

USB TO UART CONVERTER DI LINUX

Henry Hermawan

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya

Jl. Raya Kalirungkut, Gedung TB.2.4, Surabaya 60293

Email : henryhermawan@ubaya.ac.id

ABSTRACT

In PC interfacing, we often used serial port (COM port) as serial communication interface between PC/Laptop and microprocessor- or microcontroller-based minimum system. In contrary, recent PCs and Laptops do not have COM port; it is replaced by USB port that has small-sized connector and flexibility to use. Of course, we can apply USB port as substitution of COM port in PC interfacing. This paper presented implementation of USB to UART Converter on Linux, own-designed hardware using open source design software, as bi-directional serial communication interface between PC/Laptop and, but not limited to, AVR microcontroller system. Main component of this hardware is FT232RL, manufactured by FTDI Limited, that is a controller and adapter from USB protocol to UART protocol, vice versa. For accessing this device on Linux, we will need an open source library, libftdi. This converter can be accessed by PC/Laptop using minicom, an serial communication program, and using own-developed, simple application program that is built using open source library, i.e., libftdi API and wxWidgets API.

Keywords: USB to UART Converter, FT232RL, libftdi, serial communication.

ABSTRAK

Dalam PC interfacing, serial port (COM port) yang menggunakan protokol RS-232 sering digunakan sebagai interface komunikasi seri antara PC/Laptop dengan sistem minimum berbasis mikroprosesor atau mikrokontroler. Akan tetapi, pada PC/Laptop keluaran baru, port tersebut sudah dihilangkan; digantikan oleh USB port yang lebih kecil ukuran konektornya serta lebih fleksibel dalam pemakaiannya. Tentu saja, dengan tidak adanya COM port ini, PC interfacing dapat menggunakan USB port sebagai interface komunikasi seri pengganti. Makalah ini mempresentasikan penggunaan USB to UART Converter yang didesain sendiri menggunakan open source software sebagai interface komunikasi seri dua arah antara PC/Laptop bersistem operasi Linux dengan suatu sistem mikrokontroler, yang mana dalam makalah ini, digunakan sistem mikrokontroler AVR sebagai contoh aplikasi. IC yang digunakan sebagai pengontrol dan adapter dari converter ini adalah FT232RL, keluaran dari FTDI Limited. Untuk dapat mengakses konverter ini pada sistem operasi Linux, dibutuhkan suatu open source library yang telah tersedia, yaitu libftdi. Dalam pengaplikasian sederhana, konverter ini dapat diakses oleh PC/Laptop menggunakan serial communication program, yaitu minicom, dan suatu program aplikasi sederhana yang dibangun menggunakan libftdi API dan wxWidgets API, yang semuanya adalah open source software.

Kata kunci: USB to UART Converter, FT232RL, libftdi, komunikasi serial.

1. PENDAHULUAN

Tidak adanya *serial port* pada Laptop model-model terbaru sering membuat para mahasiswa, dosen, dan *hobbyist* di bidang Teknik Elektro merasa kesulitan ketika ingin mengimplementasikan komunikasi seri dua arah antara Laptop dengan suatu sistem mikrokontroler, baik itu untuk komunikasi data maupun untuk *serial downloader* atau *serial bootloader*. Masalah tersebut juga dialami dua mahasiswa di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya, saat ingin menggunakan *ARM serial bootloader*, yang *software*-nya disediakan secara bebas oleh Philips Semiconductor (sekarang NXP Semiconductor),

untuk *men-download firmware* ke sistem mikrokontroler ARM pada tugas akhirnya [1, 2]. Hal inilah yang mendorong adanya upaya untuk mendesain suatu *ARM serial bootloader* yang menggunakan *USB port*. Dalam pengembangan desain, untuk mengakomodasi kebutuhan akan pengganti *serial port (COM port)*, *ARM serial bootloader* ini berubah menjadi suatu *hardware* yang diberi nama *3-in-1 USB Converter* karena *converter* ini mempunyai tiga fungsi, yaitu: *USB to UART Converter*, *USB to ZigBee Converter*, dan *ARM Serial Bootloader*. IC utama yang digunakan pada *converter* ini adalah FT232RL, suatu *USB to Serial UART Interface IC* keluaran dari Future Technology Devices International (FTDI) Limited

[3]. IC ini cukup untuk mengakomodasi kebutuhan akan *USB to UART converter* dengan pemakaian yang relatif mudah dan harga yang relatif tidak mahal. FTDI Limited juga menyediakan *multi-platform driver* dan *library* yang merupakan *free software* sehingga IC ini dapat diakses oleh PC/Laptop dengan sistem operasi Linux, Windows, atau Mac OS. Khusus untuk sistem operasi Linux, telah tersedia suatu *open source driver* dan *library*, yaitu *libftdi*, berlisensi *GNU Library General Public License (LGPL)* versi 2, yang dikembangkan oleh Intra2net AG [4].

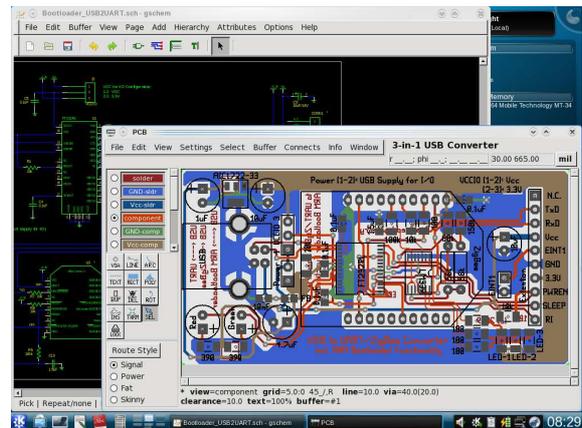
Makalah ini hanya akan membahas *3-in-1 USB Converter* yang difungsikan sebagai *USB to UART Converter* untuk komunikasi seri dua arah, diakses oleh Laptop menggunakan *minicom*, suatu *serial communication program* yang telah tersedia pada sebagian besar distribusi Linux. Selain menggunakan *minicom*, pengaksesan *hardware* ini juga menggunakan suatu program aplikasi yang dikembangkan sendiri dengan *library libftdi* [5] untuk mengakses *USB to UART Converter* dan *wxWidgets* [6] untuk mendesain *Graphical User Interface (GUI)* dari program tersebut. Di samping topik pembahasan tersebut, makalah ini juga menunjukkan penggunaan *open source software* mulai dari tahap desain *hardware* sampai dengan pengembangan aplikasi sederhana.

2. PEMBAHASAN

2.1 Hardware 3-in-1 USB Converter

Hardware 3-in-1 USB Converter didesain dengan petunjuk desain dari FTDI Limited [7] untuk IC utamanya. Jumper digunakan untuk mengubah konfigurasi hardware seperti bus-powered atau self-powered I/O port, pemilihan tegangan +5V atau +3.3V untuk tegangan supply I/O port, serta pengaktifan ARM serial bootloader. Open source software *gEDA* [8] dan *pcb* [9] digunakan untuk menggambar skema rangkaian [12] dan artwork PCB seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 2 dan 3 menunjukkan hasil akhir dari hardware 3-in-1 USB Converter dari sisi *component side* dan *solder side*, sedangkan Gambar 4 memperlihatkan hardware ini jika difungsikan sebagai *USB to ZigBee Converter*.



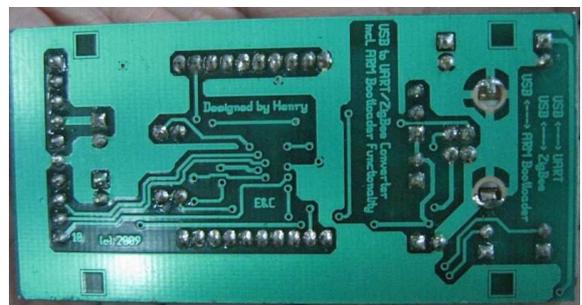
Gambar 1. Tampilan gEDA dan pcb untuk membuat 3-in-1 USB Converter

2.2 Instalasi Library libftdi

Untuk dapat mengakses IC FT232RL yang terpasang pada 3-in-1 USB Converter, dibutuhkan suatu library, yaitu *libftdi*. *Dependency* dari library ini adalah *libusb*, yang biasanya telah menjadi library bawaan pada sebagian besar distribusi Linux.



Gambar 2. Hardware 3-in-1 USB Converter



Gambar 3. Solder side dari 3-in-1 USB Converter



Gambar 4. USB to ZigBee Converter

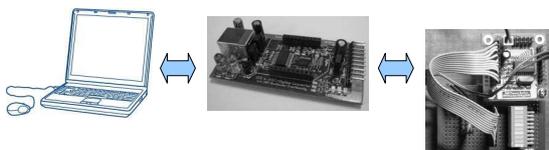
Cara instalasi libftdi dengan mengkompilasi *source* terlebih dahulu ternyata sangat mudah. Setelah didekompresi ke suatu direktori dan direktori tersebut telah menjadi *working directory* pada terminal atau *console*, selanjutnya adalah:

```
$ cmake .
$ make
# make install
```

Jika tidak *error* maka libftdi sudah terinstalasi pada PC/Laptop. Dokumentasi API dari libftdi dapat diakses secara *online* dari situs Intra2net AG [5].

3. PENGGUNAAN USB TO UART CONVERTER DI LINUX

Setelah hardware siap dan libftdi telah terinstalasi, dilakukan aktivitas/aplikasi sederhana untuk menggunakan *hardware* ini dengan cara menghubungkan sistem mikrokontroler AVR yang dilengkapi dengan 8 buah LED yang telah dibuat sebelumnya [10] dengan Laptop menggunakan 3-in-1 USB Converter yang difungsikan sebagai USB to UART Converter. Gambar 5 menunjukkan diagram blok dari aktivitas ini. Komunikasi seri yang terjadi adalah komunikasi seri dua arah.



Gambar 5. Diagram blok pengaplikasian USB to UART Converter

Pada saat hardware 3-in-1 USB Converter dihubungkan ke USB port dari Laptop, sistem akan mendeteksi *hardware* tersebut seperti yang terlihat pada Gambar 6 saat system log ditampilkan menggunakan *dmesg*. Dari log ini, diketahui bahwa hardware ini dapat diakses pada `/dev/ttyUSB0` dengan `usbserial_generic` driver dan `ftdi_sio` driver.

```
usb 3-1: new full speed USB device using uhci_hcd and address 2
usb 3-1: New USB device found, idVendor=0403, idProduct=6001
usb 3-1: New USB device strings: Mfr=1, Product=2, SerialNumber=3
usb 3-1: Product: USB <-> UART/ZigBee
usb 3-1: Manufacturer: FTDI
usb 3-1: SerialNumber: FTS0RQVU
usb 3-1: configuration #1 chosen from 1 choice
usbcore: registered new interface driver usbserial
USB Serial support registered for generic
usbcore: registered new interface driver usbserial_generic
usbserial: USB Serial Driver core
USB Serial support registered for FTDI USB Serial Device
ftdi_sio 3-1:1.0: FTDI USB Serial Device converter detected
usb 3-1: Detected FT232RL
usb 3-1: FTDI USB Serial Device converter now attached to ttyUSB0
usbcore: registered new interface driver ftdi_sio
ftdi_sio: v1.4.3:USB FTDI Serial Converters Driver
```

Gambar 6. System log saat 3-in-1 USB Converter dihubungkan ke Laptop

Algoritma 1. Komunikasi seri dua arah

```
Ensure: baudrate = 9600bps
      Bi-directional serial comm
1: CALL Init Port
2: CALL Init UART
3: SET default 8-LED config
3: FOR infinite loop
4:   WAIT until receiving data
5:   sending echo
6:   SET 8-LED config based on received
   data
7: ENDFOR
```

Algoritma *firmware* dari sistem mikrokontroler AVR yang direpresentasikan dalam bentuk *pseudocode* dapat dilihat pada Algoritma 1. Yang harus dipastikan adalah *baudrate* yang digunakan, yaitu 9600 bps dan pada saat inisialisasi UART, *transmitter* dan *receiver* dari mikrokontroler AVR harus diaktifkan supaya terjadi komunikasi seri dua arah; saat mikrokontroler AVR menerima data melalui UART, selanjutnya mikrokontroler AVR akan mengirimkan data tersebut kembali (*echo*) ke pengirim (dalam hal ini adalah Laptop) sebagai *acknowledgment*. Proses ini dilakukan terus sampai sistem di *turn off*.

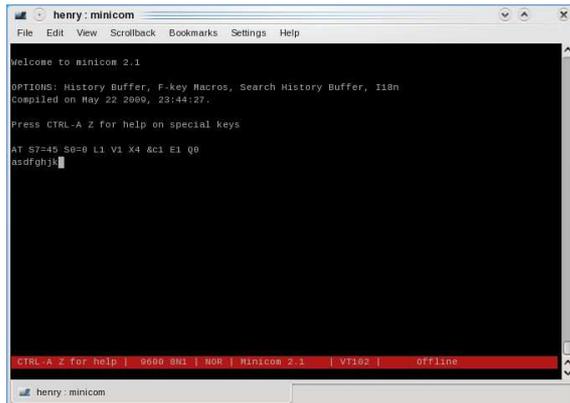
```
A - Serial Device      : /dev/ttyUSB0
B - Lockfile Location  : /var/lock
C - Callin Program    :
D - Callout Program   :
E - Bps/Par/Bits      : 9600 8N1
F - Hardware Flow Control : No
G - Software Flow Control : No

Change which setting? █
```

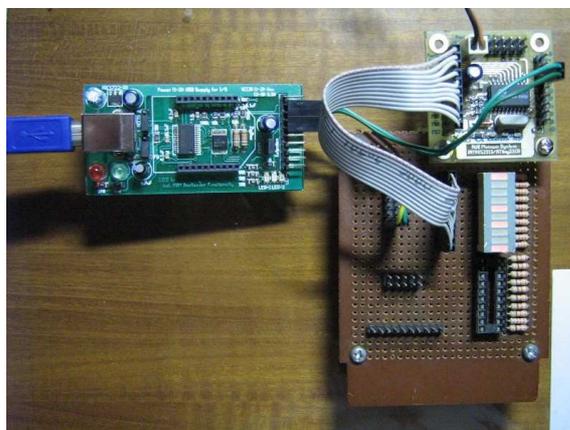
Gambar 7. Konfigurasi minicom

Pengaplikasian ini dilakukan dengan 2 cara, yaitu: menggunakan *minicom* dan membuat program aplikasi sederhana yang menggunakan *libftdi* API [5]. *Minicom* adalah suatu program khusus untuk komunikasi seri melalui *serial port*. Untuk aplikasi ini, *minicom* perlu dikonfigurasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Untuk dapat mengkonfigurasi *minicom*, program ini harus dipanggil menggunakan instruksi `minicom -s` melalui terminal/*console*. Setelah dikonfigurasi, *minicom* akan menginisialisasi *USB to UART*

Converter sesuai dengan data konfigurasi tersebut sehingga hardware ini siap digunakan untuk komunikasi dua arah. Misalnya, ketika pada keyboard ditekan angka 1, maka pada 8 buah LED akan terlihat beberapa LED akan padam atau menyala sehingga secara logika akan terlihat seperti kombinasi 00110001 biner atau 31h. Angka ini adalah kode ASCII dari karakter angka 1. Echo yang dikirimkan oleh mikrokontroler AVR akan terlihat pada terminal minicom. Cuplikan foto dari hasil aplikasi ini dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



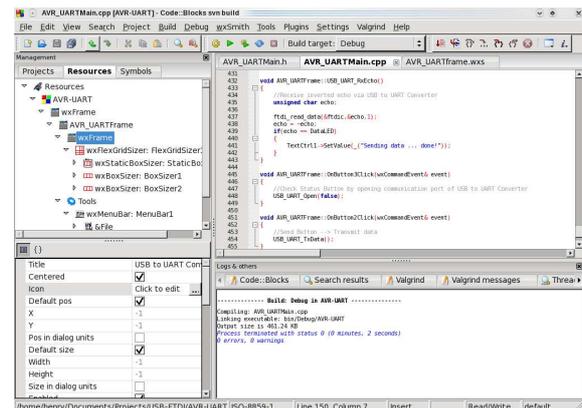
Gambar 8. Terminal minicom saat pengaplikasian USB to UART Converter



Gambar 9. USB to UART Converter dan sistem mikrokontroler AVR yang menjadi target

Aplikasi selanjutnya menggunakan suatu program sederhana yang dibangun menggunakan library libftdi [5] untuk komunikasi seri dan wxWidgets [6] untuk GUI interface. Lingkungan pemrograman visual terintegrasi (IDE) yang digunakan adalah Code::Blocks [11] dengan plugin wxSmith. Gambar 10 menunjukkan tampilan Code::Blocks saat digunakan untuk membuat program sederhana ini. Hasil akhir dari program sederhana ini seperti yang diperlihatkan Gambar 11. Jika tombol "Send" diklik, maka data dalam biner yang ditunjukkan oleh check box akan dikirimkan ke mikrokontroler AVR

melalui USB to UART Converter dan akan mengubah konfigurasi nyala-padam-nya kedelapan LED yang terhubung pada mikrokontroler AVR; misalnya, pada Gambar 11, terlihat bahwa kombinasi check box tersebut menunjukkan data 10101010 biner atau AAh, maka, saat tombol "Send" diklik, data tersebut akan terkirim ke mikrokontroler AVR dan 8 buah LED akan nyala-padam sesuai dengan data tersebut.



Gambar 10. Code::Blocks IDE

Dari kedua cara tersebut, data yang dikirim oleh Laptop melalui USB to UART Converter ke mikrokontroler AVR dapat ditampilkan oleh 8 buah LED yang terhubung pada mikrokontroler AVR.



Gambar 11. Program sederhana yang dibuat menggunakan Code::Blocks IDE

4. KESIMPULAN

Dari apa yang telah dibahas pada makalah ini, dapat disimpulkan bahwa hardware 3-in-1 USB Converter yang didesain sendiri menggunakan open source software dan yang difungsikan sebagai USB to UART Converter, ternyata dapat diaplikasikan secara sederhana, dan untuk selanjutnya, perlu diujicobakan pada aplikasi yang lebih kompleks. Dan, sebagai tambahan, berdasarkan paparan pada makalah ini, open source software sudah dapat diandalkan untuk mengembangkan aplikasi dalam bidang Teknik Elektro, baik itu dalam bentuk hardware maupun software.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sanjaya, H., 2009, "Akses Color LCD Graphic Pada Portable PDF Reader Berbasis Sistem Embedded ARM", Tugas Akhir di Jurusan Teknik Elektro, Universitas Surabaya.
- [2] Jauwmiento, T., 2009, "Akses Memory Flash dan SD Card Pada Portable PDF Reader Berbasis Sistem Embedded ARM", Tugas Akhir di Jurusan Teknik Elektro, Universitas Surabaya.
- [3] FTDI Website, <http://www.ftdichip.com>, diakses pada tanggal 7 Oktober 2009.
- [4] libftdi Developer, Intra2net AG, <http://www.intra2net.com/en/developer/libftdi>, diakses pada tanggal 7 Oktober 2009.
- [5] libftdi API Documentation, Intra2net AG, 2009, <http://www.intra2net.com/en/developer/libftdi/documentation>, diakses pada tanggal 7 Oktober 2009.
- [6] wxWidgets - Cross-platform GUI Library, <http://www.wxwidgets.org>, diakses pada tanggal 7 Oktober 2009.
- [7] ---, 2009, FT232RL Datasheet, FTDI Limited, http://www.ftdichip.com/Documents/DataSheets/DS_FT232R_V204.pdf, diakses pada tanggal 7 Oktober 2009.
- [8] gEDA Project, <http://www.gpleda.org>, diakses pada tanggal 20 September 2009.
- [9] Printed Circuit Board Editor, <http://pcb.gpleda.org>, diakses pada tanggal 20 September 2009
- [10] Hermawan, H., 2009, "Open Source Development Tools Untuk Mikrokontroler AVR Pada Sistem Operasi Linux", Proceeding dari Seminar Nasional Open Source Software (OSS) III, Bandung.
- [11] Code::Blocks Official Wiki Website, <http://wiki.codeblocks.org>, diakses pada tanggal 7 Oktober 2009.
- [12] Hermawan, H., 2009, "3-in-1 USB Converter", http://henryhermawan.blogspot.com/2009_10_0

1_archive.html#2054386952123309928, diakses pada tanggal 28 Oktober 2009. Berita Acara Presentasi

PERTANYAAN

Penanya: P. Husnul Khotimah

Pertanyaan: Dalam penggunaan OS Software untuk pengembangan aplikasi elektronika, apakah dilakukan pengembangan library sendiri? Jika iya apa saja yang dilakukan/diperlukan untuk pengembangan library tersebut?

Jawaban: Tidak, library yang digunakan adalah library yang tersedia di internet atau yang disediakan oleh vendor/IC manufacturer.

Penanya: Iwan M. Erwin

Pertanyaan:

1. Disebutkan converter menggunakan IC FT232RI, apa bedanya dengan MAX232?
2. Apa bisa digunakan untuk baudrate dibawah 4800 kbps?
3. Xbee yang digunakan apa harus diprogram atau tinggal pakai?

Jawaban :

1. Kalau FT232 RI keluarannya level TTL, sedangkan MAX232 keluarannya level RS232.
2. Untuk baudrate dibawah 4800 belum dicoba.
3. Xbee ada 2 model, yang dapat diprogram dan yang tinggal pakai. Yang digunakan disini yang tinggal pakai, karena koneksinya peer to peer.