dalam penerimaan data misi (*payload*) yang saat ini bekerja pada frekuensi S *band* yang memang membutuhkan pergerakan antena yang lebih halus (*derajatstep*) dan menuntut kestabilan tinggi.

2. DASAR TEORI

2.1. Motor Stepper

Motor *stepper* adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit[2]. Hal penting dari motor *stepper* adalah kemampuannya untuk menerjemahkan perubahan peralihan eksitasi ke posisi rotor yang didefinisikan bertahap secara tepat ('*step*') [3]. *Stepper* motor dengan sifat alaminya lebih kuat daripada jenis lain dari motor karena mereka tidak memiliki sikat yang akan aus dari waktu ke waktu. Biasanya, komponen lain dalam sistem tertentu

akan aus seiring dengan waktu. Namun, semua motor *stepper* tidak diciptakan sama dan bahkan motor terbaik akan gagal jika pertimbangan yang tepat tidak dibuat[4].

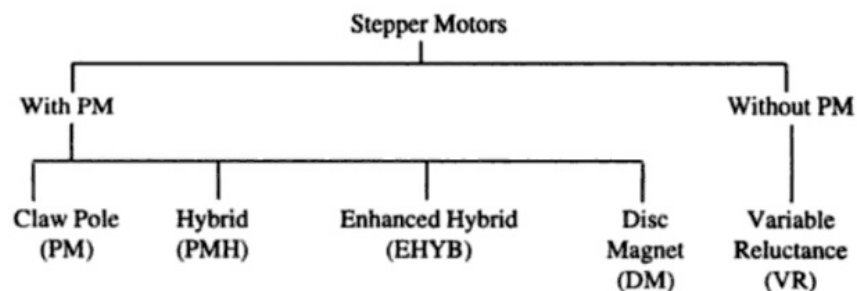
Motor *stepper* bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan motor *stepper* diperlukan pengendali motor *stepper* yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Penggunaan motor *stepper* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa. Keunggulannya antara lain adalah :

- 1) Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.
- 2) Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak.
- 3) Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi.
- 4) Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, *stop* dan berbalik (perputaran)
- 5) Sangat realibel karena tidak adanya sikat yang bersentuhan dengan rotor seperti pada motor DC
- 6) Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikopel langsung ke porosnya
- 7) Frekuensi perputaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah padarange yang luas.



Gambar 2-1. Motor Stepper SM107

Berdasarkan konstruksi, motor *stepper* dibagi menjadi dua grup, tanpa magnet permanen dan dengan magnet permanen. Setiap *group* dapat dibagi lagi menjadi beberapa bagian seperti digambarkan dibawah [5]:



2.2. SERS

SERS adalah salah satu *driver* motor *stepper* yang dirancang untuk instalasi pada suatu perangkat (devais) atau mesin atau untuk dipasang bersama (*mounting*) dengan perangkat atau mesin lain.

Di dalam SERS terdapat rangkaian penguat daya untuk motor *stepper* dan sudah terpasang kontrol posisi. Sebagai penghubung dengan perangkat lain digunakan RS232 atau RS485, dan *profibus* DP atau *can-open interface*[6].

Yang perlu diingat adalah, pada setiap instalasi, pemeliharaan, montase dan inspeksi SERS harus dipisahkan dahulu dari semua rangkaian listrik[7].



Gambar 2-2. Driver Motor SERS

SERS dirancang dalam sebuah modul yang terdiri dari tiga lapis (3 PCB yang saling dihubungkan melalui konektor PCB). Pada lapisan bawah terdapat penguat daya dengan 32 kutub *male connector* berdasarkan DIN41612. Pada lapisan ini akan dihasilkan arus fasa dari *bridges*.

Pada lapisan kedua terdapat pengendali arus fasa, yaitu dengan mengendalikan langkah (*mikrostep*) dan arah pertukaran (*komutasi*) arus fasa. Pada lapisan atas terdapat pengendali posisi dan *interface*-nya.

Penguat daya (*power amplifier*) pada SERS memiliki fitur :

- Dapat mengontrol motor *stepper* 2 fasa menggunakan prinsip bipolar *chopper*.
- *Mikrostep* dengan resolusi 12800 *step* per revolusi.
- Terlindungi dari hubung-singkat (*short circuit*).
- Terlindungi dari suhu berlebih (*over temperature*) dan tegangan turun.

Pengendali kecepatan dan posisi motor pada SERS memiliki fitur :

- Akselerasi : 2 rad/s^2 sampai 15600 rad/s^2 .
- Kecepatan : 0,12 rev/min sampai 12000 rev/min (terkadang hanya sampai 4000 rev/min , bergantung ukuran motor).
- Posisi : -2^{31} *increment* sampai $+2^{31}$ *increment*.
- Pengontrol *limit switch* dan *homin*.

2.3. Qt

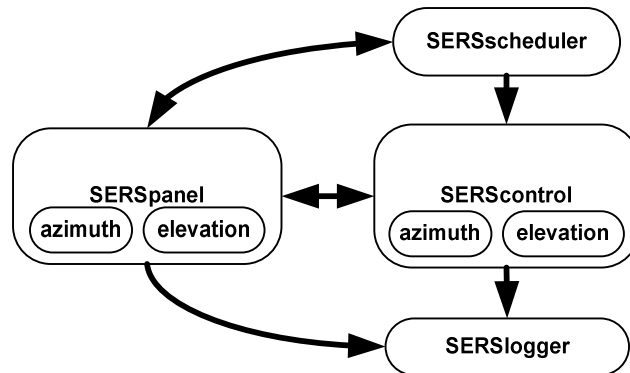
Qt adalah *framework* pengembangan aplikasi multi-*platform* yang berbasis pada bahasa pemrograman C++ [8]. Qt *framework* pertama kali tersedia untuk umum pada Mei 1995. Pada awalnya dikembangkan oleh Haavard Nord (CEO *Trolltech*) dan Eirik Chambe - Eng (presiden *Trolltech*)[9]. Huruf ' Q ' dipilih sebagai karena huruf tersebut tampak cantik dalam *font* Emacs Haavard ini . Huruf ' t ' ditambahkan yang berarti " *toolkit* " , terinspirasi oleh Xt , X *Toolkit* . Perusahaan ini didirikan pada tanggal 4 Maret 1994, awalnya sebagai *Quasar Technologies*, kemudian sebagai *Troll Tech*, dan hari ini sebagai *Trolltech*. Karena sifat Qt yang multi-*platform*, kode program dapat dikompilasi pada *system* operasi maupun arsitektur prosesor yang berbeda tanpa perubahan atau sedikit perubahan pada kode program[10].

Qt menganut paradigma pemrograman berbasis objek, di mana masalah (pemrograman) diselesaikan dengan aktivitas- aktivitas (operasi) yang dimiliki objek dan interaksi antar objek yang memicu aktivitas lainnya.

Mekanisme komunikasi antar objek pada *platform* Qt dilakukan dengan mekanisme SIGNAL dan SLOT, yang merupakan *function call-back* (pemanggilan fungsi dengan *pointer*) yang ber-*signature* sehingga komunikasi antar objek bersifat *type-safe* dan independen (berjalan pada *thread* masing-masing). Mekanisme SIGNAL dan SLOT diakomodasi oleh moc (*meta-object compiler*).

Komunikasi serial RS-232 Qt ditangani oleh pustaka eksternal *qextserial* untuk menangani komunikasi serial di sistem operasi berbasis *Windows* maupun POSIX (*Linux*, *MacOS*). Penganganan grafik (*dial*) ditangani oleh pustaka eksternal *qwt*. Kedua pustaka tambahan ini harus dikompilasi terlebih dahulu secara terpisah sebelum proses kompilasi aplikasi.

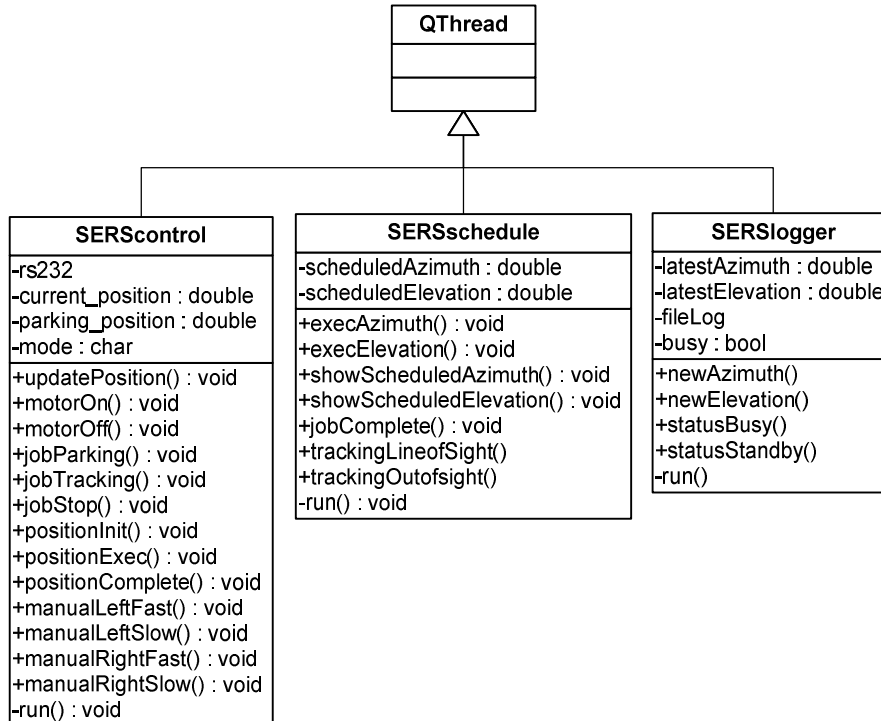
3. PERANCANGAN DAN PEMODELAN APLIKASI



Gambar 3-1. Model kelas dan interaksinya pada aplikasi

Aplikasi dimodelkan dengan 4 buah kelas: SERS panel untuk interaksi GUI (*graphical user interface*) dengan pengguna, SERS *control* untuk penanganan fungsi-fungsi perintah dengan controller SERS, SERS *scheduler* untuk penghitungan trayektori satelit (azimuth dan elevasi), dan SERS*logger* untuk pencatatan posisi sudut azimuth dan elevasi dari controller SERS.

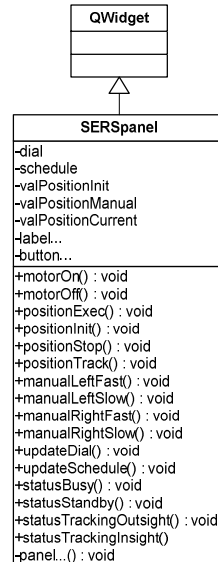
Berdasarkan kelas SERS panel, panelAzimuth dan panelElevation diinstansiasikan sebagai objek yang terpisah. Hal yang sama dilakukan terhadap *controlAzimuth* dan *controlElevation* yang diinstansiasikan menjadi objek terpisah berdasarkan kelas SERS*control*. Instansiasi objek terpisah ini dimaksudkan agar pengontrolan SERS yang azimuth dan elevasi dapat dilakukan secara *independent* satu sama lain.



Gambar 3-2. Diagram Kelas untuk SERS*control*, SERS*schedule*, dan SERS*logger*

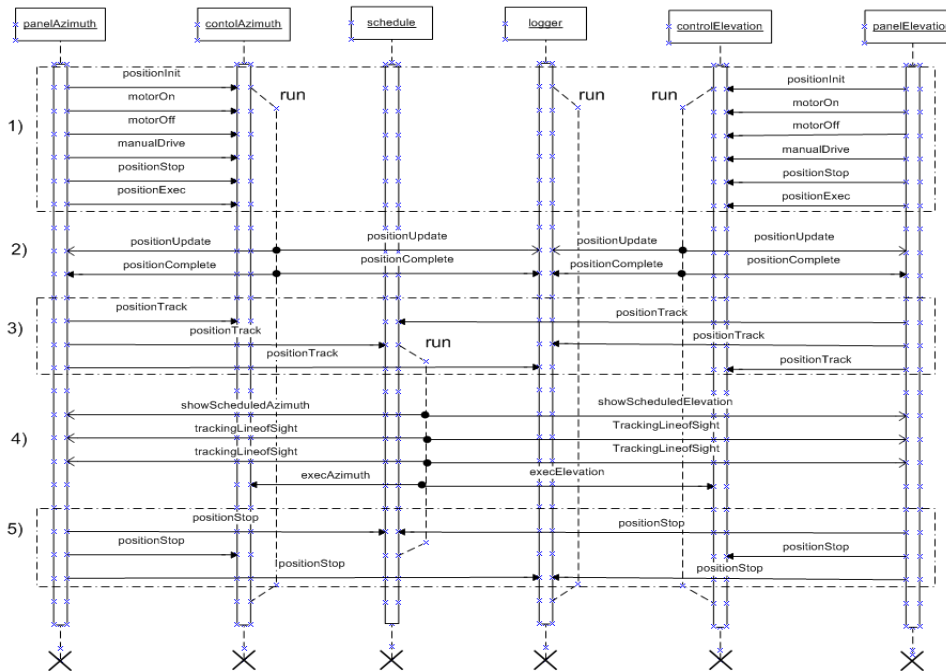
Terdapat beberapa interaksi antara *panelAzimuth* dan *controlAzimuth* (sama dengan *panelElevation* dan *controlElevation*), antara lain: *positionInit* untuk inialisasi posisi awal controller SERS), *motorOn*

untuk menghidupkan arus motor *stepper*, *motorOff* untuk memutus (mematikan) arus motor *stepper*, *manualDrive* untuk pengendalian motor secara manual (terdiri dari *manualLeftSlow*, *manualLeftFast*, *manualRightSlow*, dan *manualRightFast*). Semua perintah dimasukkan secara manual oleh pengguna melalui *panelAzimuth* atau *panelElevation*. Perintah-perintah ini dapat dilakukan untuk pengecekan sebelum *tracking*



Gambar 3-3. Diagram Kelas untuk *SERSpanel*

ControlAzimuth dan *controlElevation* secara berkala memberi data panelnya masing-masing selama eksekusi aplikasi yang ditandai dengan *thread run* untuk memberitahukan apakah kondisi motor telah *stand-by* dan posisi sudut motor terakhir.



Gambar 3-4. Diagram Tahap Aplikasi

Inisialisasi tracking dipicu dari message *positionTrack* dari panel yang menyebabkan perubahan interval waktu *logger*, perubahan mode kontrol (menjadi *mode tracking*) dan dimulainya *thread scheduler*.

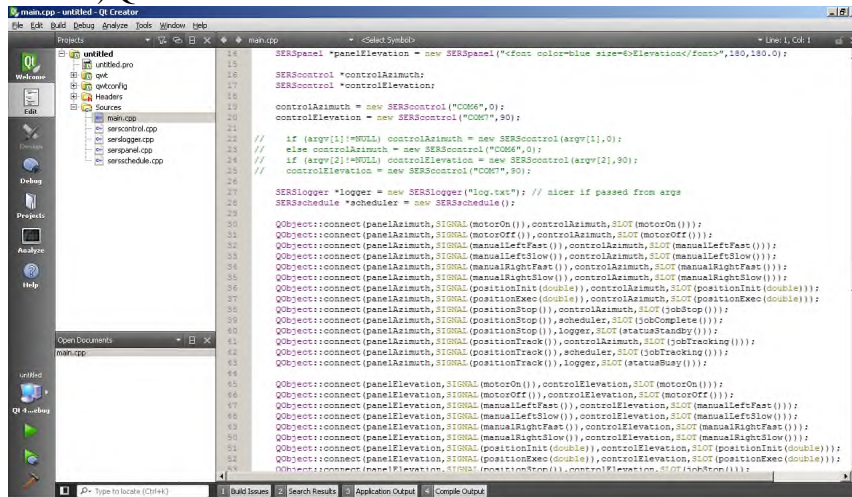
Thread scheduler melakukan penghitungan posisi azimuth dan elevasi yang harus dituju pada 15 detik kemudian dengan urutan penghitungan tertentu. Jika sudut elevasi hasil penghitungan di bawah horizon (*out of sight*) maka message *positionOutofsight* akan dikirim ke panel dan posisi azimuth dan elevasi hasil penghitungan tidak dieksekusi. Jika sudut elevasi di atas horizon (*line of sight*) maka sudut azimuth dan elevasi hasil penghitungan akan dieksekusi melalui message *execAzimuth* dan *execElevation*, ditampilkan di panel melalui message *showScheduledAzimuth* dan *showScheduledAzimuth*.

Message *trackingLineofSight* dan *trackingOutofSight* dikirimkan ke panel untuk memberi notifikasi apakah sudut elevasi hasil kalkulasi di atas atau di bawah horizon.

Mode tracking diakhiri dengan message *positionStop* dari panel yang mengubah interval *update logger*, mengubah mode kontrol (keluar dari *mode tracking*) dan menghentikan *thread scheduler*.

4. IMPLEMENTASI PROGRAM APLIKASI

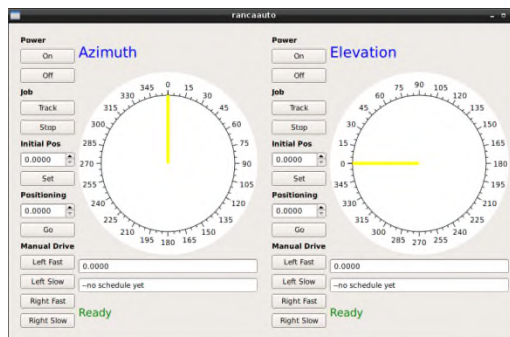
Kode program diimplementasikan dengan bahasa pemrograman C++ dengan bantuan IDE (*Integrated Development Environment*) *Qt Creator*.



Gambar 4-1. Tampilan IDE Qt Creator

4.1. PENGUJIAN APLIKASI

Pengujian dilakukan dengan menjalankan program pada *system* operasi Linux Salix64 dan WindowsXP.



Gambar 5-1. Implementasi Kelas SERSSpanel sebagai 2 Objek (panelAzimuth dan panelElevation) Data Log Pengujian Program

another run at 01/03/2016 15:00:02
0.000000 0.000000 at 01/03/2016 15:00:02
0.000000 0.000000 at 01/03/2016 15:00:07
0.000000 0.000000 at 01/03/2016 15:00:12
0.000000 0.000000 at 01/03/2016 15:00:17
0.000000 0.000000 at 01/03/2016 15:00:22
0.000000 0.000000 at 01/03/2016 15:00:27
20.005313 0.000000 at 01/03/2016 15:00:32
20.005313 0.000000 at 01/03/2016 15:00:37
20.005313 0.000000 at 01/03/2016 15:00:42
20.005313 0.000000 at 01/03/2016 15:00:47
20.005313 0.000000 at 01/03/2016 15:00:52
20.005313 0.000000 at 01/03/2016 15:00:57
20.005313 0.000000 at 01/03/2016 15:01:02
20.005313 0.000000 at 01/03/2016 15:01:07
45.001969 0.000000 at 01/03/2016 15:01:12
50.795438 0.000000 at 01/03/2016 15:01:17
84.434344 0.000000 at 01/03/2016 15:01:22
90.000000 0.000000 at 01/03/2016 15:01:27
113.881500 0.000000 at 01/03/2016 15:01:32
167.735813 0.000000 at 01/03/2016 15:01:37
221.828063 0.000000 at 01/03/2016 15:01:42
275.801344 0.000000 at 01/03/2016 15:01:47
329.736938 0.000000 at 01/03/2016 15:01:52
0.000000 0.000000 at 01/03/2016 15:01:57
0.000000 0.000000 at 01/03/2016 15:02:02
0.000000 0.000000 at 01/03/2016 15:02:07
351.224438 0.000000 at 01/03/2016 15:02:12
302.130844 0.000000 at 01/03/2016 15:02:17
248.130281 0.000000 at 01/03/2016 15:02:22
194.329688 0.000000 at 01/03/2016 15:02:27
140.059406 0.000000 at 01/03/2016 15:02:32
94.377656 0.000000 at 01/03/2016 15:02:37
89.999719 0.000000 at 01/03/2016 15:02:42
89.999719 0.000000 at 01/03/2016 15:02:47
58.984875 0.000000 at 01/03/2016 15:02:52
9.460969 0.000000 at 01/03/2016 15:02:57
0.000000 0.000000 at 01/03/2016 15:03:02
0.000000 0.000000 at 01/03/2016 15:03:07

5. KESIMPULAN

1. Program aplikasi dapat mengontrol SERS secara manual dengan baik, mengecek parameter-parameter (posisi terakhir, status *standby* dan *busy*), mencatat *log* dalam *file* dan melakukan penghitungan sudut azimuth dan selesai,
2. Mode *tracking* belum diuji karena ketidakbakuan algoritma yang digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Drs. Abdul Rahman, M.Sc., selaku Kepala Pusat Teknologi Satelit Lapan, Bapak Iwan Faizal selaku Kepala Bidang Diseminasi, dan Bapak Abdul Karim sebagai Kepala Bidang Program dan Fasilitas, atas arahan, bimbingan, serta fasilitas sehingga karya tulis ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik

PERNYATAAN PENULIS

Keseluruhan isi karya tulis ini merupakan tanggung jawab penulis dan merupakan hasil karya penulis, semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah dinyatakan dengan benar

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Herawan dan Judianto, 2012, *Optimalisasi Akurasi Antena Penjejak Satelit Orbit Rendah Menggunakan Motor Stepper Hybrid 2 Fasa* Jurnal Tekgan, 2012
- 2) <http://www.ilmu.8k.com/pengetahuan/stepper.htm>, terakhir diakses 15 Juli 2016
- 3) Paulacarnley, 2007, *Stepping Motors a guide to theory and practice*, The Institution of Engineering and Technology.
- 4) Condit, Reston, and Douglas W. Jones. 2004, *Stepping motors fundamentals, Microchip Application Note: AN907*, [Online]. Available: www.microchip.com.
- 5) V.V. Athani, 2005, *Stepper Motors Fundamentals, Applications and Designs*, New Age International (P) Limited, Publishers.
- 6) --, 2006, *Stepping motor power amplifier board with position control and RS232/RS485 interface Installation and programming manual*, StögraAntriebstechnik GmbH, Desember 2006.
- 7) --, 2003, *StögraAntriebstechnik GmbH sers manual*
- 8) --, 1995, *The C++ programming language*, B Stroustrup, Pearson Education India
- 9) *A brief history of QT*, <http://my.safaribooksonline.com/0131872494/pref04>, terakhir diakses 17 Juli 2016
- 10) XU, Dexin, Zhenfan TAN, and Yanbin GAO, 2006, *Developing application and realizing multiplatform based on Qt framework [J]*, Journal of Northeast Agricultural University 3 (2006): 018.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS 1



DATA UMUM

Nama Lengkap : Agus Herawan
Tempat & Tgl. Lahir : Bogor, 23-02-1980
Jenis Kelamin : Pria
Instansi Pekerjaan : Pusteksat -LAPAN
NIP. / NIM. : 198002232006041014
Pangkat / Gol. Ruang : Penata - IIIc
Jabatan Dalam Pekerjaan : Peneliti
Agama : Islam
Status Perkawinan : Menikah

DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMU Negeri 6 Bogor Tahun: 1998
STRATA 1 (S.1) : Ilmu Komputer - UNPAK Tahun: 2004
STRATA 2 (S.2) : Tahun:
STRATA 3 (S.3) : Tahun:

ALAMAT

Alamat Rumah : Mutiara Bogor Raya Blok F1/23 Katulampa Bogor
Alamat Kantor / Instansi : Jl. cagak Satelit Km.04 Rancabungur Bogor
HP. : 08567324235
Telp. : 0251 8621667
Email : agus.herawan@lapan.go.id

RIWAYAT SINGKAT PENULIS



AGUS HERAWAN, lahir di kota Bogor (Jawa Barat) pada tanggal 23 Februari 1980 bekerja sebagai pegawai negeri sipil di lingkungan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), masuk mulai tahun 2004 , menjadi salah satu Peneliti di satuan kerja Pusat Teknologi Satelit di Bidang Teknologi Ruas Bumi, yang terletak di daerah Rancabungur, Bogor. Riwayat pendidikan di Universitas Pakuan Bogor Jurusan Ilmu Komputer lulus tahun

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS 2



DATA UMUM

Nama Lengkap : SUHATA
 Tempat & Tgl. Lahir : Jombang, 8 Juli 1959
 Jenis Kelamin : Laki-Laki
 Instansi Pekerjaan : Lapan- Pusteksat, Rancabungur-Bogor
 NIP. / NIM. : 19590708 198011 1 001
 Pangkat / Gol. Ruang : Pembina – IV/a
 Jabatan Dalam Pekerjaan : Peneliti Madya – IV/a
 Agama : Islam
 Status Perkawinan : Kawin

DATA PENDIDIKAN

SLTA : STM. Mesin Tahun: 1978/1979
 D 3 : Universita Nasional / MIPA Tahun: 1986
 STRATA 1 (S.1) : Universitas Nasional/ MIPA Tahun: 1997
 STRATA 2 (S.2) : Universitas IGI Tahun: 2007
 STRATA 3 (S.3) : Tahun:

ALAMAT

Alamat Rumah : Jl. Raya Penggilingan. Rt 10 Rw 11.N0.24 Penggilingan
 Jakarta Timur .13940
 Alamat Kantor / Instansi : Jl. Cagak Satelit Km .04, Rancabungur, Bogor
 HP. : (+62) 858 8253 8334
 Telp. : (021) 460 8909
 Email : suhata2003@yahoo.com

RIWAYAT SINGKAT PENULIS



Suhata, S.Si, MM. Lahir di Jombang tanggal 8 Juli 1959 . Menyelesaikan studi Diploma 3 dan S1 Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Nasional Jakarta tahun 1986 dan 1997. Mengikuti program kerja sama Lapan dan ATSB di Malaysia tahun 2000. Mengikuti Program CSSTEAP Satelit Komunikasi di India Agustus 2003 sampai April 2004, Menyelesaikan Magister Managemen SDM di Universitas IGI Jakarta tahun 2007. Mengikuti Training KARI di Korea Juli tahun 2014. Masuk di Lapan tahun 1980 sebagai teknisi di Telfus Lapan Rancabungur dan telah banyak mengikuti berbagai *Training* yang diselenggarakan di Lingkungan Lapan maupun di luar Lapan. Pernah menjadi fungsional teknisi Litkayasa tahun 1997 s/d tahun 1999, menjadi anggota Tim penilai Jabfung Litkayasa Selanjutnya menjadi ketua Tim penilai Jabfung litkayasa tahun 2009 s/d tahun 2013. Tahun 1999 pindah menjadi Jabatan Fungsional peneliti dan sampai sekarang masih aktif sebagai peneliti Madya di Pusteksat Lapan Rancabungur. Saat ini masih aktif sebagai penyunting/redaksi di penerbitan buku ilmiah, proseding maupun majalah.