

# LAMPIRAN

# **LAMPIRAN A**

## **TUTORIAL IMU DAN SOFTWARE**

## 1. Tutorial Imu Razor 9dof

Tutorial IMU razor 9 DOF diambil dari <http://pranjalchaubey.wordpress.com/2011/04/14/razor-imu/>. Berikut ini link download untuk IMU Razor 9 DOF:

- Link download 1: <http://code.google.com/p/sf9domahrs/downloads/list>
- Link download 2: <http://www.arduino.cc/en/Main/Software>
- Link download 3: [http://vpython.org/contents/download\\_windows.html](http://vpython.org/contents/download_windows.html)
- Link download 4: <http://sourceforge.net/projects/pywin32/files/pywin32/>
- Link download 5: <http://sourceforge.net/projects/pyserial/files/>

Berikut ini langkah-langkah tutorial razor 9 DOF, yaitu:

- a. Mendownload kode AHRS terbaru dari **link download 1**
- b. Mendownload arduino-0022 dari **link download 2**
- c. Mencari file yang disebut '*boards.txt*' dalam direktori arduino. File terletak pada *Root Directory* → *arduino-0022* → *hardware* → *arduino* → *boards.txt*.
- d. Memastikan telah menggunakan boards Razor IMU yang terbaru yang sesuai dengan ATmega328p, selanjutnya membuka file *boards.txt* dan menambahkan garis dibawah ini di paling bawah dan menyimpannya

```
#####  
atmega328.name=Sparkfun 9DOF Razor IMU with ATmega328p  
atmega328.upload.protocol=stk500  
atmega328.upload.maximum_size=30720  
atmega328.upload.speed=57600  
atmega328.bootloader.low_fuses=0xFF  
atmega328.bootloader.high_fuses=0xDA  
atmega328.bootloader.extended_fuses=0x05  
atmega328.bootloader.path=atmega  
atmega328.bootloader.file=ATmegaBOOT_168_atmega328.hex  
atmega328.bootloader.unlock_bits=0x3F  
atmega328.bootloader.lock_bits=0x0F  
atmega328.build.mcu=atmega328p  
atmega328.build.f_cpu=8000000L  
atmega328.build.core=arduino  
#####
```

- e. Menghubungkan *FTDI Breakout board* dengan PC dan menginstall manual dengan directory file *arduino-0022* → *drivers* → *FTDI USB Drivers*.

- f. Mengupload kode AHRS ke razor IMU melalui Arduino IDE. Selanjutnya membuka semua file yang ada di SF9DOF\_AHRS\_1\_0.zip dalam *arduino environment*.
- g. Mengklik *Tools* → *Boards* → *Sparkfun 9DOF Razor IMU with Atmega328p*
- h. Mengklik *Tools* → *Serial Port* → *Select the serial port* di mana Razor IMU telah dihubungkan.
- i. Untuk mengupload kode pada board, klik pada *File* → *Upload to I/O Board*
- j. Kemudian dapat dilihat kode IDE *compiling* dan selanjutnya menguploadnya pada board IMU. Setelah '*Done Uploading*', peneliti dapat melihat kerja razor melalui serial monitor dan menseting *baud rate* pada 57600.

Berikut ini cara mendapatkan *python graphic interface* untuk IMU Razor DOF, yaitu:

- a. Mengdownload dan menginstal Python dan VPython terbaru **link download 3**.
- b. Mendownload dan menginstal PyWin build terbaru dari **link download 4**. Perhatikan seri Python dan VPython yang digunakan.
- c. Mengdownload dan menginstal PySerial dan Py parallel dari **link download 5**.
- d. Mengdownload dan meng-unzip kode *graphic interface* dari **link download 1**.
- e. Membuka file *IMU\_Razor9DOF.py* di Notepad dan menyetting COM port dan baud rate (57600) dan menyimpan perubahannya.
- f. Mengklik dua kali *IMU\_Razor9DOF* untuk menjalankannya dan akan mendapatkan grafik dari data IMU.
- g. Jika menggunakan komponen tambahan seperti arduino Fio dan Xbee, maka sebelum langkah 6 perlu untuk menyalakan program X-CTU terlebih dahulu.

## Sketch Razor 9DOF

File lampiran A → IMU Razor and Phyton → Mod of SF9DOF\_AHRS\_1\_0

## 2. Tutorial Arduino Fio

Berikut ini cara untuk membaca data dari IMU Razor 9 DOF melalui arduino fio board yaitu:

- a. Melepas xbee, baterai, dan Razor 9 DOF dari arduino fio dan mengupload sketch ke *arduino fio board* melalui *ftdi breakout board*
- b. Melepas *ftdi breakout board* dari arduino Fio
- c. Menghubungkan *jumper wires* antara dua *boards* berdasarkan tabel berikut ini:

**Tabel A.1 koneksi Arduino Fio dan Razor 9 DOF**

Arduino Fio	Razor 9DOF
3V3	3.3V
GND	GND
RX1	TX0
TX0	RX1

- d. Menghubungkan *Xbee – Xbee explorer – PC*, selanjutnya menjalankan XCTU
- e. Menghubungkan *battery – Xbee – fio – Razor 9 DOF*
- f. Membuka serial monitor

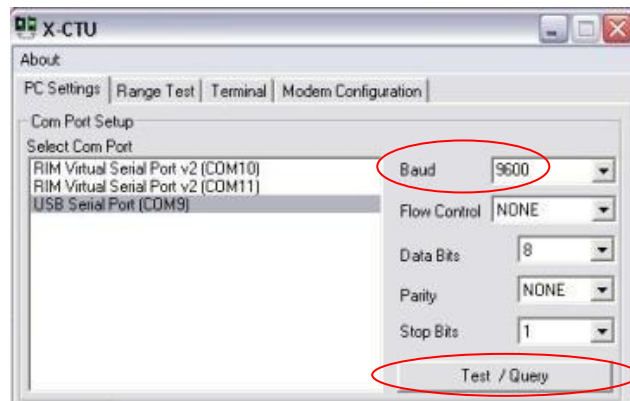
## Sketch Arduino Fio

File lampiran A → IMU Razor and Phyton → ArduFioRazor9DOF

## 3. Tutorial Xbee

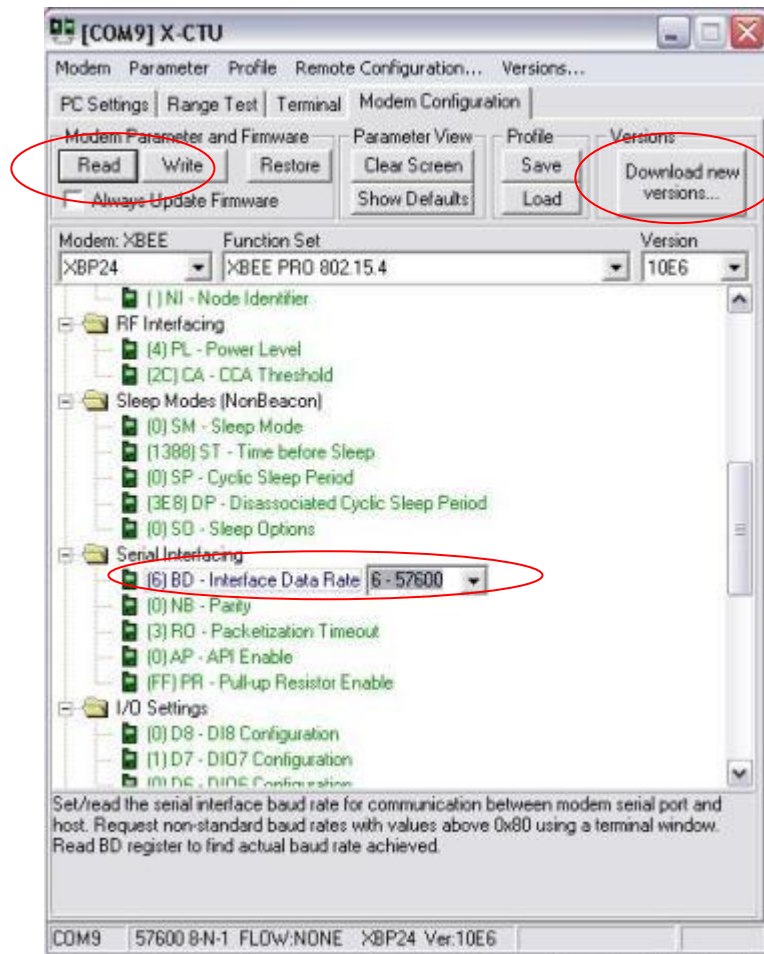
Berikut ini langkah-langkah untuk menyetting xbee, yaitu:

- a. Menghubungkan xbee dengan explorer
- b. Menyetting awal *baud rate* pada 9600 lalu klik *test/query*



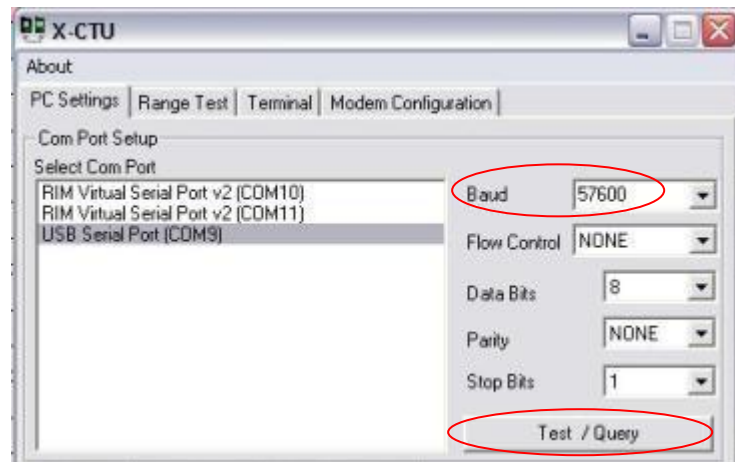
**Gambar A.1** Penyetingan baud rate

- c. Mengklik *Read*, setelah data dari xbee keluar selanjutnya menyeting [6] *BD – Interface Data Rate* menjadi 6-57600. Apabila data xbee tidak keluar, mengklik *download new version* supaya data yang dibutuhkan lengkap.



**Gambar A.2** penyetingan *Interface Data Rate*

- d. Klik 57600 untuk menghubungkan xbee pada *baud rate* yang baru, kemudian klik *test/query*



**Gambar A.3** Penyetingan *baud rate* baru



## **LAMPIRAN B**

### **SOFTWARE DAN PENGETESAN SERVO**

Pengetesan *hardware* platform IMU menggunakan software arduino-1.0.

### **1. Sketch pengetesan *hardware***

File lampiran B → Servo Software → pengetesan\_min\_max

File lampiran B → Servo Software → pengetesan \_resolusi

File lampiran B → Servo Software → pengetesan \_waktudelay

### **2. Sketch Platform**

#### a. Pitch

File lampiran B → Servo Software → TA\_platform\_pitch

#### b. Roll

File lampiran B → Servo Software → TA\_platform\_roll

#### c. Yaw

File lampiran B → Servo Software → TA\_platform\_yaw

#### d. Sumbu Z

File lampiran B → Servo Software → TA\_platform\_Zaxis

## **LAMPIRAN C**

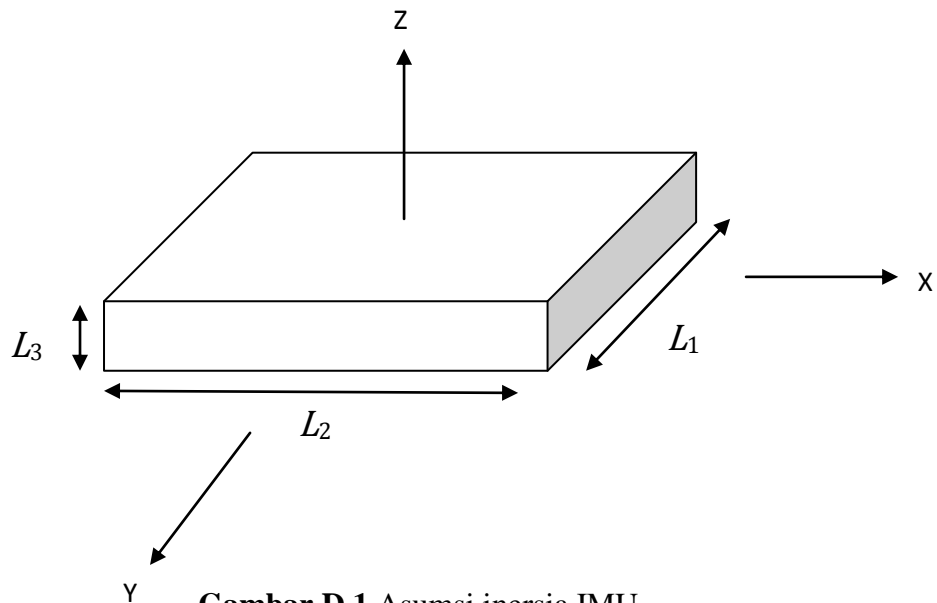
### **GAMBAR TEKNIK PLATFORM**

## **LAMPIRAN D**

### **SIMULINK**

## 1. Inersia IMU

Perhitungan inersia IMU mengasumsikan balok yang ideal dan massa terdistribusi merata pada komponen yang menjadi subjek perhitungan. Sistem sumbu dan penamaan mengikuti kebutuhan pada software simulink seperti pada gambar D.1.



**Gambar D.1** Asumsi inersia IMU

Nilai inersia memiliki rumus untuk masing-masing sumbu, yaitu:

$$I_1 = \frac{1}{12} m(L_2^2 + L_3^2)$$

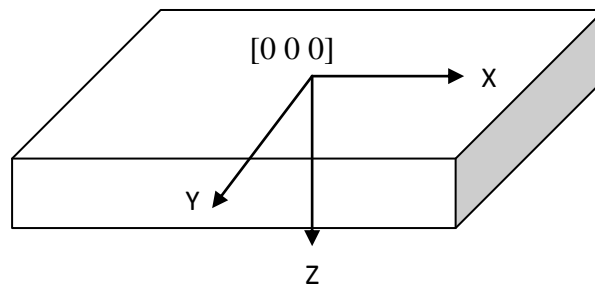
$$I_2 = \frac{1}{12} m(L_1^2 + L_3^2)$$

$$I_3 = \frac{1}{12} m(L_2^2 + L_1^2)$$

**Tabel D.1 perhitungan inersia komponen IMU**

No	Komponen	Berat	L <sub>1</sub> (cm)	L <sub>2</sub> (cm)	L <sub>3</sub> (cm)	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>
1.	Arduino Fio	8 gram	6.5	2.5	0.15	4.18	28.18	32.33
2.	Xbee	2 gram	3.3	2.4	0.2	0.97	1.82	2.78
3.	Baterai	19 gram	3.4	5.2	0.3	42.96	18.45	61.12
4.	Razor 9 DOF	8 gram	5	2.7	0.15	4.88	16.68	21.53
5.	Body	43 gram	7	8	2.5	251.73	197.98	404.92

Untuk inersia akibat jarak digunakan asumsi titik [0 0 0] berada pada titik pusat bidang permukaan atas IMU. Ilustrasikan dapat dilihat pada gambar D.2



**Gambar D.2** Posisi [0 0 0] pada IMU

Nilai inersia akibat jarak memiliki rumus

$$I = mr^2$$

Di mana  $r$  adalah jarak komponen dari titik [0 0 0]. Simbol pada perhitungan tabel D.2. Simbol  $R_1$  adalah jarak komponen pada sumbu X. Simbol  $R_2$  adalah jarak komponen pada sumbu Y. Simbol  $R_3$  adalah jarak komponen pada sumbu Z.

**Tabel D.2 inersia jarak IMU**

No	Komponen	Berat	R <sub>1</sub> (cm)	R <sub>2</sub> (cm)	R <sub>3</sub> (cm)	I <sub>R1</sub>	I <sub>R2</sub>	I <sub>R3</sub>
1.	Arduino Fio	8 gram	1.7	0	0.4	23.12	0	1.28
2.	Xbee	2 gram	1.7	2	0.5	5.78	8	0.5
3.	Baterai	19 gram	0	0	2	0	0	76
4.	Razor 9 DOF	8 gram	1.7	0	0.5	23.12	0	2
5.	Body	43 gram	0	0	1.2	0	0	61.92

Tabel D.3 menunjukkan total inersia IMU.

**Tabel D3 Total inersia IMU**

No	Komponen	X	Z	Y
1.	Arduino Fio	27.30	28.18	33.61
2.	Xbee	6.75	9.82	3.28
3.	Baterai	42.96	18.45	137.12
4.	Razor 9 DOF	28.00	16.68	23.53
5.	Body	251.73	197.98	466.84
6.	Total	356.73	271.11	664.37

2. Platform

Berikut ini nilai dan ketentuan yang digunakan pada simulasi platform pada tugas akhir ini.

**Tabel D.2 input simulasi platform pada simulink**

No	Blok	Komponen Blok	Data			Translated from origin
			Nama	Nilai input	Satuan	
1	Triangle	Triangle	Mass	90	gram	-
			inertia	[356.73 0 0;0 271.11 0;0 0 664.37]	gram.cm <sup>2</sup>	-
			CG	[0 0 0]	cm	world
			CS1	[2.31 0 0]	cm	CG
			CS2	[-1.155 2 0]	cm	CG
			CS3	[-1.155 -2 0]	cm	CG
2	Pitch bar	Pitch bar	mass	4	gram	-
			inertia	[69.12 0 0;0 69.12 0;0 0 0]	gram.cm <sup>2</sup>	-
			CG	[5.515 0 -4.628]	cm	CS1
			CS1	[0 0 0]	cm	Adjoining
			CS2	[11.031 0 -9.256]	cm	CS1
3	Servo 1	Servo 1 arm	mass	3	gram	-
			inertia	[0.5625 0 0;0 0.5625 0;0 0 0]	gram.cm <sup>2</sup>	-
			CG	[0 0 0.75]	cm	CS2
			CS1	[0 0 1.5]	cm	CS2
			CS2	[0 0 0]	cm	Adjoining
5	Servo 1	Ground	Location	[13.341 0 -7.756]	cm	-
6	Servo 1	Machine Environment	Gravity vector	[0 0 9.81]	m/s <sup>2</sup>	-
7	Roll 1 bar	Roll 1 bar	mass	4	gram	-
			inertia	[69.12 0 0;0 69.12 0]	gram.cm <sup>2</sup>	-

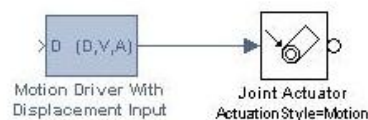
				0;0 0 0]		
			CG	[-2.758 4.777 -4.628]	cm	CS1
			CS1	[0 0 0]	cm	Adjoining
			CS2	[-5.516 9.553 -9.256]	cm	CS1
8	Servo 2	Servo 2 arm	mass	3	gram	-
			inertia	[0.5625 0 0;0 0.5625 0;0 0 0]	gram.cm <sup>2</sup>	-
			CG	[0 0 0.75]	cm	CS2
			CS1	[0 0 1.5]	cm	CS2
			CS2	[0 0 0]	cm	Adjoining
10	Servo 2	Ground	Location	[-6.671 11.553 - 7.756]	cm	-
11	Roll 2 bar	Roll 2 bar	mass	4	gram	-
			inertia	[69.12 0 0;0 69.12 0;0 0 0]	gram.cm <sup>2</sup>	-
			CG	[-2.758 -4.777 - 4.628]	cm	CS1
			CS1	[0 0 0]	cm	Adjoining
			CS2	[-5.516 -9.553 - 9.256]	cm	CS1
12	Servo 3	Servo 3 arm	mass	3	gram	-
			inertia	[0.5625 0 0;0 0.5625 0;0 0 0]	gram.cm <sup>2</sup>	-
			CG	[0 0 0.75]	cm	CS2
			CS1	[0 0 1.5]	cm	CS2
			CS2	[0 0 0]	cm	Adjoining
14	Servo 3	Ground	Location	[-6.671 -11.553 - 7.756]	cm	-

### 3. Blok *Motion Driver*

*Motion Driver* bisa didownload di:

- <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/27589-motion-driver-for-simmechanics>

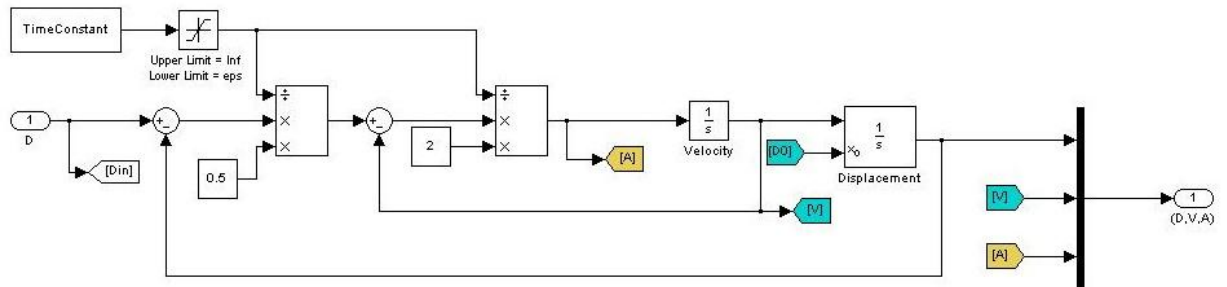
File yang digunakan adalah *Motion Driver With Displacement Input*.



**Gambar D.3** Motion Driver



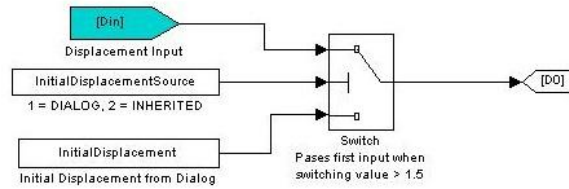
Klik kanan lalu memilih pilihan *look under mask* pada motion driver maka didapatkan



#### Motion Tracker with Velocity and Acceleration

This block represents a motion tracker with displacement, velocity and acceleration outputs. The values of  $K_p$  and  $K_d$  are calculated in the block mask.

Copyright 2009-2010 The MathWorks, Inc.



Initial Condition Calculation - allows an initial condition from the dialog or inherited

**Gambar D.4** Subsystem Motion Driver

# **LAMPIRAN D**

## **BERKAS SIDANG**