

# **PENYEREMPAK PENUNJUK WAKTU BERDASARKAN GMT SECARA NIRKABEL**

**Rinaldi Indera Negara, F. Dalu Setiaji, Darmawan Utomo**

Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer, Universitas Kristen Satya Wacana

[sotdag@yahoo.com](mailto:sotdag@yahoo.com)

## **INTISARI**

Adanya perbedaan waktu yang ditampilkan sejumlah penunjuk waktu yang dipasang dalam lingkup suatu instansi, misalnya pada sejumlah jam dinding yang terdapat di lingkungan kampus UKSW Salatiga, dapat menimbulkan permasalahan. Sebagai contoh, keterlambatan mahasiswa, dosen, maupun pegawai salah satunya disebabkan karena mereka mengacu pada jam yang berbeda-beda.

Untuk mengatasi permasalahan ini, pada makalah ini direalisasikan suatu penyerempak penunjuk waktu dengan acuan *Greenwich Mean Time* (GMT). Sistem penyerempak terdiri atas modul *master clock* dan *slave clock* yang dihubungkan secara nirkabel. *Master clock* yang berfungsi sebagai pengendali utama akan menerima data waktu dan tanggal dari GMT dengan menggunakan *Global Position System* (GPS) *receiver*. Selanjutnya *Master clock* mengirimkan data tersebut ke *slave clock*. *Slave clock* yang berfungsi sebagai penerima data waktu dan tanggal dari *master clock* akan menampilkan data tersebut pada modul penampil *dot matrix* yang berukuran 60cm x 30cm x 10cm yang masih terlihat jelas dari jarak 10 meter.

Pada pengujian, modul *master clock* ditempatkan pada gedung perpustakaan lantai tujuh sedangkan modul *slave clock* ditempatkan pada tiap gedung dalam lingkup kampus. Jarak maksimum antara *master clock* dan *slave clock* yaitu 120 meter. Pada saat cuaca terang *master clock* dapat menerima data dari satelit dalam waktu sekitar 39 detik, dan pada saat hujan sekitar 1 menit 22 detik. Halangan berupa gedung bertingkat dengan kondisi tembok yang tebalnya lebih dari 30 cm akan mengganggu ketepatan pengiriman data dari *master clock* ke *slave clock*.

**Kata kunci:** penyerempak, penunjuk waktu, GMT, nirkabel

## 1. PENDAHULUAN

Penunjuk waktu (jam) merupakan bagian penting dalam kehidupan manusia. Terdapat beraneka ragam jam yang ada di pasaran Indonesia saat ini namun antar jam tersebut biasanya tidak saling sinkron sehingga menimbulkan perbedaan hasil penunjukan waktu. Sebagai contoh pada lingkup kampus Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW) Salatiga, berbagai jam dinding yang ada di sejumlah gedung dan ruangan, menunjukkan perbedaan antara 5 menit hingga 15 menit. Hal ini dapat menimbulkan masalah jika penunjuk waktu tersebut dijadikan acuan beraktivitas bagi mahasiswa, dosen, maupun pegawai karena mereka mungkin mengacu pada jam yang berbeda-beda.

Contoh lain pentingnya sinkronisasi berbagai petunjuk waktu adalah di bidang perhubungan/transportasi. Misalnya di bandar udara, maka penunjuk waktu di ruang pelayanan tiket dan di ruang tunggu, sedapat mungkin harus sama karena keberangkatan pesawat mengacu pada jadwal yang ada. Demikian juga di stasiun kereta api, penunjuk waktu di ruang pelayanan tiket dan di ruang tunggu maupun peron haruslah sama.

Dengan latar belakang tersebut, pada makalah ini telah direalisasikan dua buah jam yang diserempakkan satu dengan yang lain dalam satu kompleks gedung. Jam ini merupakan jam digital yang terdiri dari *master clock* dan *slave clock* yang dihubungkan menggunakan frekuensi radio (nirkabel). *Master clock*, sebagai penunjuk waktu acuan, akan tersinkronisasi dengan GMT/UTC melalui modul GPS yang terhubung dengan satelit.

Di pasaran sudah terdapat alat yang serupa, misalnya *master clock* seri *Sigma H* dan *slave clock* seri *Style-7* yang diproduksi *Bodet*, suatu perusahaan di Perancis. [1]

Perbandingan antara *master clock sigma H* dan *slave clock Style-7* dengan alat yang dirancang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Perbandingan *master clock sigma H* dengan alat yang dirancang

<b>Spesifikasi</b>	<b><i>Sigma H</i></b>	<b>Alat yang dirancang</b>
Sinkronisasi <i>master</i> terhadap GMT	GPS, Internet, DCF ( <i>Deutschland long wave</i> signal Frankfurt)	GPS
Sinkronisasi terhadap <i>slave clock</i>	kabel dan nirkabel	Nirkabel
Jarak jangkau	dalam radius 100 – 200 meter	dalam radius 100 meter
Power dan alarm indicator	Tersedia	Power : Tersedia Alarm : Tidak ada
Akurasi waktu	Maks 0.2 detik/hari	Kurang dari 5 detik
Display	LCD	LCD
Dimensi	20 cm x 15 cm	10cm x 10cm x5 cm
Format data jam	24 jam dan 12 jam	24 jam
Proteksi admin	Tersedia	Tersedia
Baterai <i>back up</i>	Tersedia	Tersedia
Slot USB <i>update</i>	Tersedia	Tidak tersedia
Pengaturan alat lain	alarm, pemanas dan penerangan	Tidak tersedia
Penempatan	Indoor dan Outdoor	Outdoor
Cashing	aluminium/plastik	aluminium/akrilik
Harga	Rp. 25.000.000,-	Rp. 3.300.000,-

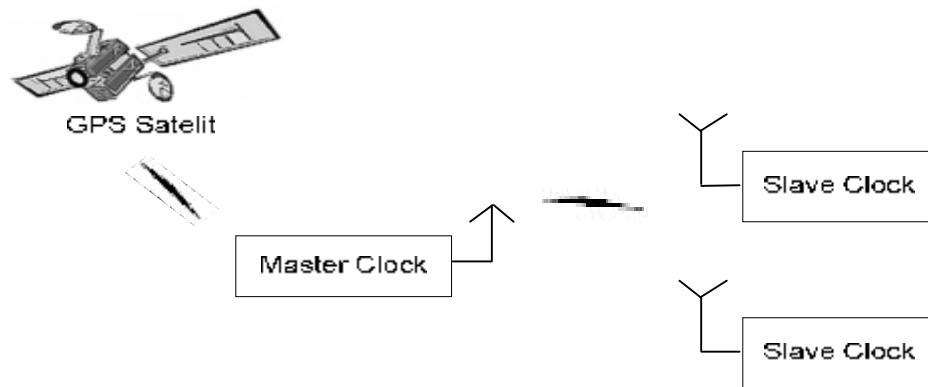
Tabel 2. Perbandingan *slave clock* dengan alat yang dirancang

Spesifikasi	Style 7	Alat yang dirancang
Format data jam	24 jam dan 12 jam	24 jam
Display	LED, 7 Segment, Dot matrik	7 Segment, Dot matrik
Dimensi	29,7 cm x 34 cm	60 cm x 30 cm x 10cm
Akurasi waktu	Max 0,2 detik/hari	Kurang dari 5 detik
Baterai <i>back up</i>	Tersedia	Tersedia
Penempatan	Indoor dan outdoor	Indoor dan outdoor
Cashing	aluminium/plastic	Aluminium/akrilik
Harga	Rp. 10.000.000,-	Rp. 2.300.000,-

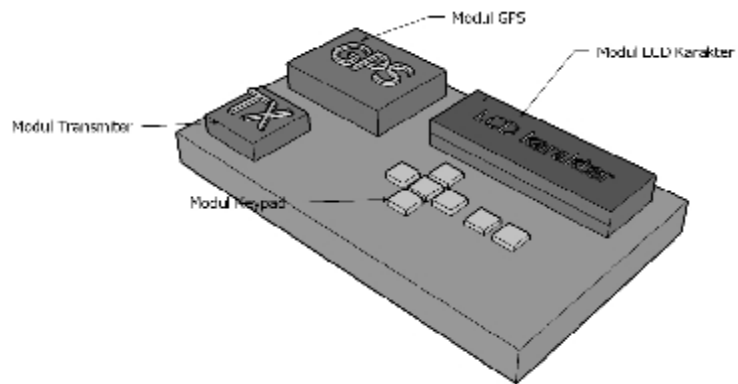
Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa alat buatan Bodet jauh lebih mahal namun memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan alat yang dirancang. Namun keunggulan tersebut, misalnya dalam hal akurasi waktu yang mencapai 0,2 detik/hari, tidak selalu diperlukan dalam kebanyakan penerapan. Oleh karena itu, pada makalah ini dirancang alat yang lebih murah, dengan spesifikasi yang lebih rendah, namun dengan akurasi yang masih bisa diterima untuk kebanyakan aplikasi, misalnya untuk sinkronisasi waktu antar ruang kantor atau bandar udara.

## 2. PERANCANGAN ALAT

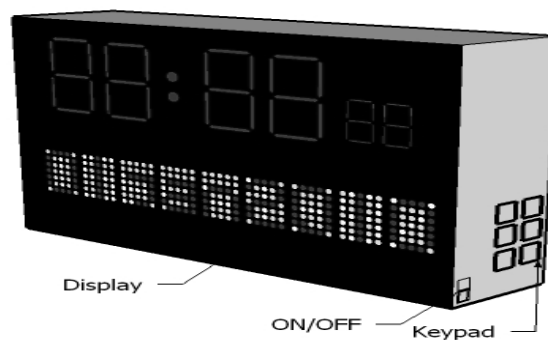
Cara kerja alat yang dibuat digambarkan pada Gambar 1. Sedangkan bentuk fisik desain *master clock* dan *slave clock* masing-masing ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 1. Gambaran cara kerja alat



Gambar 2. Modul *master clock*

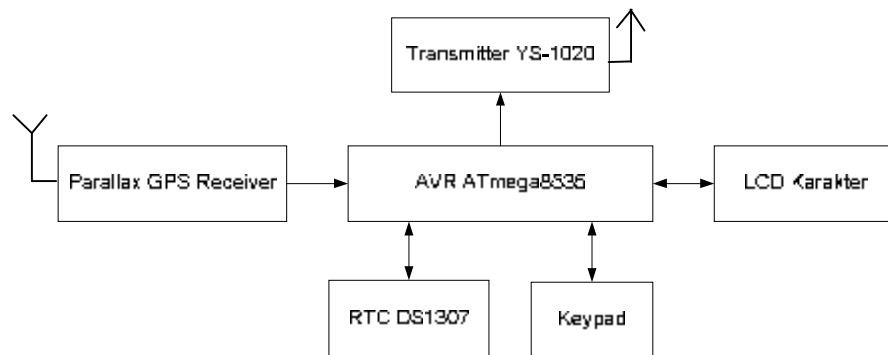


Gambar 3. Modul *slave clock*

Modul *master clock* yang ditunjukkan pada Gambar 2 merupakan acuan waktu yang akan menyerempakkan *slave clock*. *Master clock* berfungsi untuk menerima data waktu dan tanggal yang *real time* dari satelit dengan menggunakan

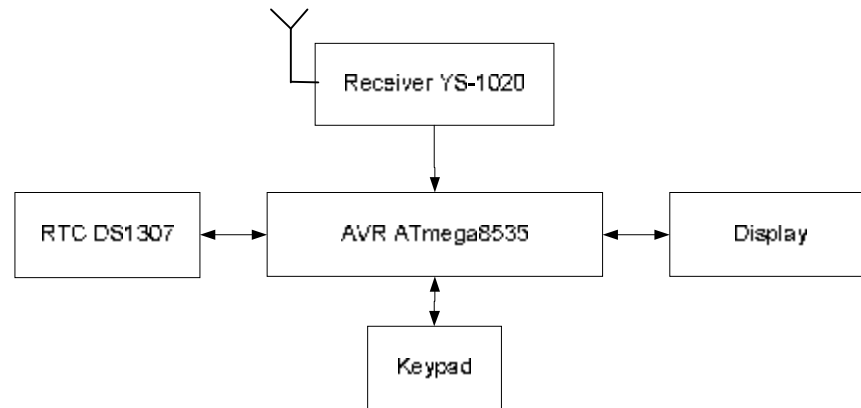
modul *Parallax GPS receiver*. Kemudian data itu diolah oleh mikrokontroler AVR tipe ATmega8535 untuk mengatur *Real Time Clock* (RTC) DS1307 dan selanjutnya menampilkan data waktu pada *display* LCD, 16x2 karakter dan dipancarkan menggunakan modul *transmitter* YS-1020UA menuju *slave clock*.

Modul *master clock* terdiri dari modul mikrokontroler AVR ATmega8535, modul *parallax GPS receiver*, modul RTC DS1307, modul LCD 16x2 karakter, modul *keypad* dan modul *transmitter* YS-1020UA. Blok diagram modul *master clock* ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Diagram kotak modul *master clock*

Modul *slave clock* yang ditunjukkan pada Gambar 3 merupakan modul penerima data waktu dan tanggal yang dipancarkan oleh *master clock*. Data yang diterima diolah mikrokontroler tipe AVR ATmega8535 untuk mengatur modul RTC DS1307 dan ditampilkan pada modul *display* dot matriks. Penjelasan tiap modul pada *slave clock* tidak jauh berbeda dengan penjelasan pada *master clock*. Perbedaannya adalah adanya *display* dot matriks berukuran besar pada *slave clock* dan penggunaan *receiver* YS1020. Gambar 5 menunjukkan diagram kotak modul *slave clock*.



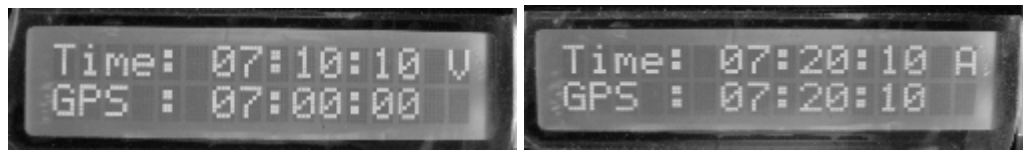
Gambar 5. Diagram kotak modul *slave clock*

### 3. PENGUJIAN ALAT

#### 3.1 Pengujian *Parallax GPS receiver* pada *Master Clock*

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui jangka waktu GPS terhubung dengan satelit sampai memperoleh data yang *valid*. Data *valid* merupakan data yang diperoleh ketika modul GPS terhubung dengan 3 satelit, Indikatornya ditunjukkan dengan ditampilkannya huruf “A” pada LCD *display master clock*. apabila GPS belum terhubung dengan 3 satelit maka ditunjukkan dengan ditampilkannya huruf “V” pada LCD *display*, seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Disamping itu, pada modul GPS terdapat LED indikator yang berfungsi menunjukkan apakah GPS memperoleh data *valid* atau tidak *valid*. Jika GPS memperoleh data *valid* maka LED menyala penuh sedangkan jika GPS belum terhubung dengan satelit atau data tidak *valid* maka LED menyala secara berkedip.

Pengujian GPS ini dilakukan di depan Lab Skripsi FTEK UKSW dengan antena GPS menghadap ke langit pada waktu siang, dan dilakukan pada sejumlah hari yang berbeda. Hal ini dimaksudkan untuk mendapat kondisi cuaca yang bervariasi pada saat pengujian. Di dalam pengujian ini dipastikan tidak ada penghalang berupa benda padat.



(a)

(b)

Gambar 6. Indikator GPS pada LCD saat: (a) data tidak valid. (b) data valid.

Selanjutnya Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian *Parallax GPS receiver* pada *master clock*.

Tabel 3. Hasil pengujian *Parallax GPS receiver* pada *master Clock*

Pengujian ke	Waktu data Valid Saat <u>Mendung</u>	Waktu data Valid Saat <u>Berawan</u>	Waktu data Valid Saat <u>Terang</u>	Waktu data Valid Saat <u>Hujan</u>
1	1 menit 10 detik	1 menit 37 detik	57 detik	4 menit 56 detik
2	57 detik	37 detik	32 detik	1 menit 15 detik
3	36 detik	38 detik	36 detik	44 detik
4	30 detik	36,8 detik	54 detik	2 menit 10 detik
5	1 menit 14 detik	1 menit 3 detik	44 detik	56 detik
6	44 detik	38 detik	26 detik	34 detik
7	40 detik	42 detik	40 detik	1 menit 7 detik
8	1 menit 23 detik	1 menit 20 detik	36 detik	58 detik
9	57 detik	38 detik	31 detik	25 detik
10	40 detik	36 detik	35 detik	32 detik
<b>Rata - rata</b>	<b>53.1 detik</b>	<b>50.58</b>	<b>39.1</b>	<b>1 menit 21,7 detik</b>



Berdasarkan hasil rata - rata pengujian pada Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa ketika cuaca terang modul *Parallax GPS receiver* dapat menerima data secara *valid* dan cepat dari satelit. Namun ketika cuaca hujan *GPS receiver* membutuhkan waktu lama untuk menerima data secara *valid*. Dengan demikian kondisi cuaca mempengaruhi kinerja dari GPS.

### 3.2 Pengujian *independent clock* dengan menggunakan *Real Time Clock* (RTC) pada *master* dan *slave* tanpa adanya penyerempakan dengan waktu GPS.

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kinerja dari masing - masing kristal osilator yang digunakan pada *master clock* maupun pada *slave clock*.

Cara pengujiannya, modul *master* dan *slave clock* diserempakkan terlebih dahulu untuk menghasilkan waktu yang sama, kemudian penyerempakan yang dilakukan oleh *master clock* dimatikan, sehingga kedua modul bekerja secara independen berdasarkan waktu dari RTC yang dipakai masing-masing, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



(a)

(b)

Gambar 7. Tampilan *independent clock* pada: (a) *master clock* (b) *slave clock*.

Pengujian ini dilakukan selama 24 jam, pada sejumlah hari seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian *independent clock* tanpa adanya penyerempakan

<b>Percobaan ke</b>	<b>Tanggal Pengujian</b>	<b>Selisih waktu antara <i>Master</i> dengan <i>Slave</i></b>
<b>1</b>	28 Juli 2010	< 1 detik
<b>2</b>	29 Juli 2010	< 1 detik
<b>3</b>	30 Juli 2010	1 detik
<b>4</b>	31 Juli 2010	< 1 detik
<b>5</b>	10 Agt 2010	1 detik
<b>6</b>	11 Agt 2010	< 1 detik
<b>7</b>	12 Agt 2010	1 detik
<b>8</b>	13 Agt 2010	2 detik
<b>9</b>	14 Agt 2010	< 1 detik
<b>10</b>	15 Agt 2010	1 detik

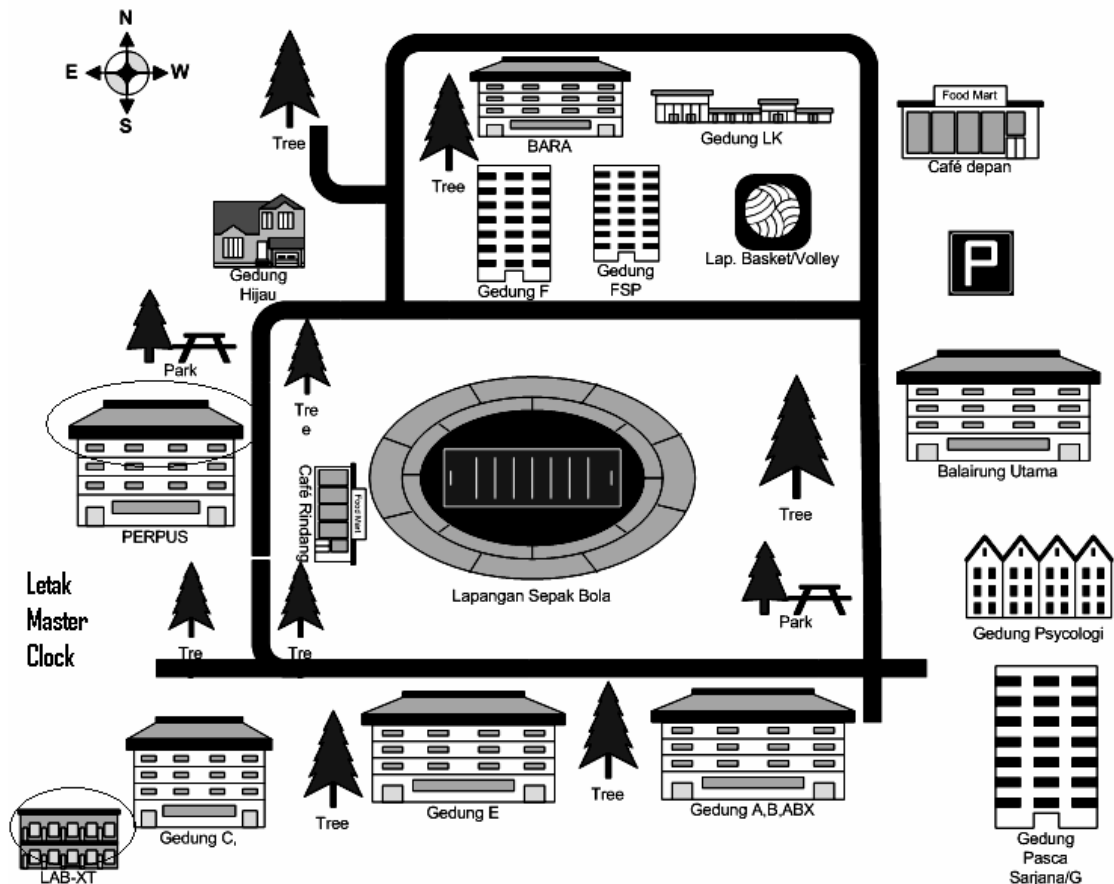
Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa jika hanya menggunakan RTC secara terus menerus, terdapat adanya selisih waktu maksimum 2 detik per 24 jam, yang akan terakumulasi dari hari ke hari. Oleh karena itu diperlukan penyerempakan secara berkala agar beda waktu tersebut dapat dikoreksi sebelum terakumulasi menjadi perbedaan yang lebih signifikan.

### 3.3 Pengujian penyerempakan waktu antara *master* dan *slave clock*

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kemampuan modul *master clock* dalam menerima data GPS, mengolah dan menyerempakkan dengan RTC pada *master clock*, dan mengirimkan RTC *master clock* ke *slave clock*. Dari

pengujian ini juga diharapkan dapat diketahui seberapa jauh jangkauan pengiriman data yang dilakukan oleh *master clock*.

Pengujian dilakukan di lingkungan kampus UKSW dengan denah seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



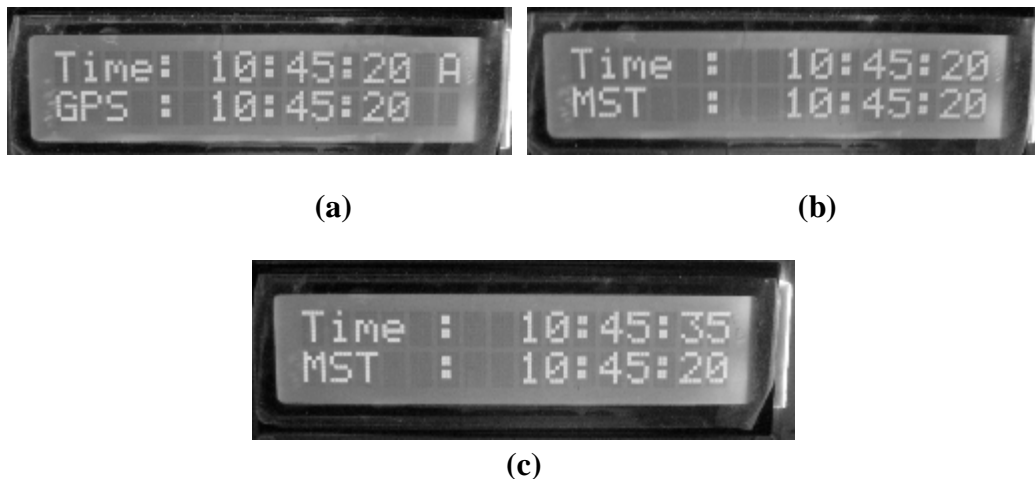
Gambar 8. Lokasi pengujian di kampus UKSW Salatiga

Pengujian penyerempakan waktu antara *master* dan *slave clock* dilakukan dengan cara menempatkan *master clock* di LAB – XT FTEK, lalu juga di lantai 6 dan lantai 7 Gedung Perpustakaan UKSW. Pengiriman data dari *master* ke *slave clock* dilakukan setiap sepuluh detik sekali pada saat pengujian. *Slave clock* ditempatkan secara berpindah-pindah di dalam lingkup kampus. *Display* pada pengujian *slave clock* ini menggunakan LCD 16x2. Dari LCD ini tertampil waktu RTC (tertampil sebagai ‘Time’) dan waktu yang diterima *slave clock* dari *master clock* (tertampil sebagai ‘MST’). Jika nilai yang ditampilkan Time berselisih lebih dari 10 detik terhadap data MST, maka berarti *slave clock* tidak dapat menerima data dari *master*

*clock*. Sebaliknya, jika dapat menerima dengan baik maka *slave clock* akan menerima data setiap sepuluh detik sekali lalu menyerempakkan data Time terhadap MST.

Apabila *slave clock* tidak dapat menerima data, maka Time akan menampilkan data waktu berdasarkan *internal clock* (RTC *slave clock*).

Data dari *master clock* yang dipancarkan ke *slave clock* ditunjukkan pada Gambar 9a. Sewaktu data dapat diterima *slave clock* ditunjukkan pada Gambar 9b, sedangkan saat data tidak dapat diterima *slave clock* ditunjukkan pada Gambar 9c, di mana terdapat selisih waktu 5 detik antara tampilan Time dan MST.



Gambar 9. (a) Data waktu yang dikirimkan *master clock*. (b) Data waktu dapat diterima *slave clock*. (c) Data waktu tidak dapat diterima *slave clock*

Selanjutnya, hasil pengujian saat modul *master* dan *slave* diletakkan antar gedung ditunjukkan pada Tabel 5. Sedangkan hasil pengujian jika modul *slave* diletakkan di dalam gedung ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 5. Pengujian pengiriman data antar gedung saat cuaca terang

	Gdg A	Gdg B	Gdg C	Gdg E	Gdg F	Gdg G	BU	Lap. Bola	Per- pus	Bara	Cafe Depan
<b>LAB- XT</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	√	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	√	√	√	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Lt 7</b>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

<b>perpus</b>											
<b>Lt 6 perpus</b>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

Keterangan: √ = data dapat diterima oleh *slave clock*

x = data tidak dapat diterima oleh *slave clock*

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5. Transmisi data dari *master clock* dapat mencapai gedung-gedung di lingkup UKSW ketika *master clock* di tempatkan pada tempat yang tinggi seperti diletakkan di lantai 7 gedung perpustakaan UKSW.

Tabel 6. Pengujian penerimaan data di dalam gedung saat cuaca terang

	Lt 1	Lt2	Lt3	Lt 4	Lt5	Lt 6
<b>Perpus</b>	√	√	√	√	√	√
<b>Gedung F</b>	√	√	√	√	√	-
<b>Bara</b>	√	√	-	-	-	-
<b>Gedung G / Pasca Sarjana</b>	x	√	√	√	√	-
<b>Gedung C</b>	√	√	-	-	-	-

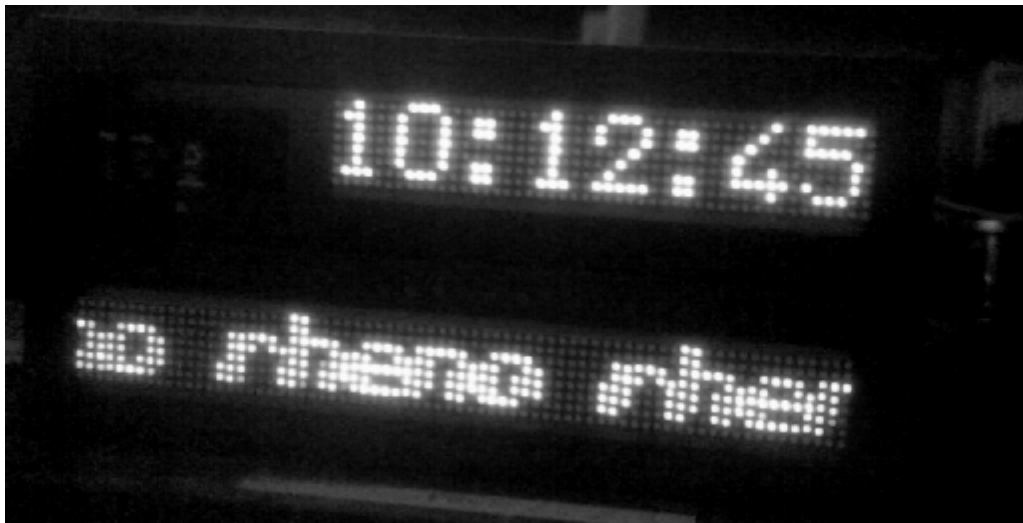
Keterangan: Lokasi *master clock* di lantai 6 dan 7 gedung perpustakaan UKSW

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 6. dapat disimpulkan bahwa *slave clock* tidak dapat menerima data ketika berada pada lantai satu gedung Pasca Sarjana karena lokasinya yang tertutup, dikelilingi oleh halangan berupa tembok yang tebalnya lebih dari 30 cm. Selain itu gedung tersebut terletak jauh dari lokasi di mana *master clock* berada.

### 3.4 Pengujian display *slave clock* dengan menggunakan tampilan dot matriks

Modul *display slave clock* dibuat dengan ukuran 60 cm x 30cm x 10cm agar data waktu dan tanggal dapat dilihat pada ruang tertutup maupun terbuka pada jarak sampai 10 meter.

*Display* ini diuji dengan cara menampilkan data waktu dan tanggal yang ada pada RTC. Lalu modul diuji untuk menampilkan data yang diterima *slave clock* dari *master clock*. Kedua pengujian tersebut dapat berhasil dengan baik. Selain data waktu, *display* juga dapat menampilkan data karakter seperti ditunjukkan pada Gambar 10. Pengujian secara subyektif juga menunjukkan bahwa tulisan pada *display* masih dapat dilihat dengan jelas pada jarak 10 meter seperti yang direncanakan.



Gambar 10. Pengujian display dot matriks modul *slave clock*

### 3.5 Pengujian ketahanan baterai sebagai sumber tegangan darurat

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui ketahanan baterai yang digunakan sebagai sumber tegangan darurat baik pada *master clock* maupun pada *slave clock* ketika listrik PLN padam. Berdasarkan pengukuran, arus yang dibutuhkan oleh *master clock* 0,22 A, sedangkan pada *slave clock* dengan menggunakan *display* berupa dot matriks arusnya 0,35 A.

Ketahanan baterai Panasonic 12V,7Ah yang digunakan pada *master clock* mencapai 26 jam, sedangkan pada *slave clock* yang menggunakan *display* dot matriks mencapai 15 jam.

#### **4. KESIMPULAN**

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil pada makalah ini adalah sebagai berikut :

1. Kondisi cuaca menentukan waktu yang dibutuhkan *GPS receiver* agar dapat menerima data waktu dan tanggal secara *valid* dari satelit, yaitu sekitar 39 detik pada saat cuaca cerah dan 1 menit 22 detik saat hujan.
2. Selisih waktu antara *master clock* dengan *slave clock* yang bekerja secara independen tanpa adanya penyerempakan, adalah maksimal 2 detik dalam waktu 24 jam.
3. Modul *slave clock* tidak dapat menerima data jika berada di dalam gedung dengan tembok tebal (dalam pengujian sekitar 30 cm).
4. Jarak maksimal antara *master clock* dan *slave clock* dimana data penyerempakan masih dapat diterima dengan baik mencapai 120 meter.
5. Tampilan data dot matriks pada *slave clock* yang berukuran 60cm x 30cm x 10cm masih dapat dilihat dengan jelas pada jarak maksimal 10 meter.
6. Dengan masing-masing menggunakan baterai 12V,7Ah, *slave clock* mampu bekerja sampai 15 jam sedangkan *master clock* sampai 26 jam.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] <http://www.bodet.fr/en/activities/clock-systems/technical-leaflet.html>.  
(akses terakhir 19 September 2011).
- [2] [www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2502.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2502.pdf)  
(akses terakhir 6 Januari 2011)
- [3] [http://www.rfidglobal.org/uploadfiles/2008\\_2/2008021861669329.pdf](http://www.rfidglobal.org/uploadfiles/2008_2/2008021861669329.pdf)  
(akses terakhir 6 Januari 2011)
- [4] <http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS1307.pdf>  
(akses terakhir 6 Januari 2011)

[5] <http://www.parallax.com/dl/docs/prod/acc/GPSManualV1.1.pdf>,

(akses terakhir 6 Januari 2011)

[6] <http://home.mira.net/~gnb/gps/nmea.html>

(akses terakhir 6 Januari 2011)

[7] [www.national.com/ds/LM/LM2576.pdf](http://www.national.com/ds/LM/LM2576.pdf)

(akses terakhir 6 Januari 2011)