

PENGUKURAN DAN PEMANTAUAN BESARAN SUHU PADA TANUR PELEBURAN BESI

Oleh : Hari Satriyo Basuki
Pusat Penelitian Informatika Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
e-mail : harisb1@yahoo.com

Staff Pengajar
Universitas Mercu Buana

ABSTRACT

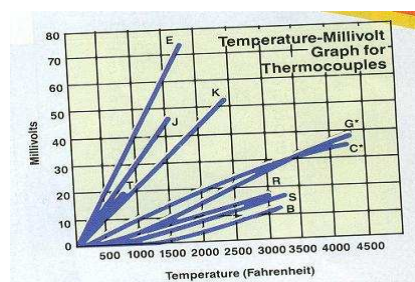
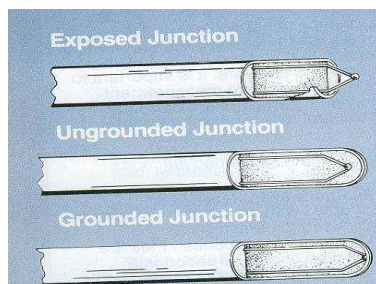
An Iron furnace using soil and scrape for its material has many type and technology. In this paper will be discussed a type of furnace to produce a pig iron using force hot air named Blast Furnace. Main discussion are on the measurement and monitor the temperature of the process which is influences the quality of the pig iron. We can change the temperature and it will change the quality of the pig iron. On this monitoring, will be used a computer, signal conditioning, color printer and some add on Card and a software to make the Human Machine Interface and the database.

Keywords : Temperature Monitoring, Blast Furnace.

I. PENDAHULUAN

Teknologi pengukuran suhu sudah berkembang sejak zaman dahulu yang dimulai dari dipegang, dengan termometer air raksa sampai termometer alkohol;, menggunakan bermacam *thermocouple* sampai menggunakan komponen elektronik. Karena dalam makalah ini suhu yang diukur selalu diatas 100 derajat maka dipergunakan sensor *thermocouple*. *Thermocouple* sendiri merupakan suatu sensor yang dibuat dari penggabungan 2 buah kawat *metal* yang berbeda dimana bila titik yang digabung tersebut terkena panas maka akan terjadi perbedaan tegangan. Ada bermacam macam jenis *thermocouple* yang tergantung pada tingginya suhu yang akan diukur,

Dalam kenyataannya *thermocouple* yang dijual dipasaran berbagai tipe tergantung pada daerah suhu yang akan diukur seperti tipe K, P, R,S, T, N, dan lainnya dan dengan panjang yang berbeda-beda pula, 10 cm, 30 cm hingga 1 meter dan sebagainya

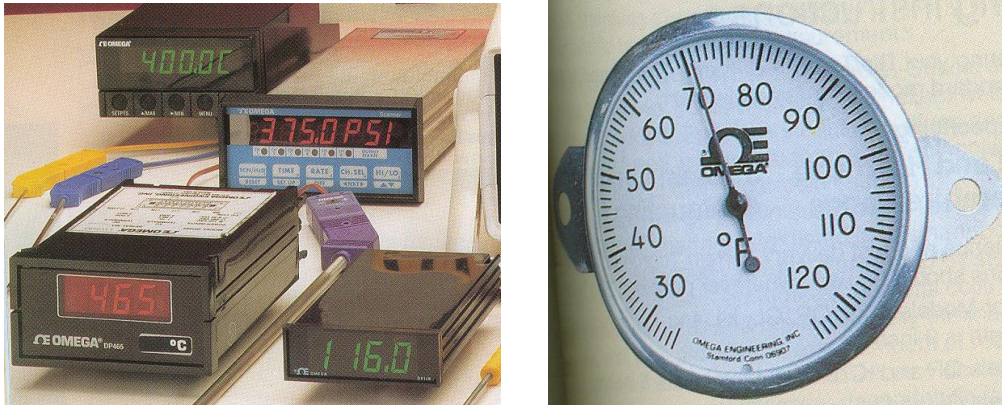


a)

b)

1. **Gambar 1 : Bentuk-bentuk thermocouple dan grafik Suhu dan Tegangan keluaran** Omega (1990), America

Karena keluaran thermocouple sangat kecil maka untuk menampilkannya diperlukan penampil yang berupa rangkaian elektronika dengan tampilan digital atau meter analog seperti terlihat di Gambar 2 dibawah ini.

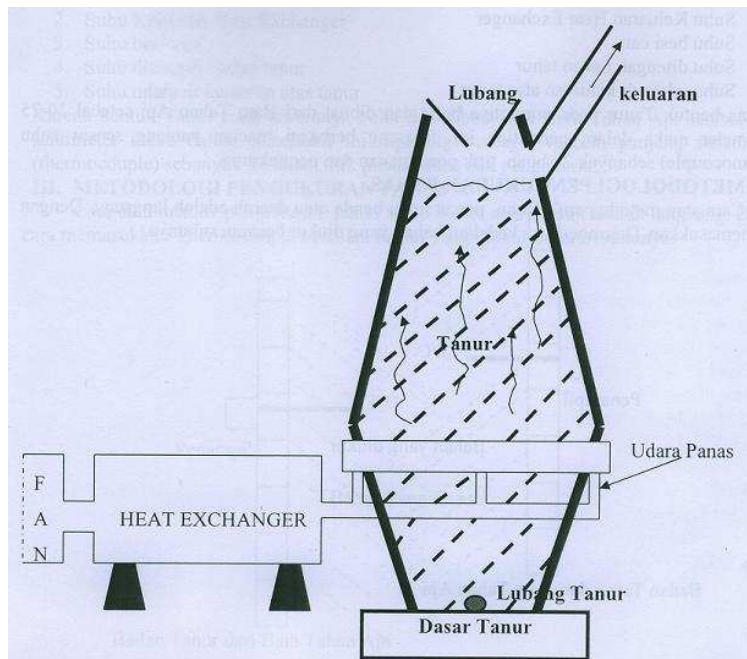


Gambar 2 : Penampil digital dan analog Omega (1990), America

II. TEKNOLOGI TANUR

Sebenarnya teknologi tanur itu kurang berkembang dan sejak jaman dahulu masih seperti yang ada sekarang ini, hanya sekarang dibantu pengendaliannya dan pemantauannya dengan menggunakan komputer.

Secara sederhana sebuah tanur dapat digambarkan seperti Gambar 3 dibawah ini :



Gambar 3 : Bentuk Tanur Peleburan besi

Cara kerja Tanur :

Tanah yang mengandung bijih besi dimasukkan melalui lubang di atas tanur hingga mencapai suatu ketinggian tertentu. Tanah tersebut dicampur

dengan arang, kapur dan lain lainnya. Tanah dan campuran tersebut dibuat tidak padat akan tetapi berpori dan kering sehingga udara dapat melewatinya. Udara ditiupkan kedalam *Heat Exchanger* harus mempunyai kekuatan tertentu karena harus mampu menembus bahan yang ada didalam tanur. Udara tersebut dipanasi dan diputar kembali secara terus menerus dan bertahap hingga suhu dikeluarkannya mencapai 1500 derajat *Celcius*. Setelah mencapai setinggi yang dikehendaki maka ditiupkan ke bahan pembuat besi yang ada dalam tanur tersebut. Udara ditiupkan melalui melalui 4 lubang. Udara panas tersebut akan mengalir keatas dan keluar melalui keluaran udara dengan membawa debu debu

Dengan suhu sepanas tersebut diatas maka arang akan menyala dan mencairkan bahan besi tersebut yang mengandung besi sekrap dan kapur dan mencairkan pula tanah yang mengandung besi. Dan besi yang cair tadi akan turun menjadi besi cair dan kotoran tanur dan berada dibawah dalam tanur. Bila diperkirakan sudah cukup banyak besi cair yang ada di bagian dalam bawah tanur maka disiapkan cetakan. Besi cair dikeluarkan melalui lubang tanur dan besi cair dituangkan dalam ember dan dituangkan ke cetakan.

Secara perlahan dan pasti campuran bahan pembuat besi tersebut akan turun perlahan kalau bagian bawah sudah mencair dan sudah dikeluarkan. Bila ketinggiannya sudah menurun maka akan ditambah lagi bahannya melalui lubang diatas tanur. Dan yang sangat penting dalam suatu tanur adalah mengetahui suhu dari setiap bagian proses yaitu :

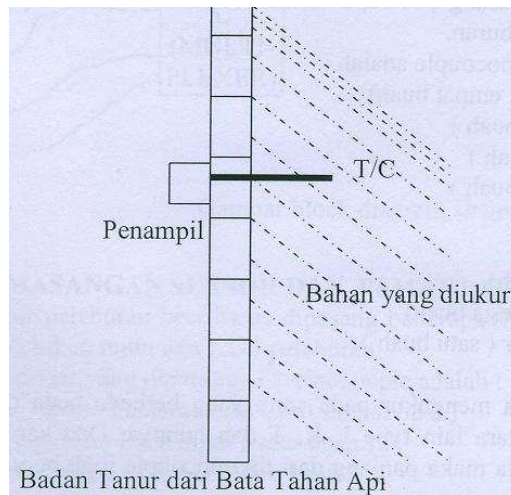
1. Suhu masukan ke *Heat Exchanger*
2. Suhu Keluaran *Heat Exchanger*
3. Suhu besi cair
4. Suhu ditengah badan tanur
5. Suhu udara di keluaran atas tanur

Karena bentuk Tanur pada umumnya bulat dan dibuat dari Batu Tahan Api setebal 20-25 sentimeter maka dalam penelitian ini dipasang berbagai macam panjang sensor suhu (*thermocouple*) sebanyak 27 buah titik pemantauan dan pengukuran.

Dalam kajian pustaka dari beberapa buku yang ada antara lain bahwa pemantauan suhu suatu tanur itu banyak sekali model dan caranya akan tetapi untuk tanur sederhana dan ukuran sedang perlu diteliti. Maka sistem yang dibahas disini adalah yang pernah diteliti dan dipasang di Tanur di Balai Pembuatan Bijih Besi LIPI di Lampung. Yang utama disini adalah pelaporan suhu yang termonitor melalui *thermocouple* dan ditampilkan melalui monitor komputer dan di cetak melalui *printer* lengkap dengan tanggal, *thermocouple* 1 sampai 27, pada jam berapa terjadi alarm, pengeluaran hasil tanur dan lain sebagainya dengan harapan dari hasil pemantauan ini dapat memperbaiki proses sehingga dapat meningkatkan mutu dari *pig iron* yang dihasilkan dan dapat bersaing dengan industri luar lainnya.

III. METODOLOGI PENGUKURAN SUHU/TEMPERATUR

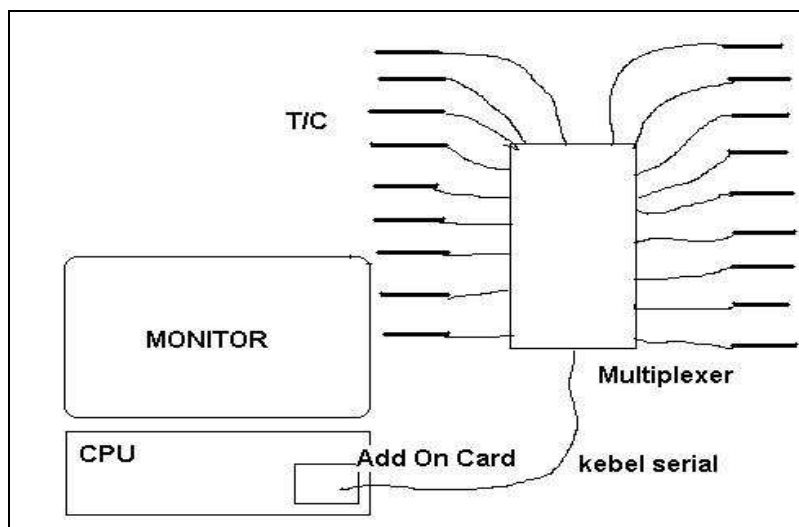
Cara atau metode pengukuran suhu suatu benda atau daerah adalah langsung. Dengan cara memasukkan Thermocouple kedalam bahan yang diukur besaran suhunya (Gambar 4)



Gambar 4 : Pemasangan Thermocouple dibadan Tanur

Untuk tanur diperlukan minimal 27 sensor suhu yang akan mengukur besaran suhu dimana *thermocouple* tersebut dipasang. Untuk menghemat pemakaian penampil, maka setiap *thermocouple* dihubungkan ke pengumpul atau *Signal Conditioner* dan berfungsi sebagai *multiplexer* dan dari pengumpul tersebut dihubungkan ke komputer, Di komputer, sinyal dari *multiplexer* tersebut diterima oleh papan elektronik (Add On Card) khusus yang akan menghubungkan antara pengumpul dengan komputer (Gambar 5).

Secara block diagram seperti dibawah ini :



Gambar 5 : block diagram sistim pemantau 3]

Dari setiap *thermocouple* ditarika kabel sejenisnya ke *multiplexer* sehingga hasil pengukuran suhu oleh *thermocouple* sampai di *multiplexer* tidak berubah seperti *multiplexer* terpasang langsung dibadan tanur. Di *multiplexer* diproses masukan dari 27 *thermocouple* dan di *multiplex* diperkuat dan melalui keluaran port RS485 disalurkan ke komputer. Dengan dipakainya RS485 ini jarak ke komputer dapat jauh dari lokasi tanur sehingga ruang kontrol dimana komputer berada dapat terhindar dari debu dan panas serta lainnya yang dapat merusak komputer dan sistem pemantau lainnya. Komputer disini sebagai pemroses data yang masuk, menampilkan secara keseluruhan sinyal dari tiap *thermocouple*, memerintahkan untuk dicetak atau tidak dan memberikan / menyuarkan *alarm* bila terjadi sesuatu hal yang diluar batas yang dikehendaki.

III.a PEMASANGAN SENSOR DAN PEMANTAUAN

Untuk tanur peleburan besi harus dipasang beberapa *thermocouple* ditempat tempat tertentu yang menentukan mutu dari hasil peleburan.

Tempat tempat yang dipasang Thermocouple adalah :

1. Diatas lubang keluaran besi cair (empat buah)
2. Masukan *Heat Exchanger* (satu buah)
3. Tengah *Heat Exchanger* (satu buah)
4. Keluaran *Heat Exchanger* (satu buah)
5. Leher Tanur (empat buah)
6. Atas Tanur (empat buah)
7. Tengah/badan Tanur (empat buah).
8. Keluaran udara kotor dari tanur (tiga buah)
9. Air siraman keluaran udara Tanur (satu buah)
10. Suhu sekitar tanur (satu buah)

III.b PENGUMPUL DAN PENAMPIL HASIL PENGUKURAN

III.b.1 HARDWARE

Dalam penelitian pemantauan suhu ini dipergunakan tiga buah hardware yang utama yaitu :

III.b.1.1. Pengumpul (*multiplexer*) Advantech (1991), Texas, America

Pengumpul yang berupa *Board* buatan *Advantech* yang berfungsi sebagai *multiplexer* dan *signal conditioning*. Board ini akan memultiplex dan mengkondisikan sinyal yang berasal dari 27 *thermocouple* dan diletakkan sedekat mungkin dengan Tanur dan jauh dari ruang komputer/kontrol. Dari ujung *thermocouple* ke *multiplexer* menggunakan kabel khusus disesuaikan dengan *thermocouple* yang dipakai, *thermocouple* J menggunakan kabel J, *thermocouple* K menggunakan kabel K.

Setelah sinyal dikondisikan dimana sinyal yang lemah diperkuat dan yang kuat diatur sehingga semuanya mencapai standart yang diinginkan kemudian dimultiplex sehingga dapat disalurkan dalam satu bentuk data

serial RS485. Data serial tersebut disalurkan melalui kabel serial ke komputer di ruang kontrol.

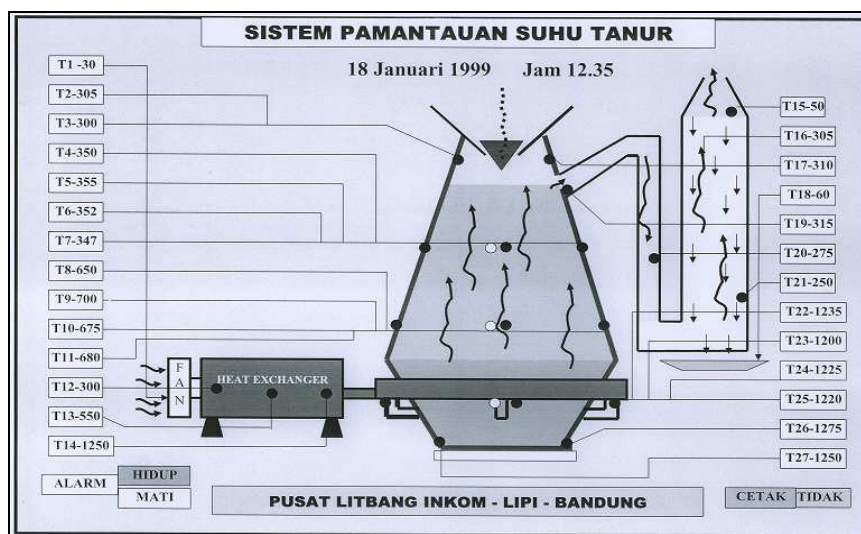
III.b.1.2. Interface dengan komputer (*Add-on Card*) Advantech (1991), America

Interface ini yang berupa *add on card* dipasang di komputer. Inputnya berupa serial data RS485 yang berasal dari pengumpul / *Multiplexer*. Hubungan dengan komputer melalui Bus sehingga dapat cepat dalam menyampaikan data yang diterima dan diproses oleh *Microprocessor* didalam komputer.

III.b.1.3. Komputer

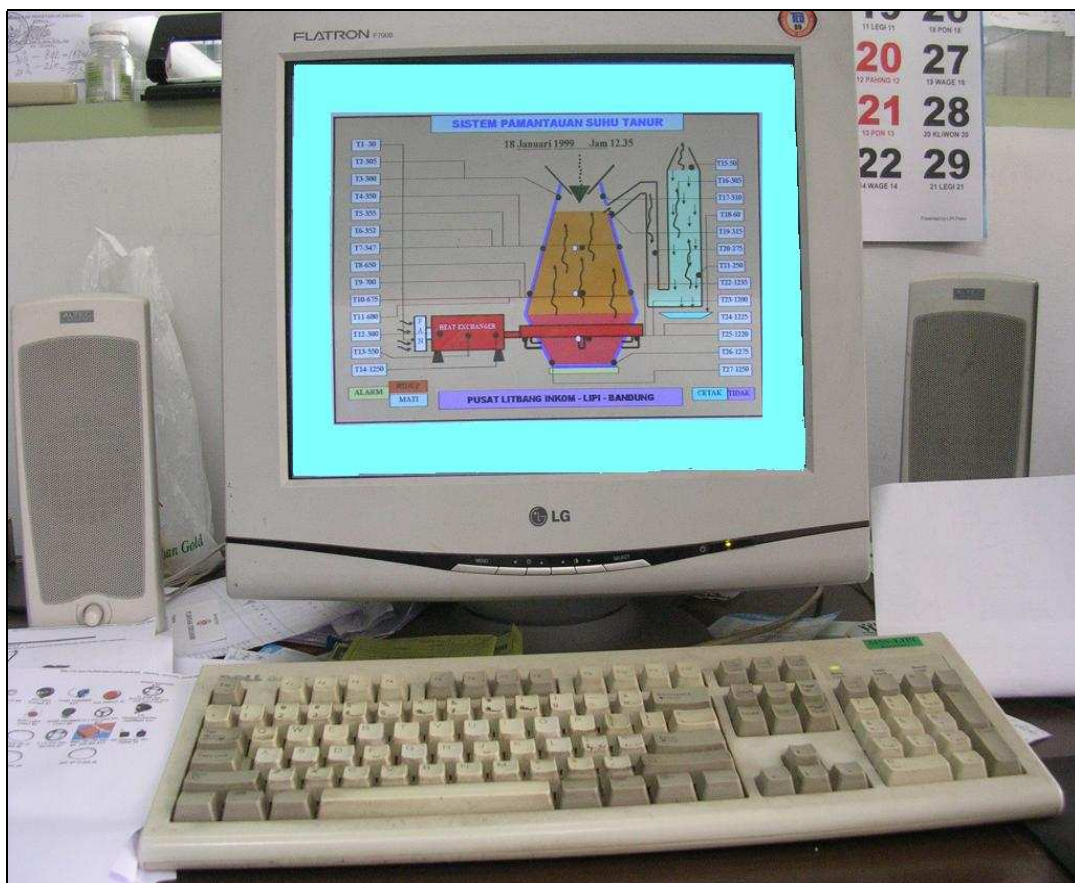
Komputer ini berfungsi sebagai *Human Machine Interface* (HMI) yang menghubungkan antara manusia yaitu operator dengan mesin atau komputer. Peralatan yang termasuk di sarana komputer ini adalah printer warna. Printer ini yang akan mencetak hasil pemantauan suhu seperti di tunjukkan di lampiran, yang dapat berupa data tabel suhu atau dalam bentuk grafik yang setiap *thermocouplenya* berbeda warna. Dan menampilkan juga tanda terjadinya *alarm*. Monitor akan menampilkan hasil pengukuran dan hasil proses yang diukur dan ditampilkan setiap 5 menit pengukuran, *alarm* yang akan menyuarakan bilamana ada hasil yang melampaui batas normal. Komputer ini dilengkapi dengan software penampil gambar tanur yang dibuat dengan menggunakan *Visual BASIC 4*] tampilan suhu yang diukur di 27 lokasi pengukuran *thermocouple* yaitu T1-T27 dari *add-On Card* dan software penampil tersebut menyimpan data tersebut dalam bentuk data lajur dari *Excel* yang akan menampilkan hasil pengukuran dalam bentuk tabel seperti tabel 1 dibawah yang juga dapat ditampilkan dalam bentuk grafik.

Pengukuran suhu akan berlangsung setiap detik akan tetapi untuk ditampilkan di monitor dapat diset tiap 5 menit atau 10 menit atau pemilihan waktu lainnya. Pemilihan waktu menampilkan data ini akan mempengaruhi juga pencetakan hasil pengukuran suhu.



Gambar 6 : Gambar display penempatan Thermocouple dan hasil pengukuran

Karena data pengukuran dilaksanakan setiap 5 menit maka tampilan juga akan berubah setiap 5 menit. Untuk mengetahui kejadian sebelumnya, 15 menit sebelumnya atau 3 jam sebelumnya harus melihat di hasil cetakan. Di hasil cetakan akan terlihat hasil pengukuran sebelumnya hingga data tanggal yang dipilih dapat ditampilkan / diambil misalkan 3 minggu sebelumnya. Yang ditampilkan adalah yang terukur saat itu. Dengan berwarna warni akan dapat dilihat kapan dan jam berapa terjadi alarm, kenapa terjadi alarm, dan berapa lama terjadinya dan langkah-langkah yang dilakukan oleh pelaksana akan dapat dimonitor. Komputer ini dilengkapi dengan monitor sebesar 21 inchi sehingga gambar tanur dengan tampilan T1 sampai T27, tanggal dan jam pengukuran dll dapat terlihat dari jarak jauh dengan jelas.



Gambar 7 :Tampilan di Komputer sebenarnya

III.b.2 SOFTWARE

Software yang dipakai di dalam pembuatan penampil pemantauan suhu tanur ini adalah *Visual BASIC* yang dibuat untuk membuat tampilan gambar tanur dan berjalan di *Windows* yang dilengkapi dengan *Excel* untuk menampilkan tabel hasil pengukuran dan mencetaknya di printer

berwarna. Dengan *software* ini dibuat *user friendly* sehingga gampang dibaca serta mudah pengoperasiannya. Selain itu dengan adanya *source code* maka dapat dirubah sesuai dengan keinginan kita misalkan untuk mengganti warna, menambah jumlah *thermocouple* yang dipantau, mengganti hasil cetakan dan lain sebagainya.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian dan percobaan ternyata bahwa *thermocouple* yang dipasang terdapat banyak yang tidak sesuai dengan spesifikasinya. Misalkan *type* yang dalam spesifikasinya mampu mengukur hingga 1250 derajat ternyata ujungnya meleleh saat dipakai untuk mengukur bijih besi yang hanya bersuhu 1000 derajat *Celcius*. Pemasangan juga akan sulit bilamana batu tahan api tidak sama tebalnya akan tetapi *thermocouple* yang ada sudah tertentu panjangnya. Dengan demikian sistem penguatan di *multiplexer* dibuat dan disesuaikan dengan hasil pengukuran dan tampilan di komputer dibuat sedekat mungkin dengan sesungguhnya. Dengan berjalannya proses maka batu tahan api juga akan menipis dan menyebabkan *thermocouple* akan rusak patah bila tidak diatur masuknya.

Untuk *software* penampil yang dibuat dengan *Visual Basic* memerlukan penanganan yang cermat karena membentuk gambar *display* tidaklah mudah karena bukan hanya bentuk persegi panjang atau segitiga akan tetapi terdapat bentuk melengkung dan berbeda warna. Selain itu mempunyai kaitan antara masukan dengan keluaran, masukan dari *add-on-card* dan keluaran ke *printer* dalam bentuk *Excel*. Tentunya memerlukan penanganan yang hati hati dan seksama. Satu persatu 27 *thermocouple* diukur dan ditampilkan hasil setiap *thermocouple* di komputer dan dikalibrasi disesuaikan dengan pengukuran langsung menggunakan *display* dijital. Dengan harapan dengan cara tersebut akan mendekati hasil yang wajar dan benar.

Hal yang sulit juga adalah karena *multiplexer* terletak dekat dengan tanur maka terkena debu dimana debunya adalah debu besi yang bersifat konduktor. Untuk itu *multiplexer* harus dilindungi dari debu dimasukkan dalam kotak yang kedap debu serta selalu ditiup sehingga tekanan dalam kotak lebih tinggi daripada tekanan diluar kotak. Juga dibungkus dengan busa lembut sehingga diharapkan akan bebas dari debu.

Pada kenyataannya ruang kontrol yang cukup jauh dari tanur masih tetap berdebu dan kotor sekali. Hal ini karena debu datang lewat saluran AC dan ventilasi yang kurang tertutup. Ruang kontrol dibuat dengan jendela kaca untuk melihat keadaan tanur.

Hasil penelitian dapat dikatakan berhasil karena tampilan suhu di komputer terlihat bekerja dengan baik, *printer Epson FX 1170* dapat mencetak hasil pengukuran dan *alarm* berfungsi bilamana ada hal hal yang diluar kewajaran. Percobaan dengan mencabut *thermocouple* di *heat exchanger* menyebabkan hasil cetak menjadi merah dan *alarm* berbunyi. Demikian pula bila kipas diberhentikan maka *alarm* yang utama akan berbunyi menandakan kejadian luar biasa. Bila angin yang ditiupkan berhenti maka akibatnya sangat fatal, besi cair didalam tanur akan

membeku dan rusak. Bila terjadi bahan besi yang belum jadi membeku maka untuk mengeluarkannya memerlukan waktu berbulan-bulan sedangkan industri yang memerlukan besi hasil pengecoran tanur ini tidak dapat menunggu. Oleh karena penjagaan sistem *blower* dan kipasnya memerlukan perhatian khusus seperti masukan tegangan untuk *blower* harus dijaga agar jangan sampai putus.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pelaksanaan kegiatan ini banyak sekali manfaat dan kegunaan dari hasil pengamatan dan hasil pengukuran. Dengan bantuan komputer untuk menampilkan secara visual dan *printer* warna untuk melihat data hasil cetakan (*print out*) pelaksanaan pengukuran maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Teknologi tanur itu dapat dimonitor prosesnya dengan bantuan komputer
2. Pemantauan proses yang terjadi dalam suatu tanur peleburan bijih besi dapat dilaksanakan dengan bantuan komputer, *thermocouple*, *printer* dan alat lainnya
3. Dengan berdasarkan hasil yang ditampilkan dan tercetak akan dapat dibuat besi pig iron dengan komposisi yang diminta industri.
4. Teknologi peleburan bijih besi dengan sistem tanur *blast furnace* sudah dikuasai termasuk pemantauan suhunya.
5. Teknologi pemantauan suhu untuk proses peleburan bijih besi sudah dikuasai

Selain itu beberapa saran perlu disampaikan sebagai berikut :

- Tentunya teknologi pemantauan berkembang terus maka dirasa perlu dilaksanakan dengan menggunakan berbagai komponen baru yang ada di pasaran
- Dapat dikembangkan dengan disambungkan ke *Local Area Network* pa-brik sehingga setiap komputer yang tersambung dan memerlukan tampilan dimungkinkan untuk dapat melihat proses yang terjadi bahkan dapat disambungkan ke *Internet* atau berbasis *web* sehingga pengawas yang ada di luar kantor bahkan di Luar Negeripun dapat memantau setiap kejadian di Tanur.
- Diadakan sistem alarm yang dapat dibuat bertingkat dan dimungkinkan disuarakan melalui pengeras suara bilamana terjadi keadaan paling gawat.
- Dapat dibuat websitenya sehingga muncul di Internet dan semua orang

dapat mengkases dan mempelajari sistemnya.

- Data yang diperoleh selanjutnya dapat dipakai sebagai *input* peralatan kontrol yang perlu ada tindak lanjutnya.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Omega thermocouple handbook, 1990, Omega
2. Advantech Cards and Parts Handbook, 1991, Texas, America
3. Setiawan S., 2006, "Mudah dan menyenangkan belajar Mikrokontroler", Andi Offset Yogyakarta, ISBN 9798-763-367-5
4. Praselia R. dan Widodo C. E., 2004, "Teori dan Praktek Visual Basic 6.0" Andi Offset Yogyakarta, ISBN:979-731-384-0

Riwayat Hidup Penulis :

Nama : Hari Satriyo Basuki

Gelar : Insinyur S1 Elektro Bidang Telekomunikasi dari Institut Teknologi 10 Nopember Surabaya

Masuk Lembaga Elektroteknika Nasional LIPI tahun 1978 dan saat ini sebagai peneliti Utama Bidang Telekomunikasi di Bidang Otomasi Pusat Penelitian Informatika LIPI Bandung.