

Hibah pengabdian bagi Penerapan Teknologi

Perjanjian No: III/LPPM/2015-02/6-PM

**IMPLEMENTASI JAM TERSINKRONISASI DENGAN  
MENGUNAKAN ARDUINO DAN PROTOKOL RS-485**



**Disusun Oleh:  
Chandra Wijaya, MT.  
Pascal Alfadian, M.Comp.**

**Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat  
Universitas Katolik Parahyangan  
2015**

## Daftar Isi

Abstrak	1
I. Pendahuluan	3
II. Permasalahan Mitra	5
III. Metodologi dan Mekanisme Difusi	7
IV. Hasil dan Pembahasan	14
V. Kesimpulan dan Saran	17
Daftar Pustaka	18

## **Abstrak**

Standar waktu di lingkungan FTIS pada saat ini masih belum menggunakan standar baku yang dapat diterima oleh seluruh warga FTIS. Terkadang perbedaan jam dapat membuat masalah yang cukup rumit. Salah satu contohnya adalah pada saat ujian, baik itu UTS atau UAS. Dosen diwajibkan membuka ruangan ujian pada saat 20 menit sebelum ujian dimulai. Jam yang digunakan oleh dosen dan staf TU kadang tidak sama sehingga membuat dosen terlalu cepat membuka atau bahkan terlambat untuk mengambil arsip soal di TU. Masalah lain adalah perbedaan jam antara mahasiswa dan ruang ujian, sehingga peserta ujian protes bahwa ruang ujian telah ditutup sebelum jam yang seharusnya.

Dengan perkembangan teknologi di bidang hardware dan software, pembuatan jam digital tersinkronisasi dianggap dapat membantu memecahkan permasalahan yang terjadi di lingkungan FTIS. Dengan adanya standar jam baku yang digunakan, mahasiswa, dosen dan warga FTIS yang lain tidak akan mengalami kebingungan saat terjadi masalah yang berkaitan dengan waktu. Standar waktu yang digunakan adalah standar waktu Greenwich Mean Time (GMT) +7, yang didapatkan langsung dari internet. Jam digital yang menunjukkan waktu di lingkungan FTIS pun akan secara otomatis menyesuaikan standar waktu GMT.

## **BAB I**

### **Pendahuluan**

Fakultas Teknologi Informasi dan Sains berdiri sejak tahun 1993, dan telah menghasilkan lulusan sesuai dengan kompetensi masing-masing program studi. Pada awalnya, Fakultas ini dikenal dengan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA). Setiap tahun, sekitar 150 mahasiswa baru bergabung ke dalam fakultas ini. Mahasiswa yang tergabung ke FTIS, berasal dari berbagai macam suku dan budaya. Sehingga, untuk dapat mendidik mahasiswa menjadi pribadi yang disiplin terutama dalam hal waktu, harus dimulai sejak dini. Cara untuk mendidik kedisiplinan pada mahasiswa adalah dengan mendisiplinkan mahasiswa pada saat memulai kuliah, pengumpulan tugas, atau pada saat ujian.

Kuliah yang paling awal di lingkungan FTIS dimulai setiap hari Senin sampai Jumat pada pukul 07.00, dan paling sore adalah pukul 17.00. Pada kenyataannya, mahasiswa seringkali terlambat untuk masuk ke dalam kelas/praktikum. Alasan yang paling sering digunakan adalah “jam di kos/rumah saya masih belum menunjukkan telat”. Walaupun sudah beberapa kali mahasiswa diberi penjelasan bahwa jam yang digunakan adalah jam yang ada di ruangan kelas, tetap saja ada ketidakcocokan jam pada setiap ruang kelas. Hal ini dikarenakan jam yang digunakan di kelas adalah jam analog (bukan jam digital), sehingga jam akan berjalan sesuai dengan kekuatan/kapasitas baterai. Bila baterai sudah agak soak, jam akan bergerak lebih lambat. Sehingga menyebabkan jam di ruangan tertentu, bisa berbeda dengan ruangan yang lainnya.

Kegiatan ini dilakukan untuk meminimumkan terjadinya masalah yang diakibatkan oleh perbedaan waktu yang digunakan di lingkungan FTIS. Untuk penunjuk waktu, yang akan digunakan adalah jam digital, dimana waktu acuan yang digunakan akan berasal dari sebuah server terpusat dan menggunakan koneksi internet untuk mendapatkan informasi waktu tersebut. Network Time Protocol akan digunakan oleh alat yang dirancang, untuk mendapatkan informasi mengenai waktu tersebut. Dengan waktu acuan standar tersebut, maka perbedaan waktu yang digunakan tidak dapat menjadi alasan bila mahasiswa/karyawan UNPAR mengalami keterlambatan.

Dari penjabaran diatas, maka tujuan dari program yang kami lakukan adalah:

- Mengganti penggunaan jam dinding analog dengan jam digital
- Merangkai jam digital di beberapa lokasi di sekitar FTIS
- Membuat rangkaian arduino dengan jam digital
- Membuat program yang dapat mendapatkan informasi waktu pada server *Network Time Protocol* dengan menggunakan internet melalui Network Time Protocol
- Membuat program, sehingga arduino dapat melakukan sinkronisasi dengan arduino lainnya, agar seluruh jam digital menunjukkan jam yang sama

## BAB II

### Kelayakan Teknis

Sebelum melakukan kegiatan, kami melakukan analisis terhadap situasi di sekitar lingkungan FTIS. Situasi ini kami dapatkan dengan mengamati kegiatan akademik, baik itu pada masa perkuliahan maupun pada masa ujian. Setelah kami melakukan pengamatan, kami mendapati fakta bahwa:

- Waktu yang digunakan di lingkungan FTIS, mengacu pada jam yang digunakan di tata usaha FTIS (lebih lambat kurang lebih 5 menit dari waktu GMT)
- Seluruh jam yang digunakan di lingkungan FTIS, di set secara manual oleh pekerya FTIS pada saat satu minggu sebelum masa ujian
- Jam analog mudah rusak. Sekitar 2 - 3 kali penggantian baterai, jam analog harus diganti dengan jam yang baru karena waktu yang ditunjukkan menjadi tidak tepat (lebih lambat dari waktu yang seharusnya)
- Terdapat perbedaan waktu yang ditunjukkan oleh jam dinding di setiap ruangan, baik itu ruang kuliah maupun ruang praktikum.
- Terdapat 8 ruang kuliah dan 8 ruang praktikum yang digunakan dalam kegiatan akademik di lingkungan FTIS

Berdasarkan fakta-fakta tersebut, kami menyimpulkan bahwa penggunaan jam digital akan dapat menyelesaikan permasalahan penggantian jam dinding analog yang cukup sering dilakukan. Ini tentunya akan dapat menghemat pengeluaran fakultas untuk pembelian jam dinding yang baru. Dengan banyaknya ruangan kelas dan lab yang digunakan, tentunya akan lebih memudahkan pekerya bila keseluruhan jam yang terletak diruangan dapat menyesuaikan jam secara otomatis tanpa campur tangan petugas.

Selain itu, untuk standar waktu yang akan digunakan adalah standar waktu *Greenwich Mean Time +7* (GMT). Standar waktu tersebut akan diterima dengan menggunakan protocol Network Time Protocol, sehingga tidak perlu diset secara manual oleh petugas. Dan jam digital akan langsung menunjukkan waktu yang didapatkan. Hal ini

akan memperkecil kemungkinan kesalahan input waktu pada jam baik itu oleh petugas, maupun perbedaan waktu yang ditunjukkan oleh setiap jam.

## BAB III

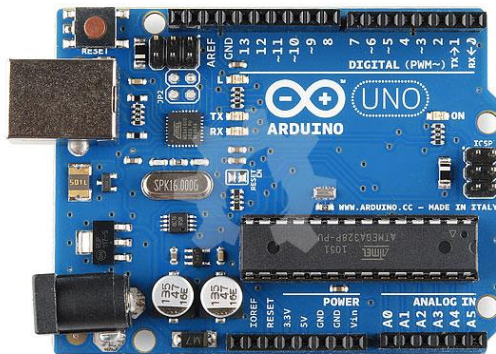
### Metodologi dan Mekanisme Difusi

Berdasarkan analisis yang telah kami jabarkan di atas, kami akan merangkai jam digital yang dapat mendapatkan waktu secara otomatis yang mengacu ke Greenwich Mean Time. Jam digital tersebut akan diatur oleh arduino, dan akan terhubung dengan server *Network Time Protocol* melalui jalur internet. Sehingga Arduino akan dapat menyetel waktu jam digital secara otomatis. Perbedaan waktu antar jam akan dapat diminimalisasikan dengan adanya fitur sinkronisasi tersebut.

Berikut ini akan kami bahas mengenai dasar-dasar yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan ini:

#### III.1 Arduino

Arduino adalah sebuah platform open source yang digunakan untuk membuat proyek-proyek elektronika. Arduino terdiri dari dua bagian utama yaitu sebuah papan sirkuit fisik (sering disebut juga dengan mikrokontroler) dan sebuah perangkat lunak atau IDE (Integrated Development Environment) yang berjalan pada komputer. Perangkat lunak ini sering disebut Arduino IDE yang digunakan untuk menulis dan meng-upload kode dari komputer ke papan fisik (hardware) Arduino. Ketika membicarakan Arduino maka ada dua hal yang terlintas dalam pikiran para penggunanya, yaitu hardware dan software. Dua bagian ini adalah satu kesatuan utuh yang tidak bisa di pisahkan. Gambar papan sirkuit arduino dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Papan fisik Arduino Uno



Sedangkan untuk Arduino IDE, atau editor yang digunakan untuk memasukkan program ke dalam papan sirkuit fisik arduino, dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



gambar 2. Arduino IDE

Platform Arduino sekarang ini menjadi sangat populer dengan penambahan jumlah pengguna baru yang terus meningkat. Hal ini karena kemudahannya dalam penggunaan dan penulisan kode. Tidak seperti kebanyakan papan sirkuit pemrograman sebelumnya, Arduino tidak lagi membutuhkan perangkat keras terpisah (disebut programmer atau downloader) untuk memuat atau meng-upload kode baru ke dalam mikrokontroler. Cukup dengan menggunakan kabel USB untuk mulai menggunakan Arduino.

Selain itu, Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman **C++** dengan versi yang telah disederhanakan, sehingga lebih mudah dalam mempelajari bahasa pemrograman tersebut. Arduino akhirnya berhasil menjadi papan sirkuit pemrograman paling disukai hingga menjadikannya sebagai bentuk standar dari fungsi mikrokontroler dengan paket yang mudah untuk diakses.

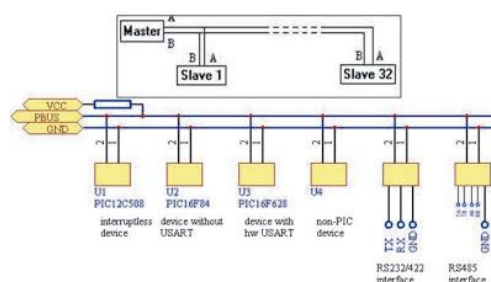
Kelebihan arduino dibandingkan dengan kompetitornya adalah:

1. harga yang murah
2. sederhana dan mudah dalam memprogram
3. perangkat lunaknya open source
4. perangkat kerasnya open source
5. tidak perlu chip programmer
6. komunikasi melalui port usb/serial (RS-232)
7. dukungan terhadap berbagai macam sensor dan shield yang memudahkan untuk pengembangan berbagai proyek elektronika

### III.2 Protokol Komunikasi RS-485

RS485 adalah teknik komunikasi data serial yang dikembangkan di tahun 1983 dimana dengan teknik ini, komunikasi data dapat dilakukan pada jarak yang cukup jauh yaitu 1,2 Km. Berbeda dengan komunikasi serial RS232 yang mampu berhubungan secara *one to one*, maka komunikasi RS485 selain dapat digunakan untuk komunikasi *multidrop* yaitu berhubungan secara *one to many* dengan jarak yang jauh teknik ini juga dapat digunakan untuk menghubungkan 32 unit beban sekaligus hanya dengan menggunakan dua buah kabel saja tanpa memerlukan referensi ground yang sama antara unit yang satu dengan unit lainnya.

Sistem komunikasi dengan menggunakan RS485 ini dapat digunakan untuk komunikasi data antara 32 unit peralatan elektronik hanya dalam dua kabel saja. Selain itu, jarak komunikasi dapat mencapai 1,6 km dengan digunakannya kabel AWG-24 twisted pair.



Gambar 3. Diagram Komunikasi RS-485

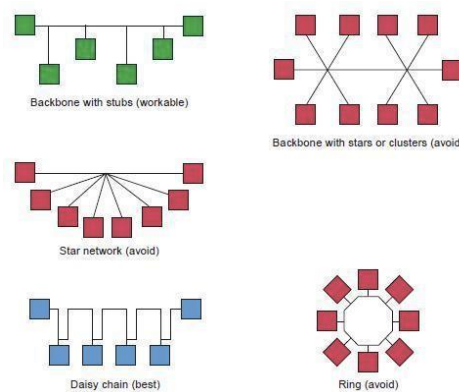
Bus RS485 adalah mode transmisi *balanced differential*. Bus ini hanya mempunyai dua sinyal, A dan B dengan perbedaan tegangan antara keduanya. Karena *line A* sebagai *referensi* terhadap B maka sinyal akan *high* bila mendapat input *low* demikian pula

sebaliknya. Pada komunikasi RS485, semua peralatan elektronik berada pada posisi penerima hingga salah satu memerlukan untuk mengirimkan data, maka peralatan tersebut akan berpindah ke mode pengirim, mengirimkan data dan kembali ke mode penerima. Setiap kali peralatan elektronik tersebut hendak mengirimkan data, maka terlebih dahulu harus diperiksa, apakah jalur yang akan digunakan sebagai media pengiriman data tersebut tidak sibuk. Apabila jalur masih sibuk, maka peralatan tersebut harus menunggu hingga jalur sepi.

Agar data yang dikirimkan hanya sampai ke peralatan elektronik yang dituju, misalkan ke salah satu Slave, maka terlebih dahulu pengiriman tersebut diawali dengan Slave ID dan dilanjutkan dengan data yang dikirimkan. Peralatan elektronik yang lain akan menerima data tersebut, namun bila data yang diterima tidak mempunyai ID yang sama dengan Slave ID yang dikirimkan, maka peralatan tersebut harus menolak atau mengabaikan data tersebut. Namun bila Slave ID yang dikirimkan sesuai dengan ID dari peralatan elektronik yang menerima, maka data selanjutnya akan diambil untuk diproses lebih lanjut.

### Topologi RS-485

Protokol komunikasi RS-485 dapat digunakan untuk berbagai macam topologi, seperti yang dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Diagram Komunikasi RS-485

### III.3 Network Time Protocol

Network Time Protocol (NTP) merupakan sebuah mekanisme atau protokol yang digunakan untuk melakukan sinkronisasi terhadap penunjuk waktu dalam sebuah sistem komputer dan jaringan. Proses sinkronisasi ini dilakukan di dalam jalur

komunikasi data yang biasanya menggunakan protokol komunikasi TCP/IP. Sehingga proses ini sendiri dapat dilihat sebagai proses komunikasi data biasa yang hanya melakukan pertukaran paket-paket data saja.

NTP menggunakan port komunikasi UDP nomor 123. Protokol ini memang didesain untuk dapat bekerja dengan baik meskipun media komunikasinya bervariasi, mulai dari yang waktu latensinya tinggi hingga yang rendah, mulai dari media kabel sampai dengan media udara. Protokol ini memungkinkan perangkat-perangkat komputer untuk tetap dapat melakukan sinkronisasi waktu dengan sangat tepat dalam berbagai media tersebut. Biasanya dalam sebuah jaringan, beberapa node dilengkapi dengan fasilitas NTP dengan tujuan untuk membentuk sebuah subnet sinkronisasi. Node-node tersebut kemudian akan saling berkomunikasi dan ber sinkronisasi menyamakan waktu yang direkam mereka. Meskipun ada beberapa node yang akan menjadi master (primary server), protokol NTP tidak membutuhkan mekanisme pemilihan tersebut.

### **Prinsip Kerja NTP**

NTP bekerja dengan menggunakan algoritma Marzullo dengan menggunakan referensi skala waktu UTC. Sebuah jaringan NTP biasanya mendapatkan perhitungan waktunya dari sumber waktu yang terpercaya seperti misalnya radio clock atau atomic clock yang terhubung dengan sebuah time server. Komputer ini disebut juga stratum 1. Kemudian jaringan NTP ini akan mendistribusikan perhitungan waktu akurat ini ke dalam jaringan lain dengan protokol NTP yang disebut stratum 2. Komputer dalam jaringan tersebut dapat menyinkronkan jaringan lain yang disebut stratum 3, dan seterusnya sampai stratum 16.

Sebuah NTP client akan melakukan sinkronisasi dengan NTP server dalam sebuah interval pooling yang biasanya berkisar antara 64 sampai 1024 detik. Namun, waktu sinkronisasi ini bisa berubah secara dramatis bergantung kepada kondisi dan keadaan jaringan yang akan digunakannya. NTP menggunakan sistem hirarki dalam bekerja dan melakukan sinkronisasinya. Sistem hirarki ini menggunakan istilah Clock stratum atau strata untuk menggambarkan tingkatan-tingkatannya seperti yang

sudah dijelaskan di atas. Sebuah perangkat NTP akan secara otomatis memilih perangkat dengan nilai stratum yang paling kecil untuk mendapatkan update pencatatan waktunya. Dengan demikian, maka tidak perlu melakukan mekanisme pemilihan rumit untuk mendapatkan tree dari NTP yang teratur dalam sebuah jaringan besar. Protokol NTP tetap bekerja dengan baik dalam melakukan sinkronisasi antara client dengan server-nya, meskipun melewati berbagai media. Tampaknya NTP tidak membedakan media cepat, media lambat, media padat, media kosong, dan sebagainya.

Kelebihan NTP ini didapat dari sistem estimasinya yang hebat yang mengandalkan tiga buah variabel kunci yang didapat dari hubungan antara client dan servernya.

Ketiga variabel tersebut adalah:

i. Network delay.

Sebagai variabel yang didapat dari lamanya delay yang terjadi dalam media penghubungnya. Variabel ini merupakan kunci terpenting dalam mendapatkan sinkronisasi yang akurat.

ii. Time packets exchange dispersion.

Dispersi atau penyebaran terhadap paket-paket sinkronisasi waktu digunakan untuk mengukur kesalahan maksimum dari perhitungan waktu antara kedua node yang berkomunikasi.

iii. Clock offset:

Kerugian waktu ini merupakan variabel yang digunakan untuk melakukan koreksi terhadap pencatatan waktu yang ada di client. Koreksi inilah yang akan dibawa dalam sinkronisasi antarkedua perangkat.

NTP memiliki kemampuan untuk menghindari proses sinkronisasi dengan sebuah mesin yang dianggapnya tidak akan bisa akurat. Kemampuan tersebut didasari oleh dua parameter penentu:

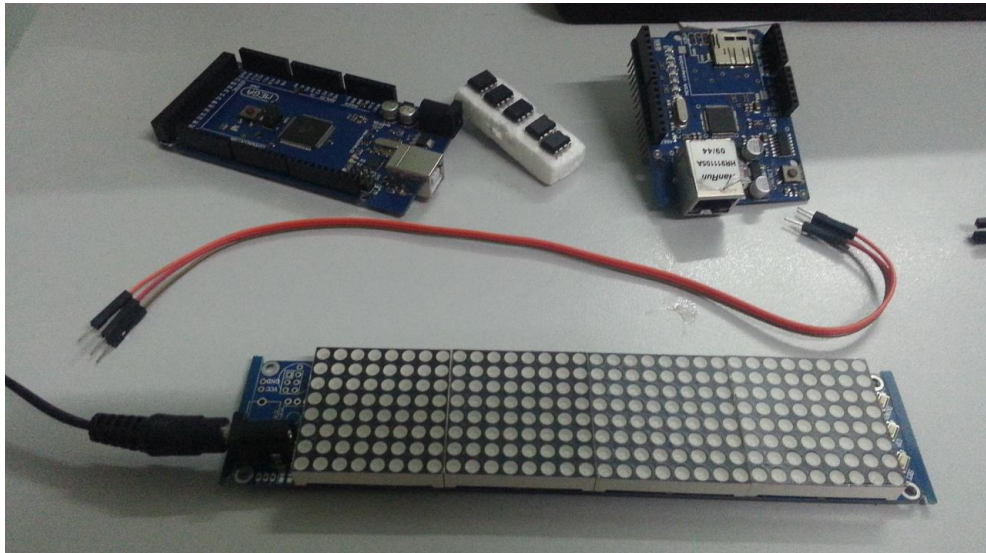
- i. Perangkat NTP tidak akan melakukan sinkronisasi dengan sebuah mesin yang tidak melakukan sinkronisasi waktu dirinya sendiri dengan perangkat manapun. Karena dengan fakta tersebut, ada kemungkinan waktu yang dimilikinya tidak akurat.

- ii. NTP akan melakukan proses komparasi terhadap beberapa perhitungan waktu dari beberapa server. Sebuah perangkat NTP yang memiliki pencatatan waktu yang paling berbeda dengan yang lainnya pasti akan dihindari oleh perangkat-perangkat lainnya, meskipun nilai stratumnya paling rendah daripada mesin yang lain.

## BAB IV

### Hasil dan Pembahasan

Berikut ini adalah foto dari kegiatan perakitan dan pemasangan jam digital.



Gambar 5. Modul-modul yang akan dirangkai untuk membuat Jam Digital

Pada gambar 5, ditunjukkan modul-modul yang akan dirangkai untuk membuat jam digital. Terlihat pada gambar ada papan sirkuit arduino (kiri atas), modul RS-485 (tengah atas), modul ethernet (kanan atas), kabel jumper (tengah), modul led untuk menampilkan jam (bawah). Seluruh modul tersebut akan dirangkai satu sama lain, dan akan dipasang di beberapa tempat di sekitar FTIS.



Gambar 6. Jam Digital yang dipasang di Lantai 1 Gedung 9



Gambar 7. Jam Digital yang dipasang di Lantai SB Gedung 9 (Lab Komputasi)



Gambar 8. Jam Digital yang dipasang di Lantai 3 Gedung 10



Pada gambar 6, 7 dan 8 adalah gambar hasil pemasangan jam digital di sekitar FTIS. Gambar 6 berada di Lantai 1 Gedung 9, Gambar 7 berada di lantai SB Gedung 9 (Lab Komputasi), dan Gambar 8 berada di Lantai 3 Gedung 10. Seluruh jam dapat menunjukkan waktu dengan jelas bagi seluruh warga FTIS maupun umum yang ingin melihat waktu pada saat ini.

Seluruh jam digital yang dipasang di sekitar FTIS terhubung dengan UPS sehingga apabila listrik mati di Gedung 9, jam masih tetap dapat beroperasi dan menunjukkan waktu dengan baik. Dan pada masa ujian, jam tersebut telah digunakan sebagai patokan untuk memulai dan mengakhiri ujian di lingkungan FTIS. Pada beberapa kasus, mahasiswa yang terlambat mengikuti ujian tidak diperbolehkan untuk mengikuti ujian. Apapun alasan mahasiswa, hal tersebut dapat dibantah oleh dosen maupun karyawan Tata Usaha di FTIS.

## **BAB V**

### **Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan yang kami ambil dari kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. Jam digital telah berhasil dirangkai dengan menggunakan papan sirkuit Arduino, modul Ethernet, penggunaan protocol RS-485 dan modul led untuk menampilkan waktu.
2. Waktu yang ditunjukkan oleh jam digital didapatkan dari Network Time Protocol Server melalui jaringan Internet, dan telah digunakan sebagai patokan waktu di lingkungan FTIS.
3. Uninterruptible Power Supply (UPS) digunakan sebagai sumber listrik cadangan apabila listrik di gedung 9 mati.

Berikut ini adalah saran dari kami mengenai pengembangan selanjutnya dari pembuatan jam digital yang telah kami selesaikan:

1. Modul led untuk menampilkan waktu dibuat lebih besar ukurannya
2. Koneksi internet yang menggunakan CAS (portal UNPAR) terkadang membuat waktu dari NTP server tidak dapat diperoleh, sehingga waktu yang ditampilkan menjadi kacau
3. Jam digital dibuat lebih banyak lagi dalam hal jumlah yang dipasang

## Daftar Pustaka

- [MCR-10] McRoberts, Michael, 2010, "Beginning Arduino", Technology In Action.
- [BAN-11] Banzi, Massimo, 2011, "Getting Started with Arduino Second Edition Edition", O'Reilly.
- [MIL-10] Mills, David L., 2010, "Computer Network Time Synchronization: The Network Time Protocol on Earth and in Space, Second Edition 2nd Edition", CRC Press.
- [URL-01] "Arduino Projects - Instructables" , <http://www.instructables.com/id/Arduino-Projects>
- [URL-02] "RS-485 Serial Programming", [https://en.wikibooks.org/wiki/Serial\\_Programming/RS-485](https://en.wikibooks.org/wiki/Serial_Programming/RS-485)