

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengertian dan Kedudukan Kerja Praktik

Perusahaan baik swasta maupun pemerintah merupakan dunia kerja nyata yang akan dihadapi oleh mahasiswa setelah mereka menyelesaikan studinya dari suatu jenjang pendidikan tinggi. Mengacu dari kondisi tersebut, maka suatu lembaga penyelenggara pendidikan tinggi perlu memberikan kesempatan kepada para mahasiswa untuk mengenal lebih dekat dunia kerja yaitu dengan cara mereka terjun langsung ke lapangan melalui kerja praktek.

Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi D3 Teknik Elektronika Politeknik Negeri Bandung, kerja praktek dilakukan sebelum semester 5 dimulai dengan tujuan agar mahasiswa dapat lebih mudah mengikuti mata kuliah Kerja Praktik pada semester 5. Setiap mahasiswa yang mengikuti kerja praktek diwajibkan mencari perusahaan untuk melaksanakan kerja praktik sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Tujuan kegiatan ini adalah sebagai salah satu bentuk pengaplikasian ilmu-ilmu yang telah didapatkan selama perkuliahan. Jenis perusahaan tidak ditentukan oleh jurusan, tetapi ditentukan oleh mahasiswa yang melakukan kerja praktik. Tujuan lain diharapkan mahasiswa dapat memupuk disiplin kerja dan profesionalisme dalam bekerja dan agar dapat mengenal dunia kerja sehingga sangat bermanfaat setelah mereka menyelesaikan perkuliahan. Selain itu, kerja praktek ini sangat penting untuk diikuti oleh mahasiswa mengingat kebutuhan saat ini bukan hanya ilmu-ilmu yang bersifat teoritis, melainkan juga diperlukan suatu kegiatan yang mampu menambah dan mengembangkan ilmu-ilmu yang telah dipelajari sebelumnya pada saat kegiatan perkuliahan dan pengalaman tentang penyelesaian dari masalah yang ditemukan dalam dunia kerja nyata.

1.2 Tujuan Kerja Praktik

1.2.1 Tujuan Bagi Mahasiswa

- a. Mengikuti kerja praktik menjadikan mahasiswa mempunyai kemampuan *Hard Skill* dan *Soft Skill* yang lebih baik.
- b. Mampu menggunakan pengalaman kerjanya untuk mendapatkan kesempatan kerja yang diinginkan setelah menyelesaikan kuliahnya.
- c. Mampu melihat hubungan antara dunia kerja dengan dunia pendidikan.
- d. Sebagai pengalaman kerja awal bagi mahasiswa sebelum terjun langsung ke dunia kerja nyata dan wadah untuk menjalin relasi bagi mahasiswa.

1.2.2 Tujuan Bagi Perguruan Tinggi

- a. Dengan melaksanakan kerja praktek perguruan tinggi mampu meningkatkan hubungan kemitraan dengan perusahaan.
- b. Mampu mengembangkan program kemitraan .
- c. Mampu merelevansikan kurikulum mata kuliah dengan kebutuhan dunia kerja.

1.2.3 Tujuan Bagi Perusahaan

- a. Dengan dilaksanakannya kerja praktek diharapkan perusahaan mampu meningkatkan hubungan kemitraan dengan perguruan tinggi.
- b. Mampu melihat potensi yang dimiliki mahasiswa sebagai peserta kerja praktek, sehingga akan lebih mudah untuk perencanaan peningkatan di bidang sumber daya manusia (SDM).
- c. Melalui mahasiswa profil perusahaan dapat dikenal oleh orang banyak.

1.3 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktik

Tempat : PT INTI divisi Pengembangan Produk lantai 4 Gedung Pusat Teknologi

Waktu : Tanggal 17 Agustus 2013 s.d 30 Agustus 2013

1.4 Metode Pengumpulan Data

Untuk menyelesaikan laporan kerja praktik ini penulis melakukan beberapa langkah pengumpulan data dalam penyusunan laporan, yaitu sebagai berikut :

a. Metode Diskusi

Metode ini dilakukan dengan melakukan tanya jawab langsung dengan pembimbing teknis di lapangan.

b. Metode Studi Literatur

Metode yang dimaksudkan untuk memperoleh dan mempelajari data-data sebagai sumber acuan dan pendalaman landasan teori dalam proses perancangan, pembuatan dan pengujian rangkaian. Selain dari buku-buku yang penulis baca, referensi juga diperoleh dari internet.

c. Metode Observasi

Metode yang dilakukan dengan cara peninjauan langsung dan kerja praktek di lapangan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan kerja praktek ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, tujuan, waktu dan tempat kerja praktek, batasan masalah, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN

Bab ini membahas tentang profil PT INTI yang meliputi riwayat singkat perusahaan, visi dan misi perusahaan, struktur organisasi perusahaan, *Job Description*, produk pasar dan kompetensi perusahaan.

BAB III SIMULASI TRANSMITTER ARUS 4-20mA

Bab ini membahas latar belakang dan tujuan diambilnya topik pembahasan dalam laporan ini serta membahas secara rinci mengenai judul topik yang dikaji. Selain itu bab ini juga berisi tentang teori-teori yang relevan dengan topic yang dibahas pada laporan ini. Teori yang relevan berfungsi sebagai acuan dalam penyusunan laporan ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat simpulan berdasarkan hasil pembahasan laporan kerja praktek dan berisi saran yang diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dalam kerja praktek serta kemajuan dalam dunia industri.

BAB II

TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 Riwayat Singkat Perusahaan

PT INTI (Industri Telekomunikasi Indonesia) (persero) yang berlokasi di jalan Mochammad Toha no. 77 Bandung merupakan perusahaan yang berkiprah di bidang telekomunikasi. Fokus bisnis dari PT INTI tertuju pada kegiatan jasa engineering yang sesuai dengan spesifikasi dan permintaan konsumen, memaksimalkan value perusahaan serta mengupayakan *growth* (pertumbuhan) yang berkesinambungan, serta berperan sebagai *prime mover* (penggerak utama) bangkitnya industry dalam negeri. Logo perusahaan PT INTI dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Logo PT INTI

2.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

INTI 1974 – 2004

Dari cikal bakal Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Industri Bidang Pos dan Telekomunikasi (LPPI-POSTEL), pada 30 Desember 1974 berdirilah PT Industri Telekomunikasi Indonesia (INTI) sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) dengan misi untuk menjadi basis dan tulang punggung pembangaunan Sistem Telekomunikasi Nasional (SISTELNAS).

Seiring waktu dan berbagai dinamika yang harus diadaptasi, seperti perkembangan teknologi, regulasi dan pasar, maka selama lebih dari 30 tahun berkiprah dalam bidang telekomunikasi, INTI telah mengalami berbagai perubahan dan perkembangan.

Periode 1974 – 1984

Fasilitas produksi yang dimiliki INTI pada saat itu antara lain :

- Pabrik perakitan telepon.
- Pabrik perakitan peralatan transmisi produk.
- Laboratorium Software Komunikasi Data.
- Pabrik Konstruksi dan Mekanik.

Kerjasama Teknologi yang pernah dilakukan pada era ini antara lain dengan Siemens, BTM, PRX, JRC dan NEC. Pada era tersebut produk Pesawat Telepon Umum Koin (PTUK) INTI menjadi standar Perumtel (sekarang Telkom).

Periode 1984 – 1994

Fasilitas produksi terbaru yang dimiliki INTI pada masa ini disamping fasilitas-fasilitas yang sudah ada sebelumnya, antara lain Pabrik Sentral Telepon Digital Indonesia (STDI) pertama di Indonesia dengan teknologi produksi Through-Hole Technology (THT) dan Surface Mounting Technology (SMT). Kerjasama Teknologi yang pernah dilakukan pada era ini antara lain :

- Bidang sentral dengan Siemens
- Bidang transmisi dengan Siemens, NEC dan JRC
- Bidang CPE dengan Siemens, BTM, Tamura, Shapura dan Tatung TEL

Pada era ini INTI memiliki reputasi dan prestasi yang signifikan, yaitu :

- Menjadi pionir dalam proses digitalisasi system dan jaringan telekomunikasi di Indonesia.
- Bersama Telkom telah berhasil dalam proyek otomatisasi telepon di hampir seluruh ibu kota kabupaten dan ibu kota kecamatan di seluruh wilayah Indonesia.

Periode 1994 – 2000

Selama 20 tahun sejak berdiri, kegiatan utama INTI adalah murni manufaktur. Namun dengan adanya perubahan dan perkembangan kebutuhan teknologi, regulasi dan pasar, INTI mulai melakukan transisi ke bidang jasa engineering.

Pada masa ini aktivitas manufaktur di bidang switching, transmisi, CPE dan mekanik-plastik masih dilakukan. Namun situasi pasar yang berubah, kompetisi yang

makin ketat dan regulasi telekomunikasi yang makin terbuka menjadikan posisi INTI di pasar bergeser. Kondisi ini mengharuskan INTI memiliki kemampuan sales force dan networking yang lebih baik.

Periode 2000 – 2004

Pada era ini kerjasama teknologi tidak lagi bersifat single source, tetapi dilakukan secara multi source dengan beberapa perusahaan multinasional dari Eropa dan Asia. Aktivitas manufaktur tidak lagi ditangani sendiri oleh INTI, tetapi secara spin-off dengan mendirikan anak-anak perusahaan dan usaha patungan, seperti :

- Bidang CPE, dibentuk anak perusahaan bernama PT INTI PISMA International yang bekerja sama dengan Jtech International, bertempat di Cileungsi Bogor.
- Bidang mekanik dan plastik, dibentuk usaha patungan dengan PT PINDAD bernama PT IPMS, berkedudukan di Bandung
- Bidang-bidang swiching, akses dan transmisi, dirintis kerja sama dengan beberapa perusahaan multinasional seperti DAGEM, MOTOROLA, ALCATEL, Ericsson dan Huawei.

INTI 2005 – Sekarang

Dari serangkaian tahapan restrukturisasi yang telah dilakukan, INTI kini memantapkan langkah transformasi mendasar dari kompetensi berbasis manufaktur ke engineering solution. Hal ini akan membentuk INTI menjadi semakin adaptif terhadap kemajuan teknologi dan karakteristik serta perilaku pasar.

Dari pengalaman panjang INTI sebagai pendukung utama penyediaan infrastruktur telekomunikasi nasional dan dengan kompetensi sumberdaya manusia yang terus diarahkan sesuai proses transformasi tersebut, saat ini INTI bertekad untuk menjadi mitra terpercaya di bidang penyediaan jasa professional dan solusi total yang focus pada Infocom System dan Technology Integration (ISTI).

2.2 Visi dan Misi Perusahaan

Visi

“menjadi pilihan pertama bagi pelanggan dalam mentransformasikan “mimpi” menjadi “realita””.

Dalam hal ini “mimpi” diartikan sebagai keinginan atau cita-cita bersama antara INTI dan pelanggannya, dan lebih jauh lagi seluruh stakeholders perusahaan.

PT. INTI bertujuan menjadi pilihan pertama bagi para pelanggan untuk mentransformasikan “mimpi” menjadi “realita” (To be the customer’s first choice in transforming DREAMS into REALITY)

Misi

Berdasarkan rumusan visi perusahaan maka rumusan misi INTI terdiri dari tiga butir sebagai berikut :

- Focus bisnis tertuju pada kegiatan jasa engineering yang sesuai dengan spesifikasi dan permintaan konsumen.
- Memaksimalkan nilai perusahaan serta mengupayakan pertumbuhan yang berkesinambungan.
- Berperan sebagai prime mover (penggerak utama) bangkitnya industry dalam negeri.

2.3 Strategi Perusahaan

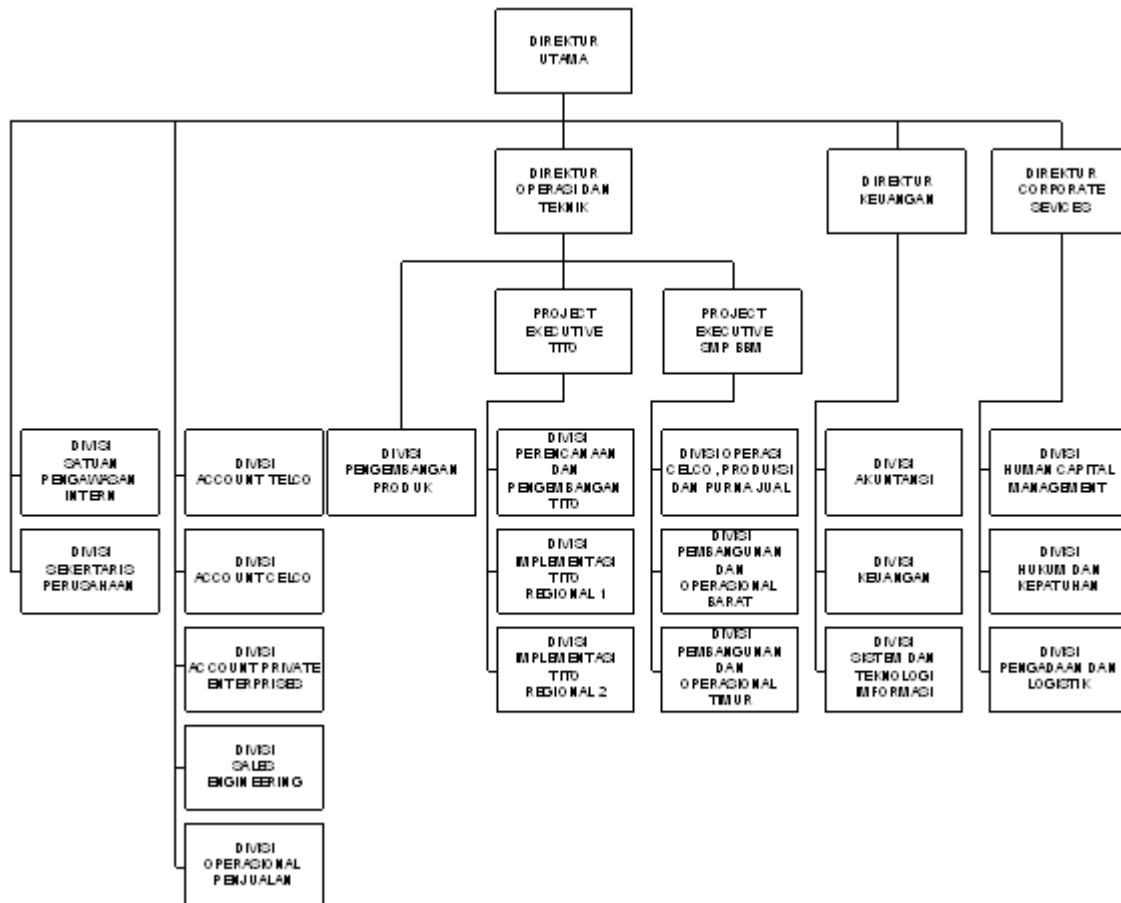
Strategi INTI dalam periode 2006-2010 difokuskan pada bidang jasa pelayanan infokom dengan penekanan pada pengembangan *“Infocom System & Technology Integration (ISTI)”*.

Bisnis INTI dalam kurun waktu 2006-2010 akan dipusatkan untuk memenuhi kebutuhan customer yang berbadan hukum. Jadi sifat bisnis yang akan dikembangkan INTI adalah “B to B” dan kurang ke “B to C”. Dengan demikian target utama pembeli atau pengguna produk atau jasa INTI adalah operator-operator jasa layanan telekomunikasi, badan-badan pemerintah, khususnya bidang pertahanan dan keamanan dan perusahaan baik swasta ataupun BUMN.

2.4 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi sebagai bagian dari manajemen yang diperlukan oleh perusahaan, dengan adanya struktur organisasi yang baik akan memudahkan para karyawan maupun para

pimpinan untuk mengetahui batas-batas tugas, wewenang dan tanggung jawab serta hubungan kerja tiap-tiap personil tersebut. Struktur organisasi yang digunakan oleh PT INTI berdasarkan prinsip organisasi lini dan staff. Sejalan dengan intense PT INTI untuk lebih focus pada jasa engineering dan lebih berorientasi ke pelanggan, maka PT INTI menyiapkan organisasinya seperti pada gambar 2.2 sebagai berikut :



Gambar 2.2 Struktur organisasi PT INTI

2.5 Job Description

Secara garis besar tugas pokok, wewenang dan tanggung jawab yang dimiliki oleh masing-masing bagian yang berkaitan dengan masalah yang penulis teliti.

2.5.1 Direksi

Direksi adalah dewan yang memimpin seluruh usaha operasi dalam menjalankan misi perusahaan untuk mencapai tujuan perusahaan dalam kinerja usaha yang menguntungkan, kepuasan pelanggan yang maksimal serta tingkat pencapaian kinerja usaha setiap perkembangannya. Tugas pokok direksi sebagai berikut :

1. Merumuskan sasaran, kebijakan strategi untuk perkembangan perusahaan dan rencana kerja serta anggaran perusahaan tahunan
2. Membina SBU dan masing-masing direktornya.
3. Mengawasi operasional SBU dan divisi masing-masing direktornya.
4. Menilai hasil kerja setiap unit serta menetapkan tindak lanjut pembinaan yang diperlukan untuk memecahkan masalah yang dihadapi.

2.5.1.1 Direktur Utama

Fungsi direktur utama adalah merencanakan, mengendalikan dan mengkoordinasikan pelaksanaan kegiatan direksi dalam pengelolaan perusahaan baik yang bersifat strategis maupun operasional sesuai dengan direksi. Agar misi perusahaan dapat diemban dengan baik dan tujuan perusahaan dapat dicapai sesuai dengan ketentuan dalam anggaran dasar dan keputusan-keputusan rapat umum pemegang saham.

Direktur utama mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

1. Mengesahkan pokok-pokok kebijakan dan strategi umum perusahaan yang akan menjadi acuan dalam penyusunan kebijakan operasional dan strategi fungsi-fungsi organisasi perusahaan.
2. Mengkoordinasikan anggota direksi yang lain sebagai suatu keterkaitan fungsional serta semangat yang kuat untuk memimpin unit-unit bawahan yang berada di bawah direktur masing-masing agar terbentuk integrasi antar direktorat.
3. Mengerahkan dan mengawasi operasional unit struktur pengawasan intern, divisi quality assurance dan kelompok pengembangan usaha.
4. Memimpin dan memberikan kepada seluruh pimpinan serta mengkoordinasikan penyelesaian persoalan yang mempunyai keterkaitan multi direktorat.

2.5.1.2 Direktur Keuangan

Fungsi Direktur Administrasi dan Keuangan adalah merencanakan, merumuskan dan mengendalikan kebijakan umum dibidang keuangan serta sumber daya manusia dan organisasi.

Direktur Administrasi dan Keuangan mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

1. Merumuskan sasaran, kebijakan dan strategi keuangan serta Sumber Daya Manusia untuk pengembangan perusahaan dan rencana kerja dan anggaran perusahaan tahunan, yang mencakup :
 - a. Struktur modal efektif.
 - b. Pengelolaan modal kerja.
 - c. Perencanaan keuangan, modal kerja dan prosedur pengadaan modal yang efektif dan efisien.
 - d. Sistem akuntansi untuk perencanaan dan pertanggung jawaban keuangan perusahaan.
 - e. Pengembangan pengelolaan SDM dan organisasi.
2. Membina divisi khususnya aspek keuangan system akuntansi dan pembinaan SDM
3. Mengarahkan dan mengawasi kegiatan operasional Divisi Keuangan dan umum.
4. Menilai hasil kerja setiap unit serta menetapkan tindak lanjut pembinaan yang diperlukan untuk memecahkan masalah-masalah yang dihadapi.

2.5.1.3 Direktur SDM dan Umum

Jabatan ini dipegang oleh seorang Asistem Manajer (Asman), memiliki tugas diantaranya :

1. Menyusun rencana, mengarahkan, melaksanakan dan mengevaluasi kegiatan urusan umum dan SDM.
2. Menerima SPPBJ.
3. Fungsi SDM perencanaan dan kebutuhan pegawai.
4. Mendokumentasikan dan mendistribusikan risalah rapat koordinasi.

5. Secara aktif mengikuti pembahasan di forum komunikasi SDM dengan memberikan alternative solusi yang baik berkenaan dengan sistem SDM & Organisasi ke bagian Bangbis SDM & Organisasi.

2.5.1.4 Direktur Pemasaran

Tugas pokok direktur pemasaran adalah melaksanakan sebagian tugas pokok direktur utama dalam bidang pemasaran dan perlengkapan. Direktur pemasaran bertanggung jawab kepada direktur utama. Pemasaran adalah :

1. Memimpin direktorat pemasaran dan perencanaan, pengembangan, pelaksanaan dan pengendalian pemasaran produk telekomunikasi dan produk atau jasa lain yang relevan serta kemungkinan deversifikasi produk atau jasa atau diversifikasi usaha untuk meningkatkan kinerja perusahaan.
2. Berwenang untuk memutuskan mengenai produk lini atau jasa yang akan dipasarkan dalam arti produk mang yang akan diperluas baik itu produk yang sudah ada atau produk baru.
3. Berwenang untuk menetapkan kebijaksanaan yang hendak diberikan pada langganan, menetapkan harga jual dan sistem penjualan serta alat promosi.
4. Berwenang untuk memutuskan bagaimana memilih pemasok barang dan jasa yang diperlukan perusahaan.
5. Berwenang untuk mengkoordinasi kegiatan pembelian, produksi dan penjualan.

2.5.1.5 Direktur Operasional dan Teknik

Fungsi dari Direktur Operasional Teknik adalah merencanakan, merumuskan pengembangan, penerapan teknologi dan mengendalikan kebijakan umum Operasi dan Teknik yang selanjutnya menjadi acuan dalam penyusunan strategi produksi SBU. Direktur Operasi dan Teknik mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

1. Merumuskan sasaran, kebijakan dan strategi Operasi dan Teknik untuk pengembangan dan rencana kerja perusahaan tahunan, mengendalikan

kebijakan umum di bidang penelitian, pengembangan dan penerapan teknologi, yang mencakup :

- a. Kemampuan produksi untuk memenuhi permintaan pasar.
 - b. Fasilitas peralatan dan permesinan yang efektif dan efisien.
 - c. Pengelolaan sistem pengendalian persediaan yang efektif dan efisien.
 - d. Pengelolaan sistem pengadaan bahan baku dan sub perakitan yang efektif dan efisien.
 - e. Pengelolaan biaya operasi.
 - f. Peningkatan keandalan produksi dan mutu *Sourcing*.
 - g. Peramalan teknologi yang efektif yang akan ditetapkan.
 - h. Peningkatan kemampuan pengembangan produk yang sudah ada.
 - i. Peningkatan kemampuan pengembangan produk baru dengan orientasi pasar.
2. Membina Divisi yang memiliki produk pemasaran dan kemampuan teknologi.
 3. Mengawasi kegiatan operasional Divisi di bawah tanggung jawab.
 4. Menilai hasil kerja setiap unit serta menerapkan tindak lanjut pembinaan yang diperlukan untuk memecahkan masalah-masalah yang dihadapinya.

2.6 Bidang Pekerjaan Perusahaan

Ruang lingkup inti difokuskan pada penyediaan jasa dalam bidang informasi dan telekomunikasi atau infokom, yang terdiri dari :

Infrastructure Development Support

Infocom Operation & Maintenance Support

Infocom System & Tecnology Integration

Infocom Total Solution Provider

Selain itu PT INTI juga melakukan penjualan produk software dan produk jasa multimedia. Sesuai dengan perkembangan teknologi dan tuntutan pasar, PT INTI membagi kegiatan bisnisnya menjadi lima bidang kegiatan antara lain sebagai berikut :

1. Jaringan Telekomunikasi Tetap (JTT)
2. Jaringan Telekomunikasi Seluler (JTS)

3. Jasa Integrasi Teknologi (JIT)
4. Jaringan Telekomunikasi Privat (JTP)
5. Outside Plant (OSP)

2.7 Produk, Pasar dan Kompetensi Perusahaan

Mengenai produk, pasar dan kompetensi perusahaan dijelaskan dalam table 2.1 di bawah ini :

Tabel 2.1 Produk, Pasar dan Kompetensi Perusahaan

Produk	Pasar	Kompetensi
Jaringan Telekomunikasi Tetap (JJT)	Operator Telekomunikasi Tetap	Integrasi Sistem <ul style="list-style-type: none"> • Jaringan Tetap • Pita Sempit dan Pita Lebar
Jaringan Telekomunikasi Seluler (JTS)	Operator Telekomunikasi Seluler	Integrasi Sistem <ul style="list-style-type: none"> • Jaringan Seluler • Pita Sempit dan Pita Lebar
Jasa Integrasi Teknologi (JIT)	Operator Telekomunikasi dan Koorporasi Publik	Produk Asli dan Kapabilitas <ul style="list-style-type: none"> • Desain Rekayasa • <i>Network Management Tools</i> • CPE (<i>Customer Premises Equipment</i>) • CME (<i>Civil, Mechanical and</i>

		<i>Electrical)</i> • Solusi Teknologi
Jaringan Telekomunikasi Privat (JTP)	Non Operator Telekomunikasi Tetap dan Non Operator Telekomunikasi Selular	Integrasi Sistem • <i>Enterprise</i> • <i>Private Network</i> • <i>Defense Communication System</i>
Outside Plant (OSP)	Operator Telekomunikasi Tetap dan Selular	Intalasi dan Maintenance • Cabling / Wiring • Duct, Poles, Tower, Repeater, etc • Jaringan tetap dan selular

BAB III

SIMULASI *TRANSMITTER* ARUS 4-20mA

3.1 Pembahasan

3.1.1 Latar Belakang

PT INTI sebagai perusahaan yang bergerak di bidang telekomunikasi banyak memproduksi modul penerima atau *receiver* yang berguna untuk membaca keluaran sensor. Sinyal transmisi yang dikeluarkan oleh sensor dan diterima oleh modul *receiver* menggunakan standar arus 4-20mA.

Dalam proses pengetesan modul *receiver* biasanya para teknisi menggunakan sumber arus yang dibuat menggunakan power suplai dan potensiometer sebagai pengatur arusnya. Dengan demikian proses pengetesan modul *receiver* memiliki banyak kekurangan diantaranya keakurasian yang kurang serta banyaknya gangguan luar yang memungkinkan terjadinya kesalahan dalam pengukuran. Proses pengetesan dapat dilakukan dengan hasil yang lebih baik jika menggunakan sensor dan *transmitter* yang sesungguhnya. Namun langkah ini memerlukan instalasi yang rumit dan membutuhkan waktu yang lebih lama karena sensor harus difungsikan dengan mengukur besaran fisis yang sesungguhnya.

Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dilakukan perancangan simulasi *transmitter* arus 4-20mA dimana keluaran dari sistem ini sama persis dengan keluaran *transmitter* yang sesungguhnya. Karena sistem ini merupakan simulasi, maka tidak diperlukan instalasi langsung dengan sensor. Nilai besaran yang dikeluarkan sensor digantikan oleh pengaturan secara terprogram menggunakan *software* yang menggunakan komputer sebagai antarmukanya. Dengan demikian proses pengetesan modul *receiver* akan lebih akurat dan mudah.

3.1.2 Tujuan

1. Memudahkan proses pengetesan modul *receiver* serta meningkatkan keakurasiannya.
2. Mengetahui karakteristik keluaran sensor-sensor yang banyak digunakan dalam instrumentasi.
3. Mengetahui dan menganalisa karakteristik sinyal arus 4-20mA.

4. Dapat merancang suatu rangkaian yang mempunyai keluaran nilai arus dengan range 4-20mA.
5. Pengembangan pengaplikasian teknik mikrokontroler dan komputerisasi dalam bidang instrumentasi.

3.1.3 Pembatasan Masalah

1. Bagaimana merancang suatu rangkaian yang keluarannya berupa sumber arus bebas.
2. Rangkaian yang dirancang berbasis mikrokontroler, DAC, dan ADC.
3. Bagaimana merancang program untuk mikrokontroler sebagai pengendali keseluruhan sistem.

3.2 Kerja Praktik di Perusahaan

Pelaksanaan kerja praktik dilakukan pada waktu dan tempat sebagai berikut:

Tempat : PT INTI divisi Pengembangan Produk lantai 4 Gedung Pusat Teknologi.
Alamat : Jl. Moch. Toha No. 77 Bandung 40253.
Waktu : Tanggal 17 Agustus 2013 s.d 30 Agustus 2013.
Jam Kerja : 07.30 – 12.00 WIB.

Pelaksanaan kerja praktik ini meliputi :

1. Mempelajari pembuatan dokumen produksi.
2. Menganalisa karakteristik beberapa sensor.
3. Merancang sistem simulasi *transmitter* arus 4-20mA.
4. Melakukan pengetesan simulasi *transmitter* arus 4-20mA dengan modul *receiver*.
5. Penyusunan laporan berdasarkan topik utama yang diambil sebagai judul laporan.

3.3 Landasan Teori

3.3.1 Sumber Arus

Sumber arus ideal merupakan salah satu elemen aktif dalam rangkaian listrik yang memiliki hambatan dalam tidak terhingga (menghasilkan arus beban yang konstan untuk berbagai hambatan sumber). Pendekatan kedua dari suatu sumber arus memiliki hambatan dalam

besar yang dipararel dengan sumber. *Sumber arus kaku* didefinisikan sebagai sumber arus yang memiliki hambatan dalam lebih dari 100 kali hambatan beban, dengan begitu kita dapat mengabaikan hambatan sumber.

Sumber arus ideal terbagi kedalam dua jenis yaitu sumber arus bebas (*independent current source*) sumber arus tak bebas (*dependent current source*), namun pada pembahasan landasan teori kali ini hanya akan dijelaskan mengenai sumber arus bebas atau *independent current source*.

3.3.1.1 Sumber Arus Bebas

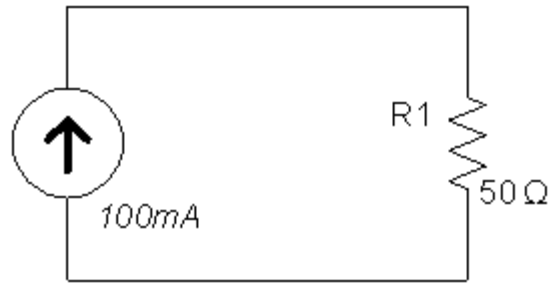
Sumber arus bebas atau biasa dikenal dengan *independent current source* merupakan sumber arus yang memiliki karakteristik khusus dimana nilai kuat arusnya tidak tergantung oleh nilai tegangan atau sumber arus lainnya. Dalam rangkian listrik, sumber arus bebas disimbolkan seperti gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Simbol Sumber Arus Bebas

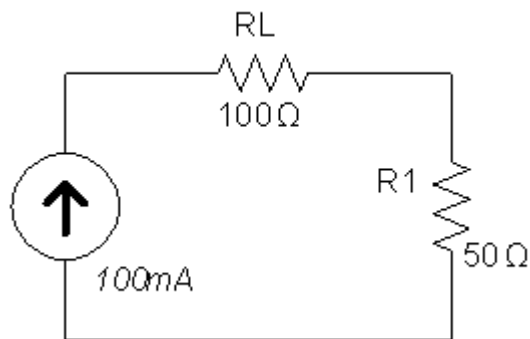
Karakteristik lain dari sumber arus bebas adalah sama seperti karakteristik sumber arus ideal secara umum yaitu memiliki tahanan dalam yang tak terhingga, karena dengan harga tahanan dalamnya yang tak terhingga memungkinkan untuk menghasilkan arus beban yang konstan untuk berbagai tahanan beban. Dengan kata lain bila ada sumber arus bebas dengan nilai arus sama dengan nol, maka itu sama saja dengan suatu rangkaian terbuka (*open loop circuit*).

Bila sebuah elemen sumber arus di pasang pada sebuah elemen pasif resistor, maka resistor akan bertindak sebagai beban. Resistor beban tersebut akan memiliki nilai tegangan sama dengan hasil kali antara nilai arus dan resitansinya.



Gambar 3.2 Rangkaian Sumber Arus 1

Gambar 3.2 memperlihatkan sebuah sumber arus bebas 100mA dihubungkan ke sebuah resistor 50Ω. R1 akan memiliki tegangan sebesar $100\text{mA} \times 50\Omega$ yaitu 5V.



Gambar 3.3 Rangkaian Sumber Arus 2

Sedangkan pada gambar 3.3 sumber arus bebas dihubungkan dengan dua buah resistor yaitu RL dan R1, dimana RL dan R1 terhubung secara seri. Kita dapat menghitung tegangan RL yaitu $100\text{mA} \times 100\Omega = 10\text{V}$, dan tegangan R1 yaitu sebesar $100\text{mA} \times 50\Omega = 5\text{V}$. Jika diperhatikan tegangan R1 pada gambar 3.2 dan 3.3 sama besar, ini menunjukkan dengan adanya sumber arus bebas ideal pada sebuah rangkaian listrik seri, sebesar apapun resistansi yang terhubung seri dengan R1 selama resistansi R1 tetap, maka tegangan R1 pun akan selalu sama. Atau dengan kata lain besar arus pada loop rangkaian sumber arus bebas selalu konstan walaupun resistansi beban berubah-ubah.

3.3.1.2 Loop Arus 4-20 mA

Loop arus 4-20 mA merupakan aplikasi pemanfaatan sumber arus bebas yang digunakan di bidang instrumentasi industri. Nilai arus 4-20mA digunakan sebagai standar output suatu

sensor dimana 4 mA untuk nilai besaran minimal yang dibaca oleh sensor, dan 20 mA untuk nilai besaran maksimal yang dapat dibaca oleh sensor.

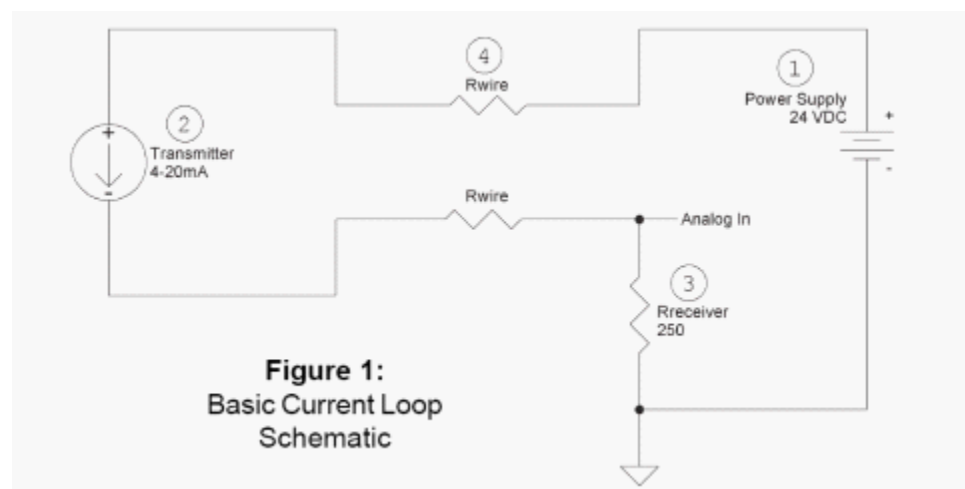
3.3.1.2.1 Dasar-Dasar Loop Arus 4-20 mA

Loop arus 4-20 mA ini sangat berpeluang menjadi sinyal standar sensor, yang ideal untuk menjadi transmisi data, karena ketidak pekaannya terhadap noise (gangguan) listrik. Dalam loop 4-20 mA ini arus sinyal mengalir ke semua komponen, mengalirkan arus yang sama bahkan pada sambungan kabel yang kurang sempurna sekalipun. Semua komponen dalam loop mengalami tegangan jatuh karena arus sinyal yang mengalir melaluinya. Arus sinyal tidak terpengaruh oleh tegangan jatuh tersebut selama tegangan listrik power supply lebih besar dari pada jumlah tegangan jatuh dalam loop pada arus sinyal maksimum 20 mA.

Gambar 3.4 menunjukkan skema dari loop sederhana 4-20 mA. Ada 4 komponen di sana yaitu :

1. Sebuah catu daya DC;
2. Sebuah transmitter 2-Wire;
3. Sebuah resistor penerima (R_{penerima}) yang mengubah sinyal arus menjadi tegangan;
4. Kabel yang menghubungkan semuanya.

Dua “R kabel” merupakan simbol yang menggambarkan perlawanan kabel dari transmitter ke catu daya dan R_{penerima} (kontroler).



Gambar 3.4 Skema Dasar Loop Arus

Pada Gambar 3.4, arus disupply dari catu daya melalui kabel ke transmitter dan transmitter mengatur aliran arus dalam loop. Arus yang diizinkan oleh transmitter disebut arus loop yang sebanding dengan parameter yang sedang diukur. Arus loop mengalir kembali ke controller melalui kabel, dan kemudian mengalir melalui resistor Rpenerima ke tanah dan kembali ke catu daya. Arus yang mengalir melalui Rpenerima ini menghasilkan tegangan yang mudah diukur dengan input kontrol analog. Untuk resistor 250Ω , tegangan akan terukur 1 VDC pada 4 mA dan 5 VDC pada 20 mA.

3.3.1.2.2 Komponen-Komponen pada Loop Arus 4-20 mA

1. Catu Daya

Catu daya untuk transmitter 2-wire harus selalu DC, karena perubahan arus merupakan parameter yang sedang diukur. Jika daya AC yang digunakan, arus dalam loop (lingkaran) akan berubah sepanjang waktu. Oleh karena itu, perubahan arus dari transmitter akan mustahil untuk dibedakan dari perubahan arus yang disebabkan oleh catu daya AC.

Untuk loop 4-20 mA dengan transmitter 2-wire, catu daya umumnya dipasok dengan tegangan 36 VDC, 24 VDC, 15 VDC dan 12 VDC.

Loop Arus yang menggunakan transmitter 3-wire dapat menggunakan power supply AC atau DC. Catu daya AC yang paling umum adalah transformator kontrol 24 VAC. Pastikan untuk memeriksa literatur instalasi transmitter untuk kebutuhan tegangan yang tepat.

2. Transmitter

Transmitter adalah jantung dari sistem sinyal 4-20 mA. Merubah besaran fisik seperti suhu, kelembaban atau tekanan menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik yang proporsional terhadap suhu, kelembaban atau tekanan yang diukur. Dalam loop 4-20 mA, 4 mA merupakan titik pengukuran terendah dan 20 mA merupakan titik tertinggi.

Beberapa *transmitter* saat ini menggunakan range catu daya, misalnya 15-24 VDC untuk *transmitter* kelembaban atau 7-40 VDC untuk transmitter suhu. Tegangan rendah adalah tegangan minimum yang dibutuhkan untuk menjamin operasi yang tepat dari *transmitter*. Tegangan tinggi adalah tegangan maksimum *transmitter* untuk dapat bertahan dan beroperasi dengan spesifikasi yang ditetapkan.

3. Resistor Penerima

Adalah jauh lebih mudah untuk mengukur tegangan daripada untuk mengukur arus. Oleh karena itu, banyak sirkuit loop saat ini (seperti rangkaian pada gambar 3.4) menggunakan Rpenerima untuk mengubah arus menjadi tegangan. Dalam Gambar 3.4, Rpenerima adalah sebuah resistor presisi 250Ω. Arus yang mengalir melaluinya akan menghasilkan tegangan yang mudah diukur oleh input kontrol analog. Untuk resistor 250Ω, tegangan akan terukur 1 VDC pada arus loop 4 mA dan 5 VDC pada arus loop 20 mA. Rpenerima yang paling umum dalam sebuah loop 4-20 mA adalah 250Ω, namun tergantung pada aplikasinya, resistor 100Ω sampai 750Ω dapat digunakan juga.

4. Kabel

Mengirim arus melalui kabel menghasilkan drop tegangan yang proporsional dengan panjang dan tebal (ukuran) dari kabel tersebut. Semua kawat memiliki tahanan, biasanya dinyatakan dalam ohm per 1.000 feet.

Tabel 3.1 Tahanan Kabel Tembaga @ 20 ° C (68 ° F) Amerika

American Wire Gauge	Ohm per 1000 feet
14	2.525
16	4.016
18	6.385
20	10.15
22	16.14
24	25.67

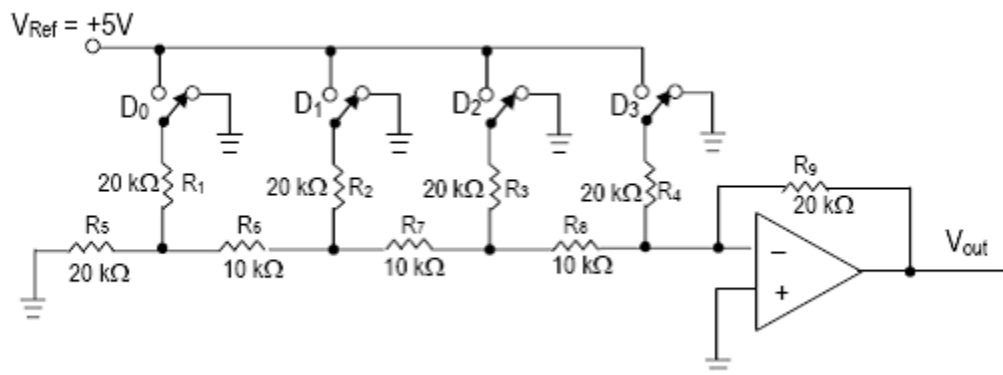
Drop tegangan dapat dihitung dengan menggunakan hukum Ohm : $E = I \times R$ E = tegangan resistor dalam volt; I = arus yang mengalir melalui konduktor dalam ampere; R = resistensi konduktor dalam ohm. Resistansi kabel alat ukur umum diperlihatkan pada Tabel 3.1 di atas.

3.3.2 DAC dan ADC

DAC (*Digital to Analog Conversion*) merupakan rangkaian yang berfungsi untuk mengubah sinyal digital menjadi sinyal analog, sedangkan ADC (*Analog to Digital Conversion*) merupakan rangkaian yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital. Salah satu jenis DAC yang akan dibahas kali ini adalah R2R ladder dan ADC yang akan dibahas adalah ADC internal pada mikrokontroler ATMEGA 16.

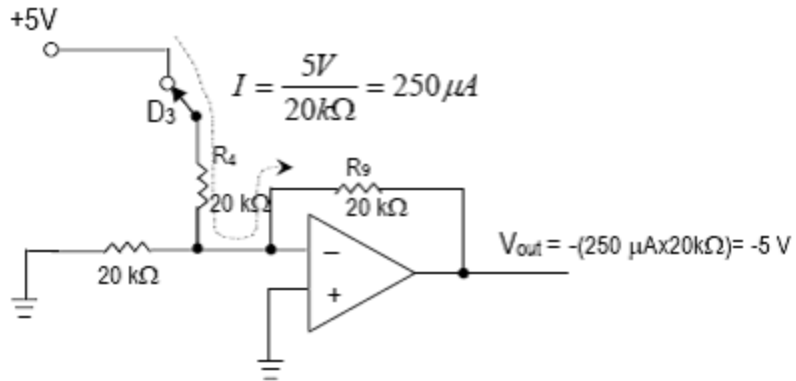
3.3.2.1 R2R Ladder

Salah satu metode konversi Digital to Analog adalah *R/2R Ladder*. Metode ini banyak digunakan dalam IC-DAC. Pada rangkaian *R/2R Ladder*, hanya dua nilai resistor yang diperlukan, yang dapat diaplikasikan untuk IC DAC dengan resolusi 8, 10 atau 12 bit. Rangkaian R/2R Ladder ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Rangkaian R2R Ladder DAC

Prinsip kerja dari rangkaian *R/2R Ladder* adalah sebagai berikut : informasi digital 4 bit masuk ke *switch* D0 sampai D3. *Switch* ini mempunyai kondisi “1” (sekitar 5 V) atau “0” (sekitar 0V). Dengan pengaturan *switch* akan menyebabkan perubahan arus yang mengalir melalui R9 sesuai dengan nilai ekuivalen biner-nya. Sebagai contoh, jika D0 = 0, D1 = 0, D2 = 0 dan D3 = 1, maka R1 akan paralel dengan R5 menghasilkan 10 k. Selanjutnya 10 k ini seri dengan R6 = 10k menghasilkan 20 k. 20 k ini paralel dengan R2 menghasilkan 10 k, dan seterusnya sampai R7, R3 dan R8. Rangkaian ekuivalennya ditunjukkan pada gambar 6. Vout yang dihasilkan dari kombinasi *switch* ini adalah -5V. Nilai kombinasi dan hasil konversinya ditunjukkan pada tabel 2.



Gambar 3.6 Rangkaian Ekivalen R2R Lader

Untuk mendapatkan V_{out} analog dari rangkaian R/2R Ladder DAC diatas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$V_{out} = (-V_{ref}(R_9/R)) * ((D_0/16) + (D_1/8) + (D_2/4) + (D_3/2))$$

Tabel 3.2. Konversi dari nilai digital ke nilai analog berdasarkan rangkaian gambar 3.5

D_3	D_2	D_1	D_0	$V_{out} (-V)$
0	0	0	0	0.000
0	0	0	1	0.625
0	0	1	0	1.250
0	0	1	1	1.875
0	1	0	0	2.500
0	1	0	1	3.125
0	1	1	0	3.750
0	1	1	1	4.375
1	0	0	0	5.000
1	0	0	1	5.625
1	0	1	0	6.250
1	0	1	1	6.875
1	1	0	0	7.500
1	1	0	1	8.125
1	1	1	0	8.750
1	1	1	1	9.375

3.3.2.2 ADC pada ATMEGA 16

IC ATMEGA 16 memiliki fitur ADC yang terletak pada port A. ADC pada ATMEGA 16 memiliki fitur-fitur berikut ini:

1. Resolusi maksimum 10 bit
2. Akurasi ± 2 LSB
3. Waktu konversi 13-260 us
4. Jangkauan tegangan masukan antara 0 hingga VCC
5. Tegangan referensi internal 2,56 volt
6. Dapat dijalankan pada mode free running atau konversi tunggal
7. Interupsi saat ADC selesai konversi

PORT A pada ATmega16 dapat menerima input analog yang merupakan masukan bagi ADC sekaligus dapat digunakan sebagai I/O. Ada beberapa hal yang perlu diketahui mengenai ADC internal pada ATMEGA 16 ini, yaitu:

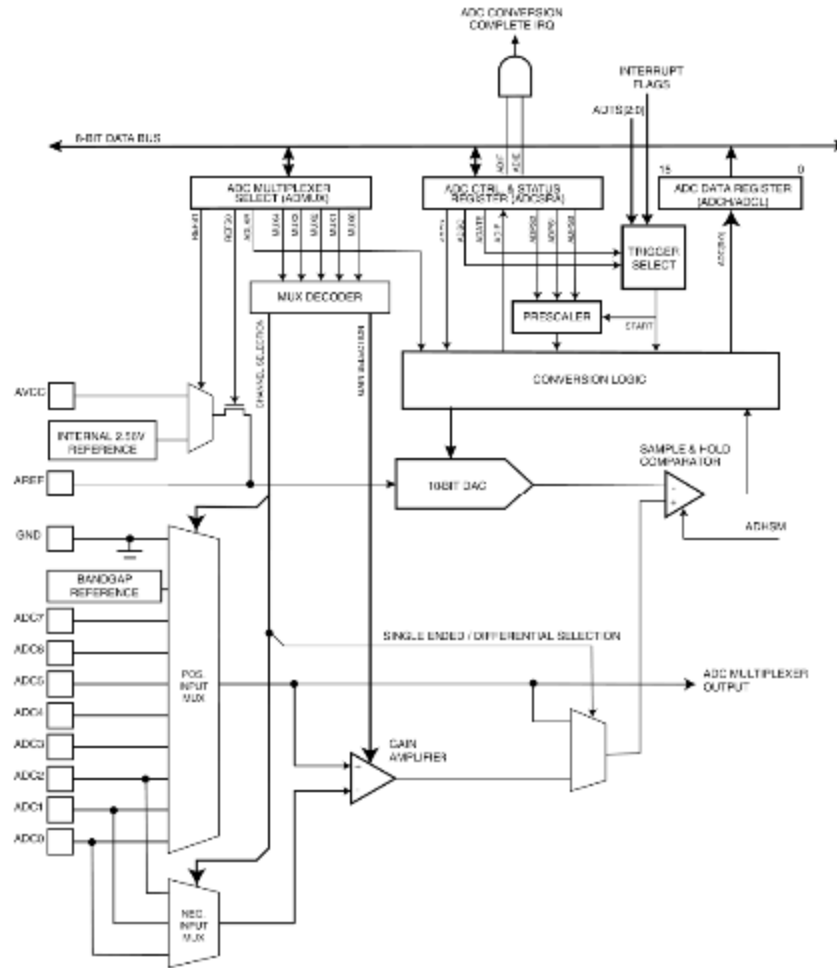
1. Pin 40-33 yakni ADC0-ADC7 merupakan masukan 8 channel untuk ADC.
2. AREF, yakni pin 32 digunakan sebagai Analog Reference yang merupakan tegangan referensi utk ADC ketika menggunakan referensi tegangan eksternal.
3. AVCC, digunakan untuk mensuplay ADC dan PORT A. Pin ini harus terkoneksi ke tegangan yang sama dengan VCC.

Tegangan referensi diperlukan sebagai acuan rasio konversi ketika membuat program nantinya. Kita juga dapat menggunakan referensi internal di ADC, sebesar 2.56 volt.

Untuk mengetahui hasil pengkonversian sinyal analog menjadi data digital pada ADC ini dapat menggunakan rumus berikut ini:

$$ADC = \frac{V_{IN} \cdot 1024}{V_{REF}}$$

Gambar 3.7 merupakan blok diagram ADC internal dari ATMEGA 16 yang akan lebih memperjelas cara kerja dari ADC ini. ADC mengkonversikan tegangan input analog menjadi nilai digital 10-bit. Nilai minimum merepresentasikan GND sedangkan nilai maksimum merepresentasikan tegangan pada pin AREF dikurangi 1 LSB.



Gambar 3.7 Blok Diagram ADC Internal ATMEGA 16

3.3.3 Komunikasi Serial RS232

RS232 adalah standard komunikasi serial yang digunakan untuk koneksi periperal ke periperal. Biasa juga disebut dengan jalur I/O (input / output). Contoh yang paling sering kita temui adalah koneksi antara komputer dengan modem, atau komputer dengan mouse bahkan bisa juga antara komputer dengan komputer, semua biasanya dihubungkan lewat jalur port serial RS232.

Standar ini menggunakan beberapa piranti dalam implementasinya. Paling umum yang dipakai adalah plug / konektor DB9 atau DB25. Untuk RS232 dengan konektor DB9, biasanya dipakai untuk mouse, modem, kasir register dan lain sebagainya, sedang yang konektor DB25, biasanya dipakai untuk joystick game.

Standar RS232 ditetapkan oleh Electronic Industry Association and Telecommunication

Industry Association pada tahun 1962. Nama lengkapnya adalah EIA/TIA-232 Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Terminating Equipment Employing Serial Binary Data Interchange.

Fungsi dari serial port RS232 adalah untuk menghubungkan / koneksi dari perangkat yang satu dengan perangkat yang lain, atau peralatan standart yang menyangkut komunikasi data antara komputer dengan alat-alat pelengkap komputer. Perangkat lainnya itu seperti modem, mouse, cash register dan lain sebagainya. Serial port RS232 pada konektor DB9 memiliki pin 9 buah dan pada konektor DB25 memiliki pin 25 buah. Fungsi dari masing-masing pin antara lain :

Tabel 3.3 Fungsi Pin-Pin DB9 dan DB25

Pin DB25	Pin DB9	Singkatan	Keterangan
Pin 2	Pin 3	TD	Transmit Data
Pin 3	Pin 2	RD	Receive Data
Pin 4	Pin 7	RTS	Request To Send
Pin 5	Pin 8	CTS	Clear To Send
Pin 6	Pin 6	DSR	Data Set Ready
Pin 7	Pin 5	SG	Signal Ground
Pin 8	Pin 1	CD	Carrier Detect
Pin 20	Pin 4	DTR	Data Terminal Ready
Pin 22	Pin 9	RI	Ring Indikator

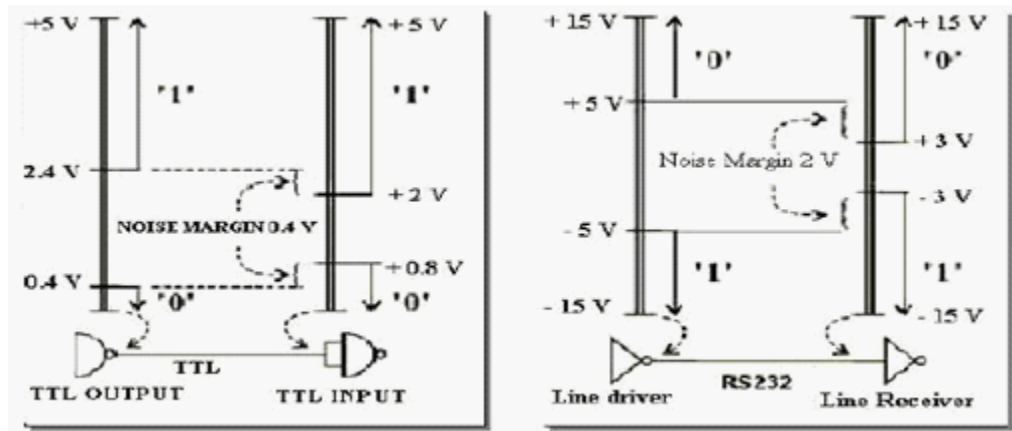
Tabel 3.4 Penjelasan Fungsi-Fungsi pada Tabel 3

Singkatan	Keterangan	Fungsi
TD	Transmit Data	Untuk pengiriman data serial (TDX)
RD	Receive Data	Untuk penerimaan data serial (RDX)
RTS	Request To Send	Sinyal untuk menginformasikan perangkat bahwa UART siap melakukan pertukaran data
CTS	Clear To Send	Digunakan untuk memberitahukan bahwa perangkat siap untuk melakukan pertukaran data
DSR	Data Set Ready	Memberitahukan UART bahwa perangkat siap untuk melakukan pertukaran data
SG	Signal Ground	Dihubungkan ke ground

CD	Carrier Detect	Saat perangkat mendeteksi suatu carier, dari perangkat lain, maka sinyal ini akan di aktifkan
DTR	Data Terminal Ready	Untuk memberitahukan bahwa UART siap melakukan pertukaran data
RI	Ring Indikator	Akan aktif jika ada sinyal masuk

Ada dua hal pokok yang diatur pada standar RS232, antara lain adalah bentuk sinyal dan level tegangan yang dipakai.

RS232 dibuat pada tahun 1962, jauh sebelum IC TTL populer, oleh karena itu level tegangan yang ditentukan untuk RS232 tidak ada hubungannya dengan level tegangan TTL, bahkan dapat dikatakan jauh berbeda. Berikut perbedaan antara level tegangan RS232 dan TTL :



Gambar 3.8 Perbedaan Level Tegangan RS232 dan TTL

Penentuan beberapa parameter yang ditetapkan EIA (Electronics Industry Association) antara lain:

1. Sebuah 'spasi' (logika 0) antara tegangan +3 s/d +25 volt.
2. Sebuah 'tanda' (logika 1) antara tegangan -3 s/d -25 volt.
3. Daerah tegangan antara +3 s/d -3 volt tidak didefinisikan.
4. Tegangan rangkaian terbuka tidak boleh lebih dari 25 volt (dengan acuan ground).
5. Arus hubung singkat rangkaian tidak boleh lebih dari 500 mA.

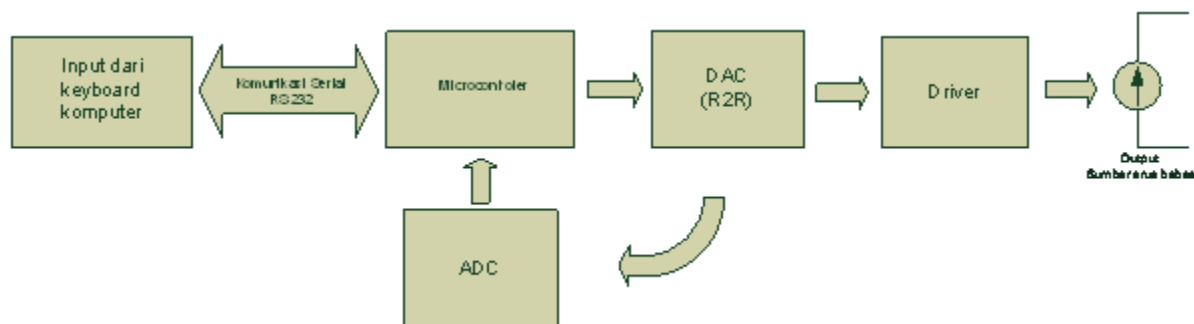
Sebuah penggerak (driver) harus mampu menangani arus ini tanpa mengalami kerusakan. Selain mendeskripsikan level tegangan seperti yang dibahas di atas, standard RS232 menentukan pula jenis-jenis sinyal yang dipakai mengatur pertukaran informasi antara DTE dan DCE, semuanya terdapat 24 jenis sinyal tapi yang umum dipakai hanyalah 9 jenis sinyal. Sesuai dengan konektor yang sering dipakai dalam standard RS232, untuk sinyal yang lengkap dipakai konektor DB25, sedangkan konektor DB9 hanya bisa dipakai untuk 9 sinyal yang umum dipakai.

Sinyal-sinyal tersebut ada yang menuju ke DCE ada pula yang berasal dari DCE. Bagi sinyal yang menuju ke DCE artinya DTE berfungsi sebagai output dan DCE berfungsi sebagai

input, misalnya sinyal TD, pada sisi DTE kaki TD adalah output, dan kaki ini dihubungkan ke kaki TD pada DCE yang berfungsi sebagai input. Kebalikan sinyal TD adalah RD, sinyal ini berasal dari DCE dan dihubungkan ke kaki RD pada DTE yang berfungsi sebagai output.

3.4 Perancangan dan Analisa

3.4.1 Diagram Blok dan Cara Kerja Sistem Secara Umum



Gambar 3.9 Diagram Blok Simulasi Transmitter Arus 4-20mA

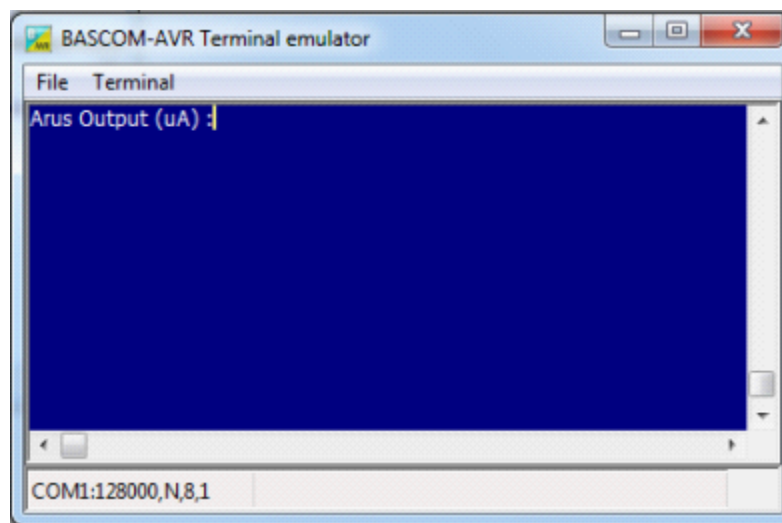
Gambar 3.9 merupakan diagram blok dari simulasi transmitter arus 4-20mA yang dapat lebih memperjelas cara kerja dari keseluruhan sistem. Proses pertama data di inputkan dari keyboard komputer melalui hyper terminal yang sudah terhubung dengan jalur data serial RS232 yang menghubungkan komunikasi data secara serial antara mikrokontroler dengan komputer. Ketika data yang berupa besar arus yang diinginkan diinputkan, data terkirim ke mikrokontroler dan data tersebut akan diproses oleh program yang terdapat pada mikrokontroler tersebut sehingga menghasilkan nilai *set point* yang akan dikonversikan ke sinyal analog berupa kuat arus oleh DAC. Sampel output DAC pun di umpanbalikkan kembali ke input ADC pada mikrokontroler agar nilai output kuat arus dari DAC tetap termonitor dan tidak bergeser dari nilai *set point* yang telah ditentukan sebelumnya walaupun nilai R beban di output berubah-ubah. Yang mana karakteristik ini merupakan karakteristik dari sumber arus bebas, dimana nilai arusnya akan selalu konstan walaupun nilai hambatan beban berubah-ubah. Nilai kuat arus pada sumber arus bebas ini tidak akan terpengaruh oleh nilai-nilai besaran yang lain. Program pada mikrokontroler dibuat sedemikian rupa agar dapat mengontrol keluaran arus yang sesuai dengan karakteristik ideal dari sumber arus bebas (*independent current source*).

3.4.2 Bagian-Bagian Sistem

Berdasarkan blok diagram yang telah dijelaskan sebelumnya, sistem simulasi *transmitter* arus 4-20mA ini dapat terbagi kedalam beberapa bagian, diantaranya adalah komputer sebagai antarmuka, modul MikroAVR16, dan rangkaian utama dimana rangkaian utama ini memiliki beberapa bagian yang akan dijelaskan secara rinci pada pembahasan berikutnya.

3.4.2.1 Komputer Sebagai Antarmuka

Pada sistem ini komputer digunakan sebagai antarmuka dimana pengaturan besar kuat arus pada sistem ini dilakukan melalui komputer. Agar komputer dapat terhubung dengan sistem, dibutuhkan aplikasi terminal emulator yang terdapat pada software pemrograman BASCOM. Terminal emulator merupakan aplikasi yang berfungsi untuk mengirim data ke mikrokontroler atau menampilkan data yang dikirim oleh mikrokontroler melalui komunikasi serial RS232.



Gambar 3.10 Tampilan Antarmuka Pada Komputer

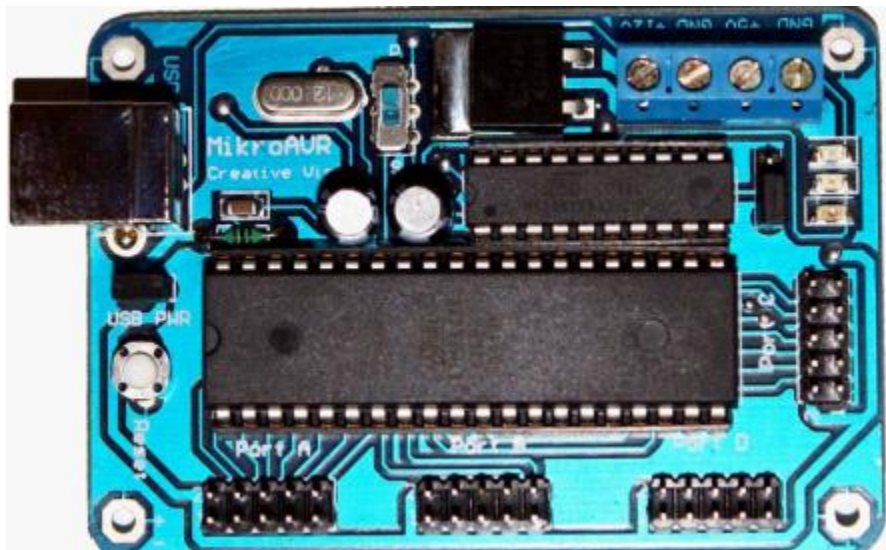
Gambar 3.10 merupakan tampilan antar muka sederhana dari sistem melalui aplikasi Bascom-AVR Terminal Emulator pada komputer. Tampilan antar muka ini belum menggunakan GUI, namun cukup mudah digunakan karena tampilan antar muka tersebut hanya digunakan untuk mengatur nilai arus keluaran jadi tidak perlu membutuhkan tampilan panel yang kompleks.

Pada baris pertama tampilan antar muka pada terminal emulator terdapat teks “Arus Output (uA) :” dimana teks ini akan langsung muncul ketika program didalam mikrokontroler mulai dijalankan. Teks tersebut merupakan data yang dikirim oleh mikrokontroler ke komputer.

Selain itu disamping teks terdapat kursor yang artinya kita harus mengetikkan nilai arus yang diinginkan. Bila kita mengetikkan angka yang menyatakan nilai arus yang diinginkan lalu tekan tombol enter, maka data yang kita ketikkan akan langsung terkirim ke mikrokontroler dan akan melalui proses berikutnya.

3.4.2.2 Modul MikroAVR16

MikroAVR16 adalah development board berbasis mikrokontroler ATmega16 dengan antarmuka USB untuk pemrogramannya. Modul MikroAVR16 biasa digunakan untuk berbagai keperluan yang berkaitan dengan mikrokontroler seperti mempelajari praktik pemrograman mikrokontroler atau untuk membuat proyek yang menggunakan mikrokontroler sebagai dasarnya.



Gambar 3.11 Modul MikroAVR16

Dapat dilihat pada gambar 3.11 bahwa modul ini sudah menggunakan antar muka USB sebagai media penghubung data dengan komputer. Dengan antar muka USB ini kita dapat melakukan pemrograman mikrokontroler secara ISP, penulisan data pada EPROM, pembacaan data pada EPROM dan memory FLASH, serta dapat melakukan pengiriman data dari mikrokontroler ke komputer dan dari komputer ke mikrokontroler melalui komunikasi serial RS232.

Modul MikroAVR16 memiliki spesifikasi yang diantaranya adalah:

1. 16 Kbyte program memory, 1 Kbyte SRAM, 512 byte EEPROM, 8 ch 10-bit ADC, 8-bit timer/counter, 16-bit timer/counter, RTC, PWM, TWI, USART, SPI, WDT, analog comparator.
2. Internal downloader USB AVR (In-system Programming dilengkapi LED programming indicator).
3. 32 Jalur input/output (I/O).
4. JTAG Interface.
5. Terdapat ekstra power 5V.
6. Tidak membutuhkan power tambahan saat melakukan download program.

Agar modul MikroAVR16 dapat beroperasi dengan baik, maka kita harus melakukan instalasi driver terlebih dahulu pada komputer kita. Untuk melakukan instalasi pada komputer yang memiliki operating sistem windows XP, Vista, atau windows 7 kita harus mengikuti langkah-langkah berikut ini:

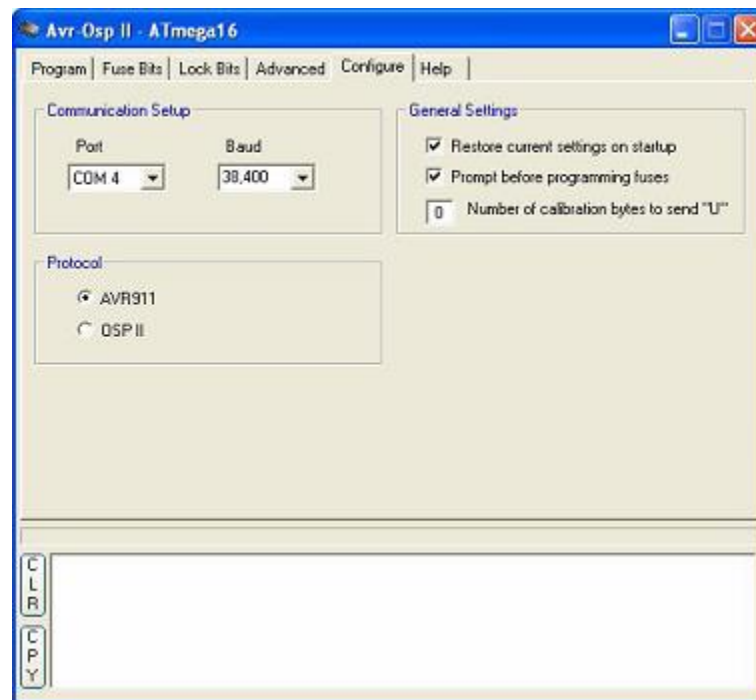
1. Hubungkan MikroAVR16 dengan komputer.
2. Ketika muncul tulisan **Found New Hardware**, pilih **Install from a list or specific location (Advanced)**.
3. Kemudian pilih **Don't Search. I will choose the driver to install**.
4. Pilih port (COM&LPT), kemudian pilih **have disk** dan browse.
5. Masukkan driver yang terdapat dalam CD.
6. Pilih **Next** dan tunggu sampai proses instalasi selesai. Jika muncul kotak dialog Hardware installation, pilih **Continue Anyway**.

Selanjutnya, masuk ke Device Manager pada Control Panel, pada pilihan Ports (COM & LPT), sesuaikan port NEXT SYSTEM USB yang sudah dikenali oleh Windows saat instalasi, agar dapat di-support oleh software programmer yang digunakan. Misalnya, bila NEXT SYSTEM USB di-set sebagai COM23, maka ubah menjadi COM4 (misalnya), mengingat beberapa software programmer hanya men-support COM secara terbatas. Misalnya, AVROSP II, hanya men-support hingga COM16 saja.

Modul MikroAVR16 dapat beroperasi dalam dua mode, yaitu mode program atau mode serial. Geser switch biru pada **Pgrm** untuk men-download program ke chip, atau geser ke **Serial** untuk melakukan komunikasi serial ke komputer / piranti lain, melalui USB.

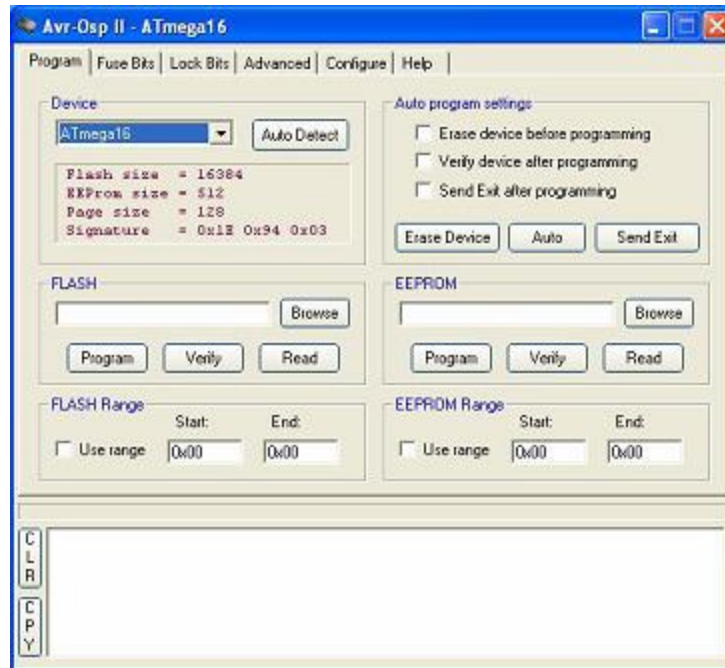
Untuk men-download program ke chip atau membaca program yang ada di dalam chip diperlukan software programmer. Salahsatu software programmer yang dapat digunakan adalah AVR Osp II. Agar software AVR Osp II dapat terkoneksi dengan baik dengan modul maka harus dilakukan konfigurasi terlebih dahulu pada pada software AVR Osp II.

Pilih tab Configure, kemudian pilih Port yang sesuai dengan setting pada Device Manager,set baudrate 38,400 (versi lama) atau 115,200 (versi baru). Pastikan protokol yangdigunakan adalah AVR911.



Gambar 3.12 Konfigurasi Avr-Osp II

Selanjutnya, lakukan Auto Detect untuk memastikan bahwa mikro-kontroler yang digunakan, dikenali dan siap untuk diprogram. Perhatikan gambar 3.12.

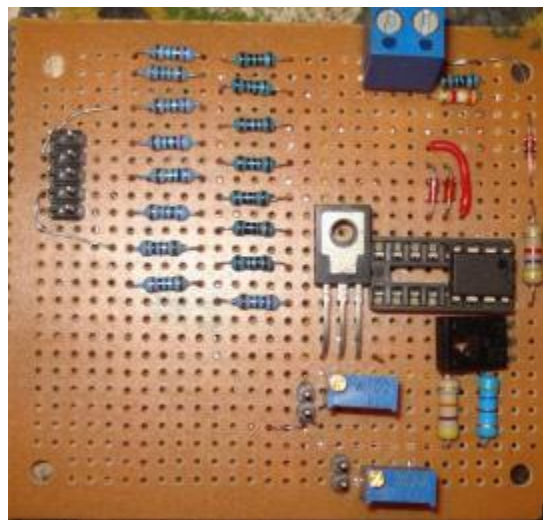


Gambar 3.13 Jendela Utama Avr-Osp II

Untuk menghapus program sebelumnya, tekan tombol Erase Device. Pilih file *.hex yang akan di-download ke dalam flash mikrokontroler, kemudian tekan Program. Perhatikan gambar 3.13.

3.4.2.3 Rangkaian Utama

Rangkaian utama pada sistem ini merupakan rangkaian dimana output berupa sumber arus bebas berasal dari rangkaian ini. Dengan kata lain rangkaian utama merupakan bagian proses terakhir dari sistem ini. Gambar 3.14 merupakan bentuk fisik dari rangkaian utama.

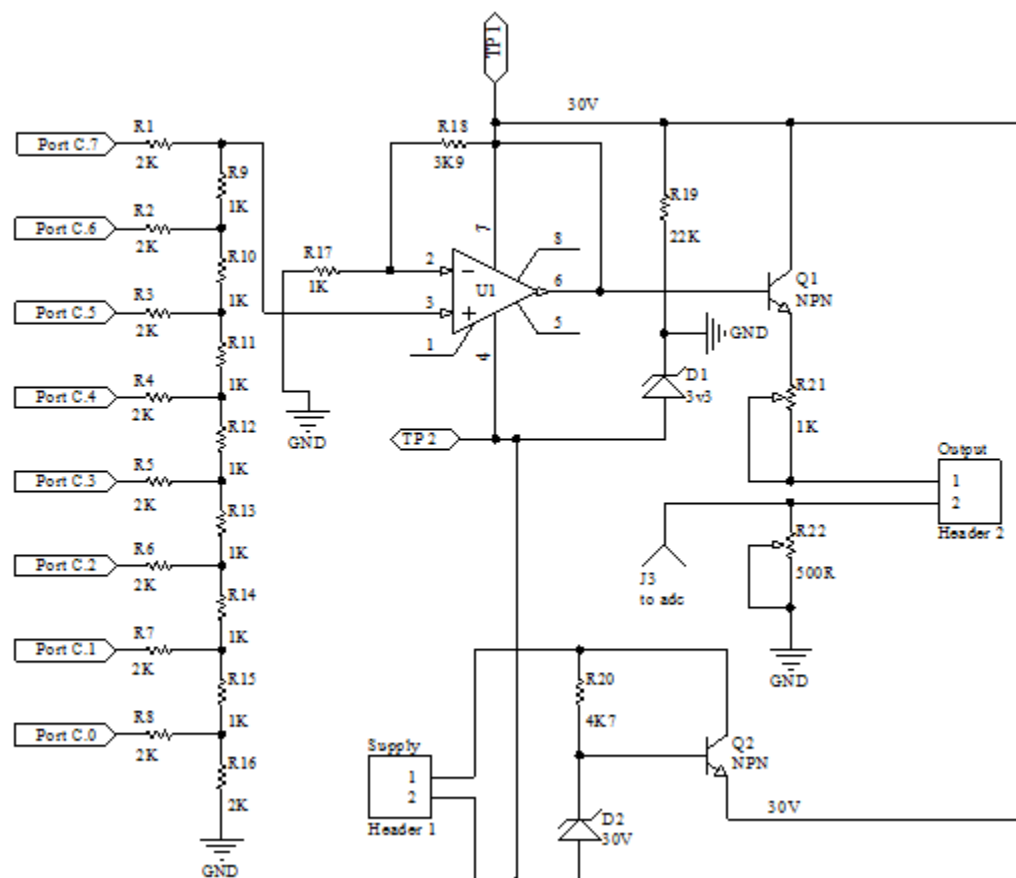


Gambar 3.14 Rangkaian Utama

Gambar 3.15 merupakan skematik rangkaian utama. Bila dilihat dengan seksama rangkaian tersebut merupakan rangkaian DAC R2R ladder 8 bit. Rangkaian DAC pada sistem ini diperlukan untuk mengubah data-data digital dari mikrokontroler menjadi nilai-nilai tegangan analog.

DAC R2R yang digunakan pada rangkaian utama tidak seperti rangkaian R2R ladder yang biasanya, melainkan ada sedikit perubahan. Perubahan yang dilakukan adalah output dari susunan resistor R2R masuk ke input non-inverting, hal ini bertujuan agar output dari op-amp dalam level tegangan positif. Selain itu dipasang R inverting dan R feedback untuk memperoleh penguatan yang tepat.

Dengan konfigurasi seperti pada gambar rangkaian 4.6 maka diperoleh rumus perhitungan untuk mencari nilai tegangan output dari op-amp dimana rumusnya adalah: V_{ref}



Gambar 3.15 Skematik Rangkaian Utama

Dapat dilihat pada gambar 3.15 input R2R ladder terhubung dengan port C.0 sampai port C.7 pada ATMEGA 16. Sehingga dapat diketahui bahwa jumlah bit DAC ini adalah 8 bit sehingga pada rumus diatas dapat digantikan dengan yaitu 256. Selain itu diketahui R18 adalah 3,9K dan R17 adalah 1K bila dibulatkan perbandingan antara keduanya adalah 4:1 sehingga nilai yang berada di dalam kurung pada rumus diatas dapat digantikan dengan 5. Sehingga diperoleh penyederhanaan dari rumus diatas menjadi:

IC op-amp yang digunakan adalah IC LM741 dimana IC ini membutuhkan suplai tegangan positif dan negatif dimana batasannya adalah $\pm 30V$. Kemungkinan besar tegangan yang keluar dari output op-amp hanya pada level positif saja. Sehingga kita hanya perlu memberikan suplai dengan tegangan yang besar pada suplai positif saja. Sedangkan pada suplai negatif diperlukan hanya tegangan yang kecil agar op-amp dapat bekerja dengan baik, karena jika suplai negatif diberi GND maka op-amp tidak akan bekerja dengan baik.

Header 1 merupakan suplai utama yang nilainya diatas 30V DC. Rangkaian yang terhubung ke header 1 merupakan rangkaian regulator 30V. Jadi jika kita mengukur tegangan emitor Q2 terhadap pin 1 header 1 maka nilainya adalah 30V. Output regulator dihubungkan dengan R19 dan dioda zener 3,3V secara seri dan menjadi suatu pembagi tegangan. Sementara itu GND diambil dari pertengahan hubungan R19 dengan dioda zener 3,3V sehingga nilai tegangan TP1 terhadap GND adalah 26,7V dan TP2 terhadap GND adalah -3,3V. Dengan demikian op-amp menerima suplai +26,7V dan -3,3V sehingga op-amp dapat bekerja dengan baik pada level tegangan positif.

Output dari op-amp dihubungkan dengan basis Q1. Hal ini bertujuan untuk membuat output lebih stabil dan untuk menguatkan arus output agar dapat mencapai 20mA. Setelah itu output dihubungkan ke header 2 sehingga header 2 yang terdiri dari 2 pin merupakan terminal output. Header 2 nantinya akan terhubung dengan beban yang nilai hambatannya tidak tentu sehingga arus akan mengalir melalui beban dan kembali ke pin 2 header 2 dan juga melewati R22 (trimpot) sebelum mengalir ke GND. R22 terhubung seri dengan hambatan beban sehingga arus pada beban akan selalu sama dengan arus R22. Sementara itu sisi R22 yang terhubung ke header juga terhubung ke input ADC pada mikrokontroler. Tegangan yang terbaca oleh ADC merupakan tegangan R22 sehingga nilai ini akan dijadikan nilai pembanding dengan setpoint sehingga nilai tegangan R22 akan terus termonitor oleh program agar nilainya dipertahankan. Dengan nilai tegangan R22 yang dipertahankan maka nilai kuat arusnya pun akan dipertahankan

sesuai dengan hukum Ohm. R22 nilainya tetap dan tegangannya dipertahankan dengan demikian arus yang mengalir pada R22 pun akan selalu tetap (sesuai setpoint yang diberikan) sementara itu arus R22 akan selalu sama dengan arus yang mengalir ke beban sehingga arus yang mengalir ke beban pun akan dipertahankan. Dalam kasus ini berbeda dengan R22 karena R beban nilainya tak tentu dan mungkin berubah kapan saja, dan walaupun begitu nilai arusnya akan tetap dan semua itu merupakan pendekatan dari karakteristik sumber arus bebas walaupun tidak ideal.

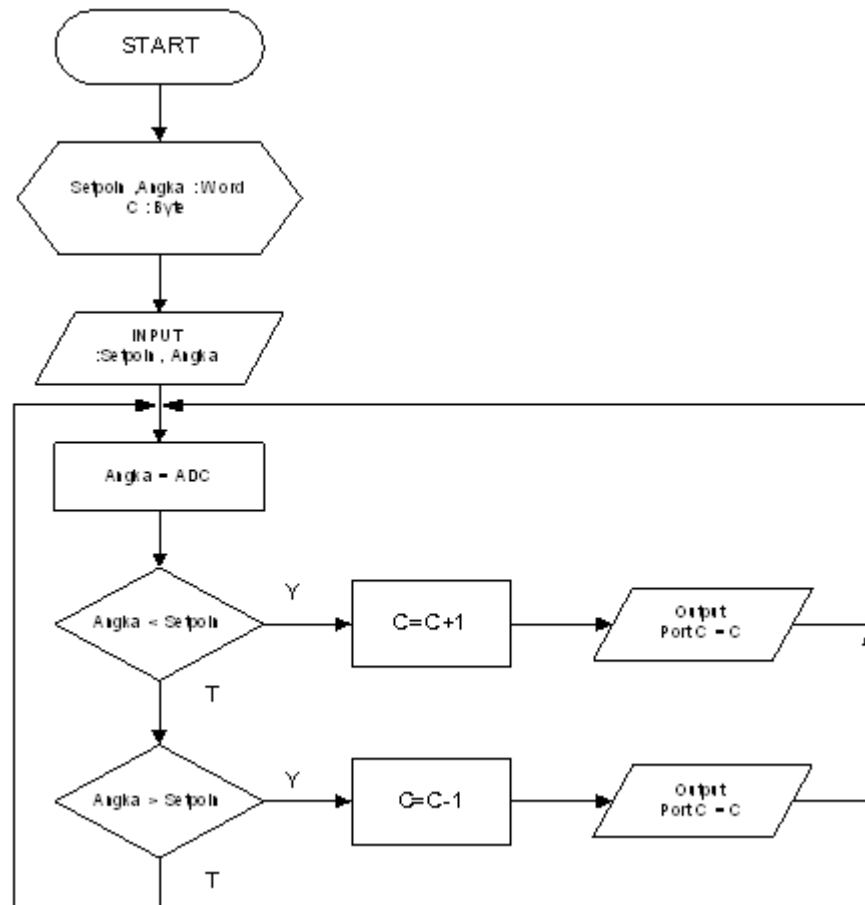
3.4.3 Pemrograman

Pemrograman bertujuan agar sistem bekerja sebagaimana yang diharapkan. Dalam hal ini yang akan diprogram adalah IC mikrokontroler ATMEGA 16 sebagai pusat kendali dari keseluruhan sistem. IC mikrokontroler ATMEGA 16 diprogram agar dapat membaca masukan nilai setpoint yang diberikan operator melalui komputer dan nilai setpoint ini dijadikan batasan untuk memonitor dan mengendalikan agar besar nilai output yang juga dibaca oleh ADC internal selalu sama dengan nilai setpoint dan meminimalisasi kemungkinan pergeseran nilai sekecil mungkin.

Gambar 4.8 merupakan flow chart dari program yang menjelaskan cara kerja dari program yang akan diterapkan pada mikrokontroler sebagai pengendali pada sistem ini.

Langkah pertama program menunggu imputan yang masuk melalui komputer. Nilai masukan tersebut akan dimasukkan ke dalam variabel 'setpoin'. Setelah itu program melakukan pembacaan ADC dari output rangkaian utama. Nilai pengkonversian ADC tersebut dimasukkan ke dalam variabel 'angka'. Apabila nilai-nilai tersebut sudah masuk ke dalam variabelnya masing-masing, program akan langsung membandingkan kedua nilai tersebut. Proses perbandingan kedua nilai setpoin dan angka dilakukan dalam dua langkah. Langkah pertama membandingkan apakah $\text{angka} < \text{setpoin}$, jika ya nilai variabel C yang merupakan variabel output akan terus ditambah 1, jika tidak maka program akan melanjutkan ke langkah perbandingan kedua yaitu apakah $\text{angka} > \text{setpoin}$, jika ya nilai variabel C akan terus dikurangi 1, dan jika tidak maka program akan kembali pada proses pembacaan ADC dan akan dilanjutkan kembali proses perbandingan nilai angka dan setpoin sehingga proses pembacaan ADC dan perbandingan nilai akan terus diulang sehingga jika ada pergeseran nilai pembacaan ADC pada

setiap saat program akan membnadingkan kembali dan langsung memperbaiki pergeseran nilai tersebut.



Gambar 3.16 Flow Chart Program

Setelah merancang flow chart seperti pada gambar 3.16 selanjutnya adalah pembuatan algoritma program menggunakan BASCOM. BASCOM merupakan compiler pemrograman AVR menggunakan bahasa basic. Berikut ini adalah algoritma program menggunakan BASCOM :

```

$regfile = "m16def.dat"
$crystal = 8000000
$baud = 115200
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc
Start Adc
Dim Nilai As Long

```

```

Dim Angka As Word
Dim C As Byte
Dim Setpoin As Word
Config Portc = Output
Setpoin = 0
Input "Arus Output (uA) :", Setpoin
Nilai = Setpoin * 45
Nilai = Nilai / 1000
Mulai:
Angka = Getadc(0)
If Angka < Nilai Then
C = C + 1
Portc = C
Waitus 500
Goto Mulai
Elseif Angka > Nilai Then
C = C - 1
Portc = C
Waitus 500
Goto Mulai
Else
Goto Mulai
End If

```

Langkah selanjutnya adalah compile algoritma diatas agar menjadi file berekstensi .hex. Selanjutnya download-kan file .hex tersebut ke dalam mikrokontroler menggunakan software Avr Osp II. Tatacara untuk mendownload-kan file .hex ke dalam mikrokontroler telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya.

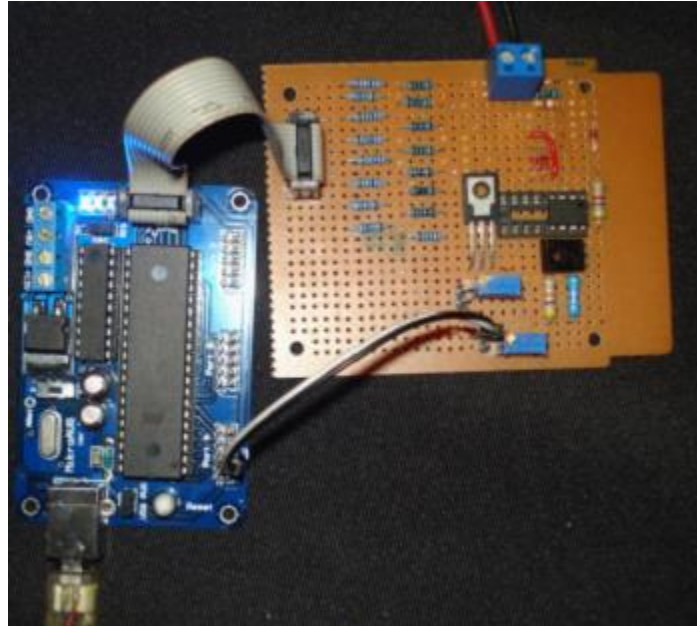
3.4.4 Kalibrasi dan Pengetesan

3.4.4.1 Kalibrasi

Kalibrasi merupakan proses yang dilakukan pada sistem agar memperkecil kesalahan pada output dan memperbesar akurasi. Proses kalibrasi dilakukan pada rangkaian utama atau lebih tepatnya pada komponen R22 yang merupakan trimpot. Digunakannya trimpot pada R22 agar dapat diatur nilai resistansinya dalam proses kalibarsi.

Sebelum kalibrasi dilakukan, rangkai dan hubungkanlah semua bagian-bagian pada sistem dengan benar, perhatikan hubungan antar bagian sistem pada gambar 3.17. Pertama

hubungkan modul MikroAVR16 dengan komputer, selanjutnya hubungkan portC pada mikrokontroler dengan input rangkaian utama dan hubungkan output rangkaian utama ke ADC(0) pada mikrokontroler, dan berikan suplai pada rangkaian utama kurang lebih 35V sampai 40V. Untuk modul MikroAVR16 sudah mendapatkan suplai sebesar 5V dari port USB komputer.



Gambar 3.17 Koneksi Antar Bagian Sistem

Selanjutnya lakukanlah langkah-langkah kalibrasi berikut ini:

1. Pastikan Modul MikroAVR16 terdeteksi oleh komputer.
2. Ubah mode MikroAVR16 menjadi mode serial dengan menggeser switch biru pada modul ke label P.
3. Bukalah aplikasi BASCOM-AVR Terminal Emulator pada program BASCOM-AVR. Tampilan jendela BASCOM-AVR Terminal Emulator dapat dilihat pada gambar 4.2.
4. Klik tab Terminal > Setting maka akan muncul jendela pengaturan dan pada tab communication pilih baudrate 12800
5. Masukkan imputan setpoint maksimal yaitu 20mA pada terminal emulator. Karena program meminta dalam satuan uA, maka ketikkan 20000.
6. Setelah itu ukur output pada rangkaian utama dengan menggunakan multimeter pada range arus 200mA. Cukup hubungkan kedua probe multimeter ke dua terminal output, bila nilainya negatif, maka tukar hubungan probe multimeter.

7. Pada multimeter akan terbaca nilai arus, mungkin lebih besar atau lebih kecil dari 20mA.
8. Putarlah trimpot (R22) agar nilai arus yang terbaca pada multimeter tepat 20mA.

Dengan demikian bila kalibrasi sudah dilakukan pada nilai output maksimal yaitu 20mA, maka untuk nilai output lainnya dari 4mA-20mA akan otomatis menyesuaikan dengan akurasi yang tepat dan tidak perlu melakukan kalibrasi ulang pada nilai output yang lain.

3.4.4.2 Pengetesan

Pengetesan yang pertama kali dilakukan adalah pengetesan tingkat akurasi sistem dan batas-batas kestabilan sistem. Pengetesan tingkat akurasi dilakukan dengan menghubungkan output sistem dengan multimeter pada range mili ampere (200 mA). Dalam instalasinya digunakan resistor seri dengan nilai yang bervariasi untuk mengetahui sampai mana batas kestabilan sistem. Skematik instalasi pengetesan tingkat akurasi dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 3.5 Hasil Pengukuran 1

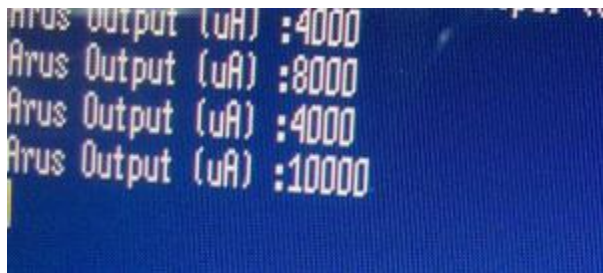
Inputan Arus (mA)	Output Terukur (mA)				
	Tanpa R seri	R seri 200 Ω	R seri 400 Ω	R seri 600 Ω	R seri 1K Ω
4 mA	3,9 mA	4,0 mA	3,9 mA	4,0 mA	3,9 mA
10 mA	10,1 mA	10,0 mA	10,0 mA	10,0 mA	5,1 mA
15 mA	15,0 mA	15,1mA	15,1 mA	15,1 mA	5,2 mA
20 mA	20,1 mA	20.1mA	20,1 mA	20,2 mA	5,2 mA

Pengetesan selanjutnya dilakukan dengan cara menghubungkan output sistem dengan modul penerima. Sebelum masuk ke modul penerima, output dari sistem harus dihubungkan dengan R penerima secara paralel yang berfungsi mengubah besaran arus menjadi tegangan. Penempatan R penerima harus dekat pada terminal input modul penerima agar tidak terjadi drop tegangan akibat resistansi kabel. Sedangkan penempatan sistem transmitter tidak masalah bila letaknya jauh dengan modul penerima karena resistansi kabel tidak akan berpengaruh pada sinyal arus bebas. R penerima yang biasa digunakan di industri adalah 250 Ω . Tetapi pada pengetesan kali ini digunakan R 300 Ω . Skematik instalasi pengetesan dengan modul penerima dapat dilihat pada lampiran.

Modul penerima yang digunakan adalah modul GPA-888E. GPA-888E merupakan produk PT INTI yang berfungsi untuk sistem peramalan dan peringatan dini banjir. Di lapangan modul ini dihubungkan dengan sensor level air dimana output sensor level air berupa sinyal arus 4-20mA.

Tabel 3.6 Hasil Pengukuran 2

Inputan Arus (mA)	Tegangan R penerima (200 Ω)	Output TMA pada GPA
4mA	0,81 V	1,62 M
8mA	1,62 V	3,21 M
10mA	2,03 V	4,02 M
20mA	4.05 V	8,04 M



Gambar 3.18 Tampilan Pengisian Input

Gambar 3.18 memperlihatkan proses pengisian input sebesar 10mA melalui Terminal Emulator pada BASCOM AVR>



Gambar 3.19 Tampilan Output Pada GPA

Pada gambar 3.19 terlihat tampilan GPA dengan imputan arus 10mA dihasilkan nilai TMA 4,02M.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

4.1.1 Pelaksanaan Kerja Praktik

Selama melaksanakan KP di dunia usaha/industri, mahasiswa dibimbing oleh pihak perusahaan untuk bekerja sesuai pada divisi dimana mahasiswa itu ditempatkan. Serta mahasiswa dituntut mengaplikasikan keahlian program studi dalam setiap pekerjaan dalam pelaksanaan KP. Selain itu dengan melaksanakan KP mahasiswa mendapatkan pengalaman bekerja dan juga berorganisasi sebagai karyawan yang dibawah oleh direktur ataupun atasan lainnya.

4.1.2 Penulisan Laporan

1. Keakurasian dari nilai arus keluaran dari sistem simulasi transmitter arus 4-20mA cukup baik ($\pm 0,5\%$), dengan syarat R seri berada dalam range $0\Omega - 600\Omega$. R seri ini diumpamakan sebagai resistansi dalam dari kabel/kawat penghubung dan nilai range resistansinya dapat dijadikan perhitungan dalam menentukan panjang kawat maksimal yang mampu ditangani oleh sistem, serta tingkat keakurasian tergantung dari proses pengkalibrasian.
2. Pada bagian antarmuka kurang sempurna karena sistem tidak sepenuhnya dapat dikendalikan melalui komputer. Setelah memberikan set point melalui komputer dan jika ingin mengganti dengan set point berikutnya rangkaian harus direset terlebih dahulu dengan cara menekan tombol reset.
3. Dalam proses pengetesan, nilai hambatan resistor penerima sangat mempengaruhi tingkat akurasi sistem sehingga diperlukan nilai hambatan yang tepat serta resistor yang digunakan harus memiliki toleransi yang sangat kecil.

4.2 Saran

Setelah melaksanakan kerja praktik di PT INTI, maka ada beberapa saran yang diberikan oleh penulis kepada pihak perusahaan atau kepada pembaca diantaranya adalah:

1. Tetap membuka kesempatan bagi mahasiswa program studi elektronika POLBAN untuk melaksanakan kerja praktik di PT INTI.
2. Lebih bervariasi dalam menyalurkan mahasiswa KP ke divisi-divisi yang ada di PT INTI.
3. Memberikan kesempatan kepada mahasiswa KP dalam mengembangkan sistem atau produk perusahaan.
4. Mengembangkan sistem simulasi transmitter arus 4-20mA pada bagian antarmukanya agar pengaturan sistem dapat sepenuhnya dilakukan melalui komputer.
5. Merealisasikan sistem menggunakan komponen standar industri agar diperoleh kualitas dan keakurasian yang lebih baik.

SIMULASI *TRANSMITTER* ARUS 4-20 mA

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan mata kuliah
Kerja Praktek dan Seminar pada semester V di
Program Studi D3 Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro

Oleh :

Nur Rachmat Abdullah

NIM : 111311021



POLITEKNIK NEGERI BANDUNG

2013

SIMULASI *TRANSMITTER* ARUS 4-20 mA

Oleh :

Nur Rachmat Abdullah

NIM : 111 311021

Pelaksanaan di perusahaan/industri :

Tanggal : 17 Juni 2013 s.d 30 Agustus 2013

Tempat : PT. INTI

Diseminarkan :

Tanggal : 4 Desember 2013 dan 5 Desember 2013

Tim Penguji : 1. Drs. Trisno Yuwono Putro, ST., M.Eng

2. Yana Sudarsa, BSEE., MT

Disahkan :

, 2013 , 2013

Pembimbing Perusahaan Dosen Pembimbing

(Cecep Jamaludin) (Drs. Trisno Yuwono Putro, ST., M.Eng)

NIP. 198707076 NIP. 196006241986031001

, 2013

Ketua Program Studi D3 Teknik Elektronika

(Ervin Masitadewi, ST., MT.)

NIP. 197907052009122001