

PERANCANGAN AKUISISI DATA DENGAN KOMUNIKASI BLUETOOTH PADA ANALISA UNSUR DENGAN TEKNIK XRF UNTUK INDUSTRI KERTAS

Ikhsan Shobari, Beny Syawaludin, Wahyuni Z Imran, Rony Djokorayono
Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir – BATAN,
Gedung 71, Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang
ishobary@batan.go.id

ABSTRAK

PERANCANGAN AKUISISI DATA DENGAN KOMUNIKASI BLUETOOTH PADA ANALISA UNSUR DENGAN TEKNIK XRF UNTUK INDUSTRI KERTAS. Pengukuran gramatur, kelembaban dan kadar abu secara on-line di industri kertas dengan teknik XRF dapat menghemat waktu dan mengoptimalkan pemakaian aditif. Komputer proses berfungsi sebagai data logger dan antar muka operator dengan mesin. Data hasil pembacaan sensor dikirim dari detektor dengan standar arus 4 – 20 mA. Sinyal dikonversi menjadi nilai digital, dan dilakukan perhitungan di modul dedicated computer. Data selanjutnya dikirim ke komputer proses dengan komunikasi serial secara nirkabel dengan media bluetooth. Pengujian berhasil dilakukan di dalam ruangan dengan jarak paling jauh 8 meter tanpa terputus, dan kehilangan data.

Kata kunci: bluetooth, data_logger, XRF_industri

ABSTRACT

DATA ACQUISITION DESIGN FOR ELEMENTS ANALYSIS WITH XRF TECHNIQUE FOR INDUSTRIAL PAPER USING BLUETOOTH COMMUNICATION. On-line measurements of paper grammage, of moisture content of ash using XRF techniques is save many time and optimize the use of additives. Process computer serves as a data logger and as the interface between machine and operator. Data from the sensor are sent from the detector in standard current 4-20 mA. The signal is converted into a digital value, and calculation is performed on the dedicated computer module. The data is then sent to the process computer in wireless serial communication by using bluetooth media. Test as succesfully performed in Results of design successfully tested in indoors with a maximum distance of 8 meters without interruption and no data loss.

Keywords: bluetooth, data_logger, XRF_industry

1. PENDAHULUAN

Kegiatan perkantoran saat ini masih menggunakan kertas sebagai media dokumentasi dan persuratan. Kertas, selain digunakan untuk kegiatan administrasi perkantoran, dokumentasi, persuratan, kegiatan belajar mengajar, juga digunakan masyarakat untuk kegiatan sehari-hari sebagai pembungkus dan wadah. Berbagai jenis kertas seperti buram, kardus, kalkir, HVS, karton atau lainnya digunakan sebagai identitas kertas. Gramatur kertas biasanya dijadikan sebagai varian dari identitas kertas, misalnya kertas HVS 70 gr, 80 gr, atau 100 gr. Jaminan kualitas produksi kertas sangat mempengaruhi keekonomian suatu produk kertas yang dihasilkan^[1]. Pengendalian *gramatur*, kelembaban kertas, kadar abu, secara *on-line* dilakukan sebagai upaya untuk mencapai kualitas kertas yang maksimal dengan ongkos produksi serendah mungkin. Produsen kertas akan melakukan upaya dengan berbagai inovasi sehingga didapatkan kualitas yang sesuai standar dengan ongkos produksi seminimal mungkin. Produsen kertas meningkatkan kualitas kertas dengan penambahan aditif tertentu untuk

mendapatkan kualitas yang baik. *Aditif organik* atau pigmen digunakan untuk meningkatkan *printability* dan kapasitas di industri kertas. Penambahan *filler* (pengisi) dan pelapis pigmen harus dikendalikan secara ketat selama pabrik kertas berproduksi agar kualitasnya baik dan seragam serta ekonomis.

Teknik *X-ray fluorescence* yang dilengkapi komputer merupakan salah satu teknik yang bisa digunakan untuk melakukan pengendalian produk kertas. Dengan cara ini, *clay* dan TiO_2 secara optimal dapat dipantau dan dikendalikan. Kertas halus atau kertas karton (*board*) sering menggunakan *aditif filler clay* (tanah liat). *Opacifier* TiO_2 , digunakan untuk menghasilkan kertas dengan permukaan yang halus, tetapi mudah patah. Penambahan *aditif* CaCO_3 dapat menambah liat, sehingga kertas tidak mudah patah dan sobek. Penambahan harus dilakukan secara tepat dan dengan optimasi dari komposisi *clay*, TiO_2 dan CaCO_3 . Jika dikombinasi dengan pengukuran opasitas maka akan mengoptimasi secara lengkap terhadap pengukuran kadar abu, kadar TiO_2 dan opasitas^[2]. Saat ini sebagian besar pabrik kertas memantau total aditif organik dengan metoda sampling (disobek). Metoda ini kurang cocok digunakan karena tidak cepat dan tidak memberikan pengukuran komponen aditif yang tepat. Analisis rinci yang menggunakan metoda analisa kimia basah atau dengan aktivasi neutron akan memerlukan sampel yang volumenya cukup besar, sehingga tidak layak digunakan di pabrik kertas^[1].

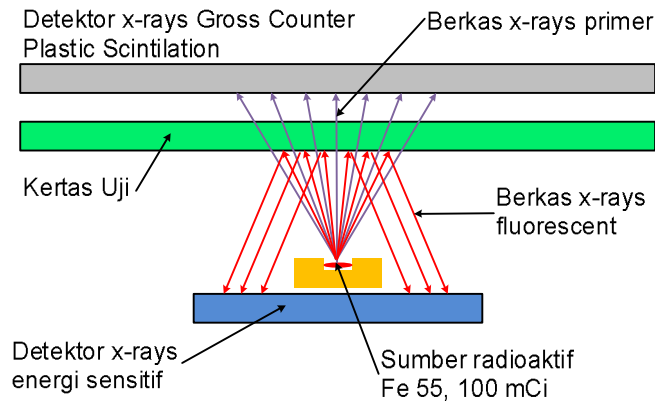
Pengukuran parameter yang mempengaruhi kualitas produksi kertas saat ini dapat dilakukan secara otomatis dan *on-line*. Perkembangan teknologi komunikasi dan sensor memungkinkan parameter *gramatur*, *moisture*, *aditif* TiO_2 dan CaCO_3 dapat dilakukan pengukuran secara tepat dan cepat. Pemanfaatan komputer untuk melakukan proses perhitungan dan menampung data pengukuran yang besar diperlukan. Komunikasi pengiriman data dari sensor dan antar muka komputer dapat dilakukan dengan berbagai cara. Serial komunikasi dengan menggunakan kabel saat ini sudah digunakan. Pada makalah ini disampaikan rancangan penggunaan komunikasi serial nirkabel dengan *bluetooth* yang digunakan untuk komunikasi data dari antar muka komputer yang selanjutnya pada makalah ini disebut *dedicated computer* ke komputer proses.

2. DASAR TEORI

2.1. Teknik XRF untuk Pengukuran di Industri Kertas

Poly-Ash merupakan cara dan metoda pengukuran TiO_2 dan CaCO_3 yang selektif dengan menggunakan metoda *X-ray fluorescence* dan pengukuran *total ash* dengan metoda serapan *tranmisi X-ray*. Gambar 1 menjelaskan prinsip pengukuran *total ash* dengan metoda serapan *tranmisi X-ray*. Sebuah sumber radioisotop *X-ray* Fe-55 digunakan untuk meradiasi lembaran kertas. Berkas *X-ray fluorescence* yang terpantul (*backscater*) dari lembaran kertas dideteksi oleh *proportional counter*, dan serapan radiasi lembaran kertas diseberangnya diukur oleh detektor *ionisation chamber*. Penggunaan energi *X-ray fluorescence* dengan pemilihan spektrum yang selektif yang diaplikasikan untuk menentukan konsentrasi unsur di dalam suatu material atau bahan telah diterima oleh kalangan industri secara luas. Foton primer dari sumber radioisotop penghasil *X-ray*, digunakan untuk meradiasi lembaran kertas sehingga memindahkan elektron dari kulit K orbital di dalam unsur titanium dan kalsium, akibatnya terjadi kekosongan sesaat atau distorsi di dalam struktur elektron atom tersebut. Kekosongan ini secara cepat diisi oleh elektron kulit terluar, pada saat perpindahan elektron akan memancarkan *X-ray fluorescence*. Energi *X-ray* ini memiliki karakteristik dengan ikatan elektron secara spesifik untuk masing - masing unsur^[2].

Atom titanium memancarkan *X-ray fluorescence* dengan energi 4,5 keV. Kalsium memancarkan *fluorescence X-ray* dengan energi 3,69 keV. Jumlah cacahan (*counting*) atau intensitas *X-ray fluorescence* setiap unsur menunjukkan konsentrasi unsur yang terdapat di dalam material atau senyawa lembaran kertas uji.



Gambar 1. Prinsip pengukuran *total ash* dengan menggunakan metoda serapan *transmisi X-ray*^[2]

2.2. Komunikasi Nirkabel *Bluetooth*

Perkembangan teknologi komunikasi nirkabel dewasa ini telah berkembang dengan pesat. Pemakaian komunikasi antara perangkat satu dengan perangkat yang lain dapat dilakukan secara nirkabel, bahkan perkembangan terkini telah menunjukkan metoda pengisian catu daya (*charging*) dapat dilakukan secara nirkabel^{[3][4]}. Komunikasi *Bluetooth* mengacu pada standar IEEE 802.15.1 berdasar pada sistem radio dengan jarak jangkauan yang pendek. Komunikasi dengan *Bluetooth* dirancang untuk menggantikan komunikasi dengan kabel, pada perangkat dan periferal komputer, *gadget*, tablet komputer, telepon genggam, dan telepon cerdas (*smartphone*). Beberapa perangkat rumah tangga dan hiburan menyertakan fitur tambahan komunikasi *bluetooth*, misalnya pada perangkat *wireless speaker*, *head set*, kamera, dan lainnya.

Sebuah jaringan area personal nirkabel atau *wireless personal area network* (WPAN) adalah jaringan pada area dan wilayah pribadi untuk perangkat interkoneksi yang terpusat dengan koneksi tanpa kabel. Biasanya jaringan WPAN ini menggunakan beberapa teknologi yang memungkinkan komunikasi di sekitarnya sampai pada jangkauan 10 meter bahkan 20 meter atau lebih untuk kondisi di luar ruangan^[5].

Topologi konektivitas di dalam *bluetooth* adalah *piconet* dan *scatternet*. *Piconet* adalah WPAN yang dibentuk oleh perangkat *bluetooth* yang berfungsi sebagai *master* dan yang lainnya sebagai *slave*. Sebuah kanal frekuensi-*hopping* berdasarkan alamat master mendefinisikan setiap *piconet*. Semua perangkat berpartisipasi dalam komunikasi dalam *piconet* yang disinkronisasi menggunakan *clock master*. *Slave* hanya berkomunikasi dengan *master* secara *point-to-point* di bawah kendali *master*. Transmisi *master* dapat berupa *point-to-point* atau *point-to multi point*. Selain dalam mode aktif, perangkat *slave* bisa dalam *mode standby* sehingga dapat mengurangi konsumsi daya. *Scatternet* adalah kumpulan *piconet bluetooth* dalam operasional yang komunikasinya bersamaan. Dua *piconet* dapat dihubungkan untuk membentuk sebuah *scatternet*. Perangkat dalam *scatternet* bisa menjadi *slave* di beberapa *piconet*, tetapi *master* tetap hanya satu. Keuntungan pemakaian komunikasi menggunakan *bluetooth* seperti lebih hemat daya, sederhana dan murah^[6].

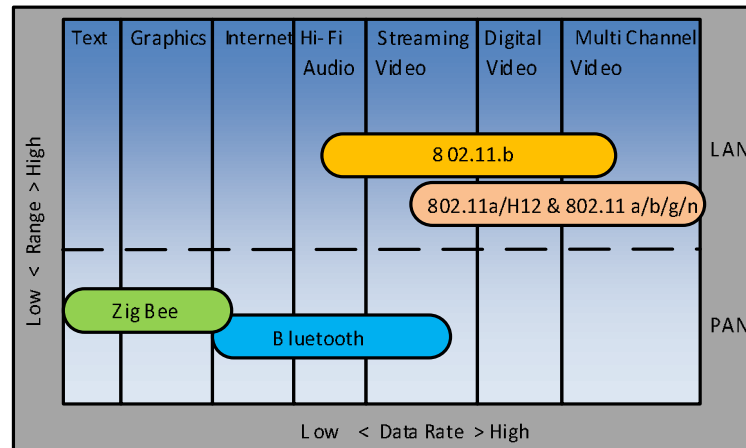
Komunikasi *bluetooth* merupakan salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz (antara 2.402 GHz s/d 2.480 GHz). *Bluetooth* menggunakan sebuah *frequency hopping transceiver* yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara. Data yang ditransmisikan dapat mencapai 1 Mbps. Standar komunikasi *bluetooth* mengacu pada IEEE 802.15.1. *Ultra Wideband* (UWB) adalah salah satu teknologi yang menggunakan frekuensi operasi sangat lebar. Dengan *bandwidth* frekuensi antara 3,1 GHz sampai rentang frekuensi 10,6 GHz. UWB menjanjikan kecepatan transfer data hingga 110 Mbps. ZigBee merupakan salah satu komunikasi nirkabel dengan memanfaatkan frekuensi 868/815 MHz dan 2,4 GHz. Data yang

transmisikan pada sistem ini relatif rendah yaitu sekitar 250 kbps. ZigBee menggunakan standar protokol komunikasi IEEE 802.15.4. Wi-Fi atau *Wireless Fidelity*, yaitu jaringan tanpa kabel atau nirkabel yang menggunakan satu atau banyak frekuensi tertentu. Wi-fi merupakan standar yang digunakan untuk *Wireless Local Area Network (WLAN)*. Standar yang dipakai mengacu pada IEEE 802.11a, selanjutnya dikembangkan menjadi 802.11b/g dan terakhir 802.11n, yang dapat mentransmisikan data sampai 300 Mbps. Tabel 1 menampilkan perbandingan perangkat nirkabel^[6].

Tabel 1. Perbandingan spesifikasi perangkat nirkabel

Standard	Bluetooth	UWB	ZigBee	Wi-Fi
IEEE spec.	802.15.1	802.15.3a	802.15.4	802.11/b/g
Frequency	2.4 GHz	3.1-10.6 GHz	868/915 MHz; 2.4 GHz	5 GHz
Max signal rate	1 Mb/s	110 Mb/s	250 Kb/s	54 Mb/s
Nominal range	10 m	10 m	10 – 100	100
Nominal TX power	0 - 10 dBm	-41.3 dBm/MHz	(-25) - 0 dBm	15 - 20 dBm
Number of RF channels	79	(1-15)	1/10, 16	14 (2.4 GHz)
Channel bandwidth	1 MHz	500 MHz - 7.5 GHz	0.3/0.6 MHz	2 MHz 22 MHz
Modulation type	GFSK BPSK	QPSK BPSK(+ASK)	O-QPSK COFDM	CCK, M-QAM
Spreading	FHSS DS-UWB	MB-OFDM DSSS	DSSS	DSSS, CCK, OFDM
Coexistence mechanism	Adaptive freq. hopping	Adaptive freq. hopping	Dynamic freq. selection	Dynamic freq. selection, transmit power control (802.11b)
Basic cell	Piconet	Piconet	Star	BSS
Extension of the basic cell	Scatternet	Peer-to-peer	Cluster tree, Mesh	ESS
Max number of cell nodes	8	8	> 65000	2007
Encryption	E0 stream cipher	AES block cipher (CTR, counter mode)	AES block cipher (CTR, counter mode)	RC4 stream cipher (WEP), AES block cipher
Authentication	Shared secret	CBC-MAC (CCM)	CBC-MAC (ext. of CCM)	WPA2 (802.11i)
Data protection	16-bit CRC	32-bit CRC	32-bit CRC	32-bit CRC
<p>* Unapproved draft.</p> <p>• Acronyms: ASK (<i>amplitude shift keying</i>), GFSK (<i>Gaussian frequency SK</i>), BPSK/QPSK (<i>binary/quadrature phase SK</i>), O-QPSK (<i>offset-QPSK</i>), OFDM (<i>orthogonal frequency division multiplexing</i>), COFDM (<i>coded OFDM</i>), MB-OFDM (<i>multiband OFDM</i>), M-QAM (<i>M-ary quadrature amplitude modulation</i>), CCK (<i>complementary code keying</i>), FHSS/DSSS (<i>frequency hopping/direct sequence spread spectrum</i>), BSS/ESS (<i>basic/extended service set</i>), AES (<i>advanced encryption standard</i>), WEP (<i>wired equivalent privacy</i>), WPA (<i>Wi-Fi protected access</i>), CBC-MAC (<i>cipher block chaining message authentication code</i>), CCM (<i>CTR with CBC-MAC</i>), CRC (<i>cyclic redundancy check</i>).</p>				

Gambar 2 menjelaskan posisi spektrum perangkat *bluetooth* dibandingkan dengan perangkat komunikasi nirkabel yang lain. Dapat dijelaskan bahwa komunikasi dengan perangkat *bluetooth*, memiliki kecepatan yang cukup bahkan melebihi komunikasi dengan perangkat *ZigBee*.



Gambar 2. Posisi spektrum *bluetooth* dalam standard nirkabel^[7]

3. TATA KERJA

Langkah kerja yang dilakukan dalam perancangan ini adalah melakukan studi literatur terutama cara kerja dari sistem instrumentasi *basis weight* dan *moisture* di pabrik kertas. Melakukan rancangan perangkat keras sistem akuisi data dan tampilan datanya dan *prototyping*, yaitu melakukan penyusunan perangkat keras, hasil rancangan. Pembuatan *software* di perangkat keras untuk akuisisi dan *data logger* ke komputer proses. Selanjutnya adalah pembuatan aplikasi program tampilan di komputer proses. Proses selanjutnya adalah pengujian skala laboratorium, untuk memastikan proses pembuatan modul yang dapat digunakan diujikan di pabrik kertas.

Studi literatur dilakukan untuk mengetahui proses pengukuran dan jaminan kualitas yang dilakukan di pabrik kertas. Proses pengukuran, cara pengendalian, *gramatur*, *moisture* dan *conten ash* merupakan hal utama yang harus diketahui. Penempatan peralatan dan sensor untuk mendapatkan tempat pengujian dilakukan agar proses pengujian tidak mengganggu proses produksi. Hasil ini akan dijadikan sebagai bahan dalam proses selanjutnya, yaitu perancangan perangkat keras.

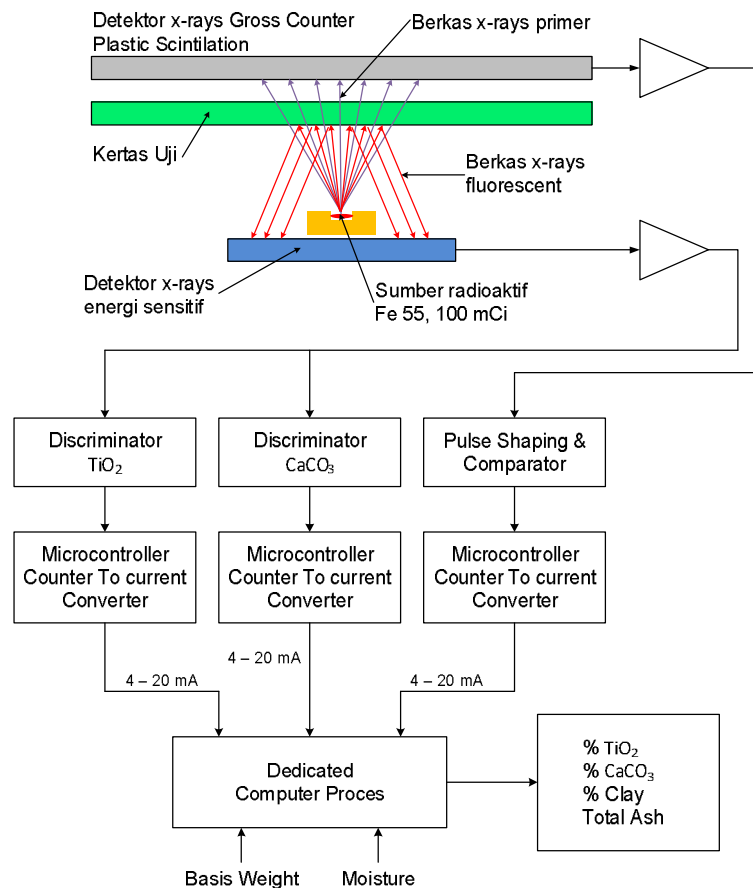
3.1. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem yang berupa *toolset* elektronik, *Digital Multimeter* Fluke 117, kalibrator Hioki 7016 *Signal source*. Peralatan penunjang untuk pembuatan program berupa *software* / perangkat lunak *Sketch* versi 1.65, untuk pembuatan program mikrokontrolernya, dan program aplikasi tampilan dibuat dengan C#.NET Microsoft Visual Studio 2013. Komputer dengan sistem operasi *Microsoft Window Seven, Ultimate Edition*, difungsikan untuk pembuatan program dan sebagai komputer proses. Komputer ini dilengkapi dengan modul komunikasi *bluetooth*.

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan modul *dedicated computer process* adalah modul Arduino Due, modul catu daya tegangan rendah 5 dan 12 volt, modul LCD 4 x 20, modul komunikasi I2C, Modul komunikasi *Bluetooth* HC 05. Modul Capacitor dan Resistor digunakan untuk melakukan konversi arus 4–20 mA menjadi tegangan 0 – 3 V. *Projectboard* sebagai media pembuatan prototipe uji coba modul. Komponen utama *dedicated computer* berupa modul Arduino Due yaitu mikroprosesor ATMELEL berbasis ARM, SAM3X8BE. Mikroprosesor ini memiliki kanal *analog input* sampai 12 kanal, 32 bit, 2 kanal *analog output* 12 bit. *Digital input* dan *output* sebanyak 54 kanal dan dengan 12 kanal dapat difungsikan sebagai PWM dengan resolusi 8 bit. *Memory flash* 512 KB dan SRAM 96 KB. Digunakan antar muka bahasa untuk pemrograman yaitu Arduino IDE Sketch versi 1.65 yang berbasis C.

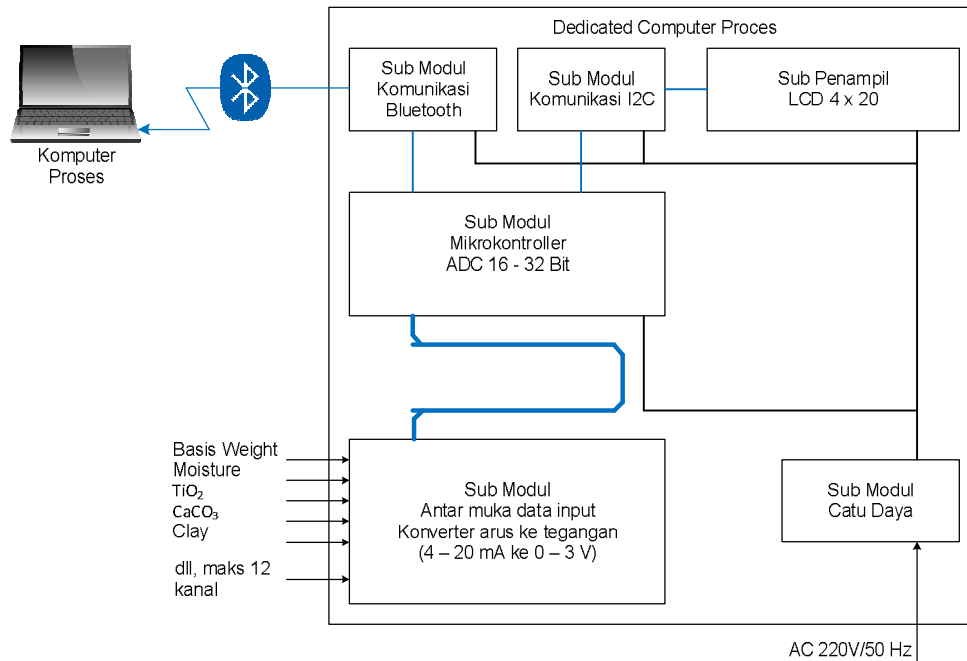
3.2. Rancangan Sistem

Sistem pada perckayasaan perangkat analisis unsur dengan teknik XRF untuk industri kertas, terdiri dari tiga bagian utama, sistem sensor, sistem data akuisisi, dan komputer proses dengan program aplikasi data akuisisi dan *data logger*. Sistem sensor terdiri dari sumber radioaktif Fe-55, detektor *plastic scintilation* dan *pre amplifier*. *Discriminator*, *mikrocontroller*, dan *counter to current converter* merupakan bagian pertama. Sinyal keluaran bagian pertama adalah arus 4–20 mA. Sistem data akuisisi merupakan modul *dedicated computer proces*, terdiri dari modul konverter arus ke teganga, modul ADC, mikrokontroler, modul komunikasi I2C, LCD sebagai penampil lokal, dan modul komunikasi *bluetooth*. Keluaran modul ini berupa data digital yang ditranmisikan ke komputer proses secara serial melalui modul *bluetooth*. Pada makalah ini disampaikan pembahasan rancangan *dedicated computer* dengan data akuisisi dan komunikasinya ke komputer proses dengan media *bluetooth*.



Gambar 3. Blok diagram perangkat analisis unsur dengan teknik XRF untuk industri

Perancangan perangkat keras dilakukan dengan mengacu pada hasil studi literatur di pabrik kertas. Beberapa batasan seperti gangguan sinyal, penempatan, kondisi lingkungan pabrik dilakukan sebagai bahan utama dalam perancangan. Pemilihan catu daya, sistem komunikasi, modul mikrokontroler, pemilihan fasilitas tampilan lokal merupakan salah satu hasilnya. Gambar 3 menjelaskan blok diagram sistem secara keseluruhan. *Dedicated computer* dijadikan sebagai antar muka untuk akuisisi data ke komputer proses.



Gambar 4. Blok diagram komunikasi dengan *bluetooth* antara *dedicated komputer proses* dengan komputer proses

Modul *dedicated computer* dilengkapi dengan modul catu daya 12 V dan 5 V yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan catu daya sistem. Terdapat panel layar LCD 4 baris 20 karakter untuk menampilkan informasi nilai parameter yang terbaca. Data dari mikrokontroler ditampilkan ke layar LCD dengan komunikasi I2C. Modul komunikasi *bluetooth* sebagai sarana komunikasi untuk mengirimkan data ke komputer proses secara nirkabel. Modul konversi dari arus ke tegangan berfungsi untuk merubah besaran arus dari sinyal detektor standar 4–20 mA, menjadi 0–3 Volt. Keluaran dari modul ini berupa tegangan antara 0–3 volt sebagai masukan sub modul mikrokontroler. Nilai tegangan akan dikonversi sebagai nilai digital dan dilakukan perhitungan sesuai dengan parameter kalibrasi. Langkah berikutnya adalah *prototyping*, yaitu melakukan penyusunan perangkat keras hasil rancangan. Penyusunan dilakukan pada *projectboard* dengan menyusun komponen dan modul yang digunakan. Susunan komponen utamanya ditampilkan seperti pada Gambar 4.

Langkah berikutnya adalah pembuatan program akuisisi data yang akan ditanam di modul *dedicated computer*. Perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram adalah *Sketch* versi 1.65. Perangkat lunak ini di *upload* ke modul mikrokontroler ARM, SAM3X8BE untuk selanjutnya modul akan menangani perintah untuk melakukan pembacaan sinyal arus yang diubah ke tegangan. Data dikirim ke komputer proses melalui komunikasi nirkabel *bluetooth*. Program aplikasi *Sketch* digunakan untuk membuat program mikrokontroler yang digunakan untuk akuisisi data analog dan mengirimkan ke komputer proses dengan modul *bluetooth*.

Program aplikasi tampilan dan *data logger* di komputer proses dibuat setelah *prototyping* di *projectboard* selesai dan diintegrasikan dengan program akuisisi dan komunikasi data di mikrokontrolernya. Program aplikasi yang dirancang akan menampilkan parameter yang diukur dalam bentuk digital, menampilkan dalam bentuk *trend* grafik, dan menyimpan dalam bentuk file dengan format *.CSV. Program aplikasi baru menampilkan tampilan digital dan dapat menampilkan dalam bentuk besaran yang sebenarnya harus dilakukan kalibrasi.

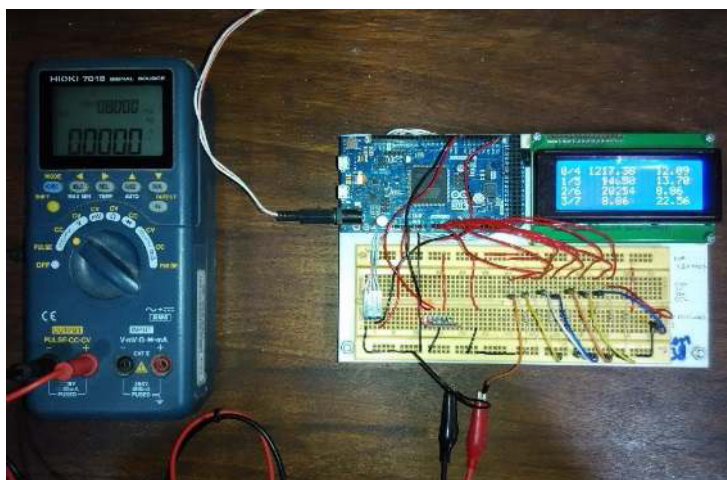
Proses yang terakhir adalah melakukan pengujian, yaitu membandingkan hasil bacaan dengan nilai yang sebenarnya. Cara ini dilakukan dengan melakukan injeksi arus

dengan menggunakan kalibrator *Signal source*. Perangkat *Dedicated Computer* diinjeksi dengan arus standar 4 sampai 20 mA, dan hasilnya dibaca pada layar tampilan LCD dan di komputer proses. Pengujian dilakukan untuk setiap kanal *analog input* yang digunakan.

Pengujian dengan komunikasi *bluetooth* sebagai pengganti komunikasi serial dengan melakukan konfigurasi antara komputer proses dan modul *dedicated computer*. Konfigurasi ini diperlukan agar data tidak hilang atau terjadi pemutusan komunikasi karena pengaruh lingkungan, misalnya terhalang tembok, jarak antar modul *dedicated computer* dengan komputer proses terlalu jauh. Konfigurasi dilakukan dengan pengaturan jarak, yaitu sekitar 12 meter dan menghindari adanya penghalang semisal tembok beton atau tembok partisi dari bahan kayu.

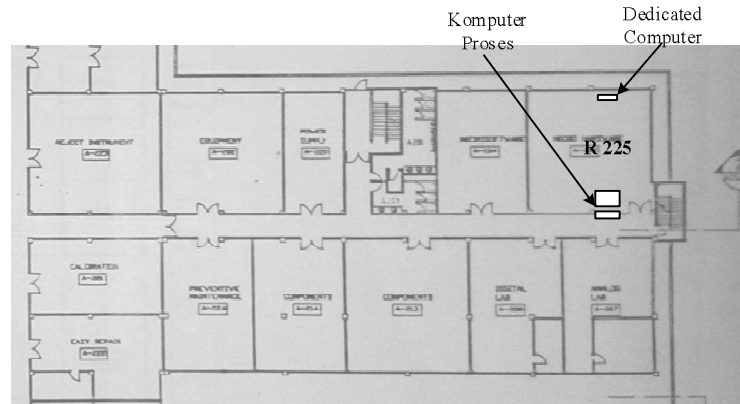
4. Hasil dan Pembahasan

Hasil kegiatan berupa hasil rancangan perangkat berupa *prototyping* di *projectboard* serta program akuisisi dan komunikasinya, dan program aplikasi tampilan yang di-*install* di komputer proses. Setelah dilakukan integrasi perangkat keras dengan program aplikasi, dilakukan pengujian akuisisi dan komunikasi. Gambar 5 menampilkan skema pengujian dengan menggunakan *signal source*. Arus injeksi dibuat bervariasi dari 4-20 mA, dengan kenaikan setiap 4 mA untuk mensimulasikan sinyal dari masing-masing parameter. Hasil sinyal injeksi dikirim ke komputer proses dengan menggunakan komunikasi *bluetooth*. Hasil pembacaan dilakukan dengan komputer dengan variasi jarak. Pada setiap jarak dan posisi tertentu data direkam.



Gambar 5. Perangkat *dedicated computer* sebagai data akuisisi diinjeksi arus 4–20 mA, dengan kalibrator *Signal source*

Pengambilan data dilakukan di Ruang 225 Gedung 71 lantai 2. Denah pengujian diperlihatkan seperti pada Gambar 6. Jarak antara *dedicated computer* dengan komputer proses dibuat secara variasi dengan perubahan setiap 1 meter. Tabel 2 menampilkan data hasil pengukuran dengan menggunakan *komunikasi bluetooth*. Data dibaca dari hasil akuisisi data untuk empat kanal ADC, yaitu kanal ADC0, ADC1, ADC2 dan ADC3. Pada masing-masing kanal, dilakukan sekali pengukuran untuk untuk jangka waktu sekitar 60 detik. Status koneksi dinyatakan kondisi G (*good*), bila data yang dikirim dapat diterima dan nilainya sesuai dengan nilai konversi dari arus ke digital yang terbaca di masing-masing kanal ADC. Koneksi dinyatakan L (*loss*) bila pada jarak tersebut komunikasi terputus dan data tidak dapat diterima (notifikasi koneksi terputus dinyatakan di *status property* sistem operasi)



Gambar 6. Pengujian komunikasi *bluetooth* antara modul *dedicated computer* sebagai data akuisisi ke komputer proses di dalam ruangan (Gd 71 Lt 2 ruang 225)

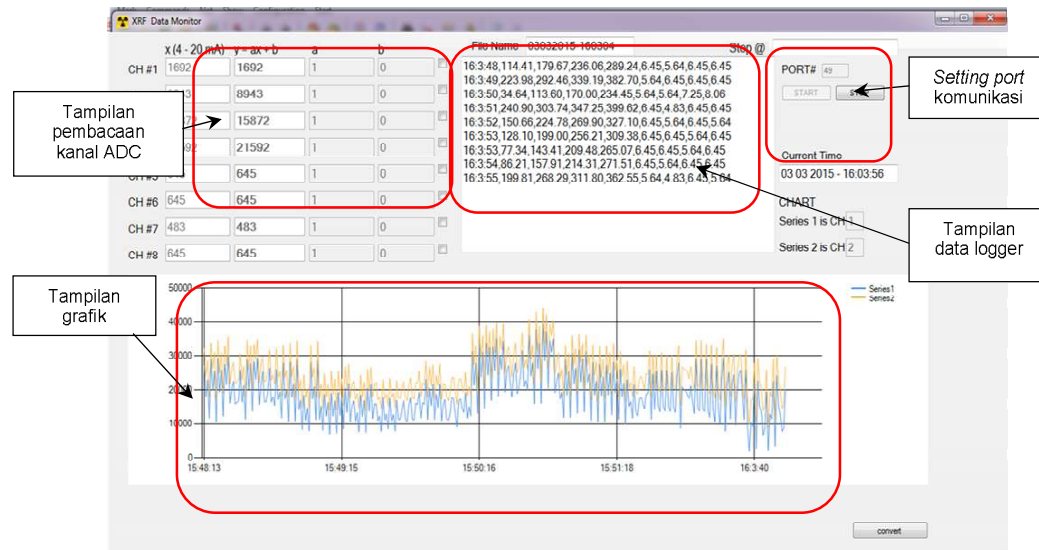
Tabel 2. Data Hasil pengukuran

Jarak (meter)	Arus Injeksi (mA)	Terbaca ADC (mV)				Status Koneksi
		ADC0	ADC1	ADC2	ADC3	
1	4	603	616	612	608	G
	20	3022	3081	3068	3044	G
2	4	604	615	613	608	G
	20	3014	3092	3057	3045	G
3	4	604	615	611	609	G
	20	3015	3087	3059	3058	G
4	4	603	615	615	610	G
	20	3011	3091	3058	3032	G
5	4	604	616	614	610	G
	20	3027	3088	3057	3046	G
6	4	604	616	612	608	G
	20	3029	3089	3059	3042	G
7	4	604	616	612	608	G
	20	3021	3087	3057	3042	G
8	4	603	615	615	610	G
	20	3018	3091	3054	3037	G

G : Good, data dapat diterima
L : Loss, data tidak dapat diterima, komunikasi putus

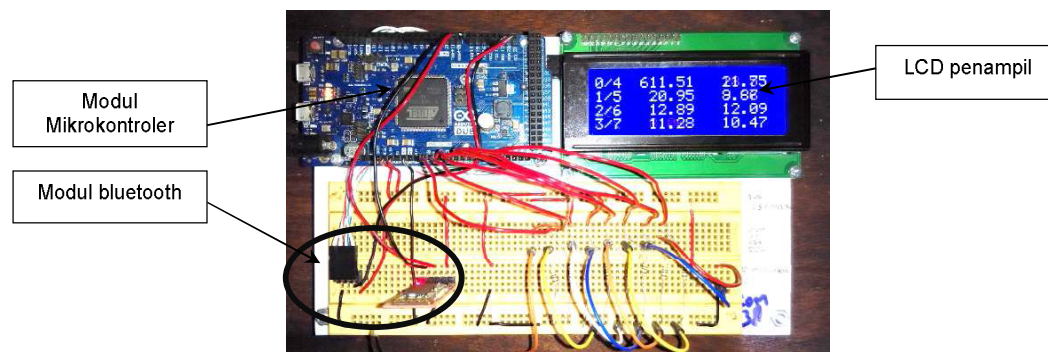
Gambar 7 menampilkan *screen capture* aplikasi data akuisisi pada komputer proses yang digunakan untuk analisa unsur dengan teknik XRF yang akan digunakan untuk industri kertas dengan memanfaatkan komunikasi *bluetooth*. Program aplikasi ini di-*install* di komputer proses, sebagai antar muka hasil pembacaan sensor yang telah dikonversik menjadi nilai digital. Program aplikasi dibuat dengan bahasa pemrograman C#. Program aplikasi yang dibuat masih sangat sederhana dan menampilkan satu *slide* tampilan yang terdiri dari empat bagian utama, yaitu tampilan pembacaan kanal ADC, tampilan *data logger*, tampilan grafik dan *setting port* komunikasi. Tampilan pembacaan kanal ADC menampilkan data digital untuk pembacaan arus 4 – 20 mA yang dikonversi dengan 12 bit ADC. Tampilan akan di-*update* setiap detik. Terdapat kolom data pembacaan ADC (x), data pembacaan setelah dihitung dengan persamaan (y), dan kolom kalibrasi untuk menentukan nilai persamaan dengan $y = ax + b$. Tampilan *data logger* menampilkan nilai data yang dikirim setiap detik dan akan di-*refresh* setelah data disimpan. Terdapat informasi nama *file* hasil pembacaan yang disimpan. Nama *file*

dengan format tanggal, bulan, tahun, jam, menit, detik. Tampilan grafik menampilkan *trend* grafik untuk 2 kanal, yang dapat dipilih. Sumbu y merupakan nilai hasil bacaan setelah dikalibrasi, dan sumbu x menunjukkan waktu pembacaan. *Setting port* komunikasi, menampilkan *realtime* waktu dan *port* komunikasi yang digunakan untuk komunikasi dengan modul *dedicated computer*. Tombol *Start* dan *Stop*, digunakan untuk memulai dan mengakhiri akuisisi data. Dalam pengembangan selanjutnya tampilan ini dapat dikembangkan sehingga tampilan akan lebih informatif.



Gambar 7. Screen capture rancangan aplikasi data akuisisi pada komputer proses

Gambar 8 menampilkan rancangan perangkat keras *dedicated computer* yang digunakan untuk akuisisi pada komputer proses yang digunakan untuk analisa unsur dengan teknik XRF yang akan digunakan untuk industri kertas dengan memanfaatkan komunikasi *bluetooth*. Tiga bagian utama yaitu mikrokontroler sebagai akuisisi data dan perhitungan, modul komunikasi *bluetooth* HC-05, dan LCD untuk menampilkan data. Rancangan masih menggunakan *projectboard* sebagai media percobaan. Modul masih dalam bentuk *prototip* dan dapat dilakukan perbaikan sehingga memungkinkan untuk dilakukan pengujian di industri. Perbaikan dapat dilakukan dengan penempatan perangkat pada *subrack*, penggantian *projectboard* dengan PCB dan pemakaian konektor standar untuk instalasi dan pengkabelan. Penempatan pada sebuah *subrack* akan mengurangi kesalahan yang disebabkan kontak dan sambungan yang kurang sempurna dan melindungi perangkat dari debu, percikan air, dan penempatan komponen yang kurang solid.



Gambar 8. Implementasi rancangan *dedicated computer* pada *projectboard*

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang berhasil mengimplementasikan komunikasi *Bluetooth* dengan modul HC-05 sebagai pengganti komunikasi kabel USB antara modul *dedicated computer* dengan komputer proses. Komunikasi secara *wireless* dapat berfungsi sampai pada jarak 8 meter tanpa terputus dan kehilangan data. Perangkat lunak aplikasi akuisisi data dapat menampilkan parameter yang diukur dan dapat menyimpan file data pengukuran. Tampilan dapat dikembangkan agar lebih informatif dan *user friendly*. Dalam pengujian, modul *dedicated computer* dan komputer proses sebagai akuisisi *data* dengan menggunakan komunikasi *bluetooth* dapat berfungsi dengan baik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rony Djokorayono, Usulan Kegiatan 2014, Perangkat Analisis Unsur dengan Teknik XRF untuk Industri, Lampiran 4, PRFN – BATAN.
- [2] Rony Djokorayono, 2015, Program Manual Perekrayasaan Perangkat Analisis unsur dengan Teknik XRF untuk Industri No.Dok: PM01-WP0-WBS0-RFN-2015-010, PRFN – BATAN.
- [3] <http://www.androidcentral.com/galaxy-s5-wireless-charging>, diakses 11 April 2015, 20.45.
- [4] <http://powerbyproxi.com/wireless-charging/>, diakses 11 April 2015, 20.55.
- [5] Ikhsan Shobari, dkk., 10 September 2014, Implementasi Bluetooth sebagai Komunikasi antara Server Node dengan Komputer Server pada Pemantauan Paparan Radiasi Lingkungan Terpadu, Seminar Nasional X SDM Teknologi Nuklir, ISSN 1978-0176, Yogyakarta
- [6] Jin-Shyan Lee, Yu-Wei Su, and Chung-Chou Shen, 2007, *A Comparative Study of Wireless Protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi*, The 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON), Taipei, Taiwan Nov. 5-8.
- [7] Kresimir Malaric Stanislav Safaric, 2006, *ZigBee wireless standard*, in 48th International Symposium ELMAR-2006, Zadar, Croatia.