

ISSN 978-602-9806-1-5



9 786029 980615

Senapati  
Seminar Nasional & Pertemuan Praktis



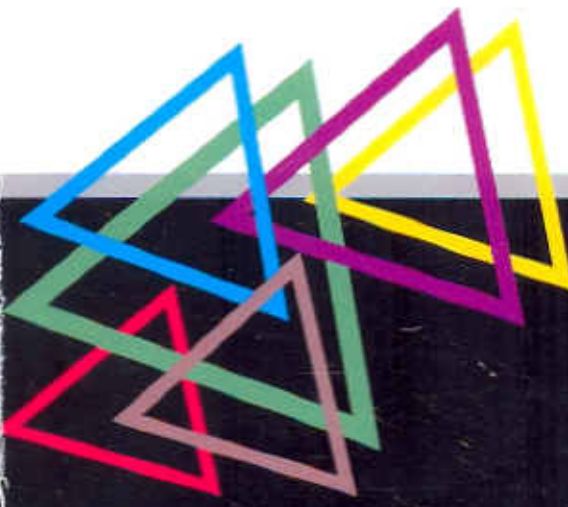
POLITEKNIK NEGERI BALI

REZA YADI HIDAYAT

# Seminar Nasional & Pertemuan Peneliti *Technopreneurship* (Senapati *Technopreneurship*)

*"Technopreneurship dalam Penguatan Industri Kreatif  
Menuju Ketahanan Ekonomi Nasional"*

@ Kampus Politeknik Negeri Bali, 30 - 31 Oktober 2013



# PROSEDING

Didukung oleh :



PUSLITABMAS

Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M)  
Politeknik Negeri Bali  
Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung - Bali 80364  
Telp. 62-361-701981, Fax. 62-361-701128  
Email : p3mpolitekbali@pnb.ac.id

# Proseding

## **Seminar Nasional & Pertemuan Peneliti *Technopreneurship***

*(Senopati Technopreneurship)*

**2013**

### **Team Reviewer :**

**Prof. Dr. Naswan Suharsono, M.Pd**  
**Dr. Ni Nyoman Kerti Yasa, SE., MS**  
**Prof. Dr. Wayan Lasmawan, M.Pd**  
**Dr. Drajat Tri Kartono**  
**Dr. I Wayan Dasna, M.Si, M.Ed**  
**Drs. Ida Bagus Putu Suamba, MA., Ph.D**  
**Putu Alit Suthanaya, ST., M.Eng, Ph.D**  
**Prof. Dr. Masoeri**  
**Dr. Ir. Lilik Sudiajeng., M.Erg**  
**Dr. I Nyoman Suamir, ST., M.Sc**  
**Dr. Ir. I Ketut Widana, MM**  
**I Nyoman Satya Kumara, ST., M.Sc., Ph.D**  
**Prof. Dr. I Made Candiasa, M.I.Kom**  
**Ir. I Ketut Suryawan, MT**  
**I Gd. Wahyu Antara K., ST.M.Erg.**  
**Prof. Dr. Drs. I Made Dira Swantara, M.Si.**  
**Drs. I Ketut Utama, MA**  
**I Made Marsa Arsana, SE., M.M.A**  
**I Nyoman Subratha, SE, MM**

### **ISBN :**

ISBN 978-602-99806-1-5



### **Penerbit :**



**PUSLITABMAS**  
**Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat**  
**Politeknik Negeri Bali**  
**2013**

Pelindung : Ir. I Made Mudhina, MT (Direktur Politeknik Negeri Bali), Pengarah : I Putu Mertha Astawa, SE, MM., I Nyoman Abdi, SE., M.eCom., I Wayan Temaja, ST, MT, Drs. Dewa Made Suria Antara, M.Par., Penanggung Jawab : I Gusti Lanang Suta Artatanaya, SE., MSI., Administrasi : A.A. Putri Indrayati, Putu Werdiani Utami, Alamat Redaksi : Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung Bali – 80364, Telp. (0361)701981

**Bidang Kajian :**

**Rancang Bangun dan Teknologi**

## Kata Pengantar

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas perkenanNYA Seminar Nasional & Pertemuan Peneliti *Technopreneurship* (*Senapati Technopreneurship*) ini dapat terselenggara dan dapat menerbitkan sebuah proseding seminar nasional tahun 2013 .

Seminar Nasional & Pertemuan Peneliti (*Senapati*), diupayakan dapat dilaksanakan setiap tahun sekali untuk membahas dan mengkaji hasil-hasil penelitian dosen dan peneliti yang berasal dari berbagai institusi atau masyarakat umum yang membutuhkan publikasi ilmiah.

Publikasi ilmiah melalui seminar nasional akan mengayakan khasanah dialogis akademis yang patut terus ditumbuh-kembangkan untuk meningkatkan wawasan dan kepakaran dikemudian hari.

Bukti kepakaran sebagai tanggungjawab moril insan akademis maka dipandang perlu menunjukkan dalam wahana tertulis sehingga sebuah seminar nasional perlu di tindaklanjuti berupa pembukuan hasil seminar yaitu proseding.

Proseding ini memuat hasil Seminar Nasional dan Pertemuan Peneliti *Technopreneurship* (*Senapati Technopreneurship*) tahun 2013, yang diselenggarakan oleh PUSLITABMAS (Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) Politeknik Negeri Bali dengan ISBN : 978-602-99806-1-5

Puslitabmas Politeknik Negeri Bali mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung terlaksananya Seminar Nasional dan Pertemuan Peneliti *Technopreneurship* (*Senapati Technopreneurship*) tahun 2013 dan diterbitkannya proseding dari hasil seminar dimaksud.

Kami menyadari apa yang kami perbuat belumlah sempurna maka kritik saran yang sifatnya membangun sangat kami harapkan. Akhir kata kami ucapkan semoga proseding ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan semua insan peneliti.

# PROSEDING SEMINAR NASIONAL 2013 SENAPATI TECHNOPRENEURSHIP

## Daftar isi

- **Optimasi Rancang Bangun Alat Bantu Perakitan Presstool** 1 - 6  
Adies Rahman Hakim<sup>1</sup>, Ismet P Ilyas<sup>2</sup> dan Chandrasa S<sup>3</sup>
- **Pola Kebijakan Penyediaan Air Bersih Melalui Optimalisasi Pemberdayaan Potensi Air Baku Di Kabupaten Gianyar Sebagai Salah Satu Daerah Tujuan Wisata Utama Di Bali** 7 - 14  
I Gst. Lanang Made Parwita & I Wayan Suparta
- **Rancang Bangun Engine Stand Pada Fasilitas Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali Untuk Overhaul Engine** 15 - 21  
I Nengah Darma Susila dan I Gst Ngurah Ardana
- **Pengembangan Teknologi Low Speed Vertical Injection Untuk Pembuatan Produk Aluminium Tahan Beban Impak dan Thermal di Industri Kecil Dan Mikro** 22 - 28  
Darma Firmansyah Undayat<sup>1)</sup>, Wiwik Purwadi<sup>2)</sup>, M. Nahrowi<sup>3)</sup>
- **Rancang Bangun Pisau Bajak Multi Fungsi Yang Ergonomis Meningkatkan Kepuasan dan Produktivitas Kerja Petani Subak Abian Di Desa Batunya Tabanan** 29 - 35  
I Ketut Widana dan Ni Wayan Sadiyahani<sup>1,2)</sup>
- **Pemanfaatan Metode batik Fractal Pada Transformasi Motif Kain Tenun Cual Bangsa Menjadi Batik Khas Bangsa Dalam Upaya Menjaga Aset Budaya Bangsa** 36 - 40  
Ilham Ary Wahyudie, Surojo, Irwan Ramli, Yoan Elviralita
- **Perancangan dan Perbaikan Metode Kerja Sektor Industri Kecil Kerajinan Gong di Kabupaten Klungkung Bali Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja** 41 - 49  
IKG Juli Suarbawa
- **Kajian Perubahan Frekuensi Sumber Listrik Terhadap Putaran Poros Motor** 50 - 54  
I Nyoman Gede Baliarta dan Sudirman
- **Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Pada Penyulang Serangan Untuk Memperbaiki Rugi Rugi Dan Profil Tegangan Sistem Menggunakan Etap 6.0** 55 - 60  
I Gusti Agung Made Sunaya<sup>1)</sup> dan I Made Purbhawa<sup>2</sup>
- **Rancang Bangun Dekanter Minyak Atsiri Menggunakan Pelat Interceptor Untuk Meningkatkan Kuantitas Produk** 61 - 66  
I Made Sudana, Ida Ayu Anom Arsani, dan Achmad Wibolo
- **Rancang Bangun Mesin Pengupas Kulit Buah Kopi** 67 - 76  
I Gusti Ngurah Ardana<sup>1</sup> dan I Gede Nyoman Suta Waisnawa<sup>2</sup>
- **Studi Komparatif Jenis Bahan "Tel Additive" Dan "Bio Additive" Sebagai Octane Booster Bahan Bakar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan** 77 - 84  
I Komang Rasmariadi dan I Ketut Rimpung

- **Rancang Bangun Mesin *Drop Hammer* Untuk Meningkatkan Proses Produksi Kerajinan Logam** 85 - 91  
I Made Aryana<sup>1</sup> dan I Wayan Suirya<sup>2</sup>
- **Studi Eksperimental Pengujian Performance Refrigeran LPG ETI-LPG10C pada AC Split 1 Pk** 92 - 97  
Made Ery Arsana<sup>(1)</sup>, Luh Putu Ike Midiani, I.B Putu Sukadana
- **Uji Komparatif COP Domestik Refrigerator Multi Temperatur Menggunakan Evaporator Tunggal Dan Evaporator Ganda Dengan Katup EPR** 98 - 104  
Adi Winarta, I Wayan Gede Santika, AA Ngurah Bagus Mulawarman
- **Simulation Of Exclusive Stopping Spaces Planning For Motorcycles To Improve Signalled Cross Performance And Traffic Safety** 105 - 111  
Putu Hermawati, I Gede Made Oka Aryawan dan I Wayan Suasnawa
- **Rancang Bangun Alat Uji Temperatur Peleburan Dan Pembekuan PCM Untuk Aplikasi Refrigerator Temperatur Rendah** 112 - 116  
Ida Bagus Putu Sukadana<sup>(1)</sup> dan I Made Sugina<sup>(2)</sup>
- **Optimalisasi Alat Pengaduk Dodol Dan Perbaikan Lingkungan Kerja Untuk Meningkatkan Produktivitas Perajin Di Kabupaten Buleleng, Bali** 117 - 122  
I Gede Santosa
- **Rancang Bangun Alat Penyetel Celah Katup Sepeda Motor Dengan Pembatas Torsi** 123 - 130  
Daud Simon Anakottapary dan I Made Suarta
- **Modifikasi Dan Optimasi Sistem Pengujian Ahu (Air Handling Unit) Dengan Ultrasonik Humidifier Dan Analisis Psikrometri** 131 - 134  
I Wayan Temaja dan Made Ery Arsana
- **Perancangan Alat Pelubang Plastik Mulsa Dan Perbaikan Sistem Kerja Melalui Pendekatan Total Ergonomi Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja Petani Strowberi Di Bedugul Bali** 135 - 139  
M. Yusuf Dan Made Anom Santiana
- **Peningkatan Kekerasan Pada Produk Coran *Crusher Tip* Dengan Metoda Perlakuan Panas** 140 - 146  
Achmad Sambas<sup>(1)</sup>, Reza Yadi Hidayat<sup>(2)</sup>
- **PLTS Untuk Sentra Pengolahan Hasil Kelautan Dan Perikanan Di Nusa Penida** 147 - 151  
I Nengah Suparta dan I Nyoman Sugiarta
- **Sistem Pengaturan Kecepatan Variabel Motor BLDC Menggunakan DRV 8312 DSP TI C2000** 152 - 156  
I Nyoman Wahyu Satiawan, I Ketut Wiryajati, IB Fery Citarsa, Ni Made Seniari, Sultan
- **Pengembangan Dan Optimasi Mesin Sangrai Kopi Yang Hemat Energi Untuk Meningkatkan Kualitas Produksi** 157 - 163  
I Made Rajendra<sup>1</sup>, I Nyoman Suamir dan I Gede Nyoman Suta Waisnawa
- **Flutter Dimensional Analisis Berdasarkan Buckingham Pi-Theorema** 164 - 167  
I Putu Gede Sopan Rahtika dan I Nengah Darma Susila
- **Analisis Performansi AC Split dengan Inverter dan Menggunakan Refrigeran R410A** 168 - 172  
I Wayan Adi Subagia dan I Dewa Made Susila

➤	<b>Studi Eksperimental Sistem Intermittent Solar Absorption Refrigeration Untuk Produksi Es Balok</b> I Nengah Ardita dan I Putu Sastra Negara	173 - 177
➤	<b>Pembuatan Alat Simulasi Praktek Perencanaan Instalasi Pemipaan Untuk Laboratorium Mesin-Mesin Fluida Jurusan Teknik Mesin</b> I Made Arsawan dan I Made Rai Jaya Widanta	178 - 183
➤	<b>Pengembangan AC Trainer Bebas Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Dengan Refrigeran R410a</b> I Dewa Made Susila, I Wayan Adi Subagia dan I Dewa Gede Agus Tri Putra	184 - 190
➤	<b>Kajian Performansi Alat Penukar Kalor Untuk AC Berbasis Thermoelektrik</b> I DG Agus Tri Putra	191 - 195
➤	<b>Analisis Eksperimental Lendutan pada Profil Reng Baja Ringan Akibat Beban Terpusat</b> Fajar Surya Herlambang dan I Komang Sudiarta	196 - 200
➤	<b>Pemanfaatan Teknologi Nirkabel Pada Pengiriman Data Informasi Bencana Longsor Berbasis ATR-KYL-200L</b> Hadi Supriyanto <sup>1)</sup> , Bobby Surya <sup>2)</sup> , Yuliadi Erdani <sup>3)</sup> dan Siti Aminah <sup>4)</sup>	201 - 207
➤	<b>Pengaruh Kuat Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lengkung Baja ST 37 Dengan Teknik IG Dan Metode Smaw</b> Ida Bagus Gde Widiartara <sup>1)</sup> dan I Made Anom Adiaksa <sup>2)</sup>	208 - 213
➤	<b>Analisis Eksperimental Pengaruh Variasi Setting Temperatur Udara Ruangan Terhadap Performansi Sistem Pengkondisian Udara</b> Luh Putu Ike Midiani dan I Dewa Gd. Agus Tri Putra	214 - 217
➤	<b>Investigasi Peningkatan Kapasitas Pendinginan Sistem AC Melalui Aplikasi Air Kondensat Sebagai Pre-Cooling Evaporative</b> I Putu Sastra Negara, I Nengah Ardita	218 - 222
➤	<b>Penggunaan Fly Ash Sebagai Penganti Semen Dalam Pembuatan Beton Geopolimer</b> I Wayan Suasira, I Wayan Intara	223 - 229
➤	<b>Rancang Bangun Alat Pengiris Jajan Uli Yang Ergonomis Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja Perajin Jajan Uli Di Desa Surodadi Kabupaten Tabanan, Bali</b> I Nyoman Sutarna dan Achmad Wibolo	230 - 238
➤	<b>Data Base Sistem Penyediaan Air Minum Guyangan Nusa Penida Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)</b> I Nyoman Sedana Triadi, I Made Mudhina dan I Nyoman Anom P Winaya	239 - 245
➤	<b>Pengaruh Posisi Nozel di Dalam Ejektor Terhadap Performance AC Ejektor</b> Sudirman <sup>1)</sup> dan I Nyoman Gede Baliartha <sup>2)</sup>	246 - 251
➤	<b>Rancang Bangun Mesin Pengamplas Gamelan Reong</b> I Ketut Suherman, I Dewa Made Pancarana	252 - 260
➤	<b>Rancang Bangun Alat Penangkap Belut Menggunakan Inverter DC Ke AC Satu Fasa</b> I Nyoman Sukarma	261 - 265
➤	<b>Analisa Peningkatan Kekerasan Permukaan Baja Karbon Rendah Melalui Karburasi Kemas Arang Kayu Dicampur Tepung Cangkang Kerang Darah</b> Umen Rumendi	266 - 271

- **Penghilangan Logam Pencemar Kromium (III) Dengan Teknik Membran Cair Emulsi Menggunakan Asam Oleat Sebagai Pengompleks Dengan Metode Alir** 272 - 276  
Viktor Andika Putra
- **Redesain Ruang Perpustakaan Politeknik Negeri Bali Melalui Pendekatan Partisipatori Meningkatkan Minat Baca Dan Kenyamanan Pengguna** 277 - 282  
Wayan Sri Kristinayanti dan A.A. Putri Indrayanti
- **Sistem Pengumpul Energi Hybrid Dapat Berpindah (*Mobile Hybrid Power Bank System*)** 283 - 287  
Wendy Triadji Nugroho, Michael Joko Wibowo, Syaiful Anwar
- **Aplikasi Perangkat Lunak Rekayasa Pada Desain Dan Pengembangan Produk *Ceiling Rod Hanger Clip*** 288 - 292  
Asep Indra Komara
- **Analisis *Centerline Shrinkage* Pada Produk Baja Cor Dengan Bentuk Geometri Kompleks Menggunakan Bantuan Perangkat Lunak Simulasi Coran Solidcast 8.1.1 (*Studi Kasus Pada Produk Diafragma*)** 293 - 297  
Mochammad Achyarsyah, Beny Bandanadjaja, Hariyadi Nugroho



## OPTIMASI RANCANG BANGUN ALAT BANTU PERAKITAN PRESSTOOL

Adies Rahman Hakim<sup>1</sup>, Ismet P Ilyas<sup>2</sup>,  
Chandrasa S<sup>3</sup>

- (1) Politeknik Manufaktur Negeri Bandung, Jl. Kanayakan 21 Bandung 40135,  
email: [adies@polman-bandung.ac.id](mailto:adies@polman-bandung.ac.id)
- (2) Politeknik Manufaktur Negeri Bandung, Jl. Kanayakan 21 Bandung 40135,  
email: [ismet@polman-bandung.ac.id](mailto:ismet@polman-bandung.ac.id)
- (3) Universitas Pancasila, Jl. Borobudur no. 7 Jakarta 4,  
email: [csoekardi@gmail.com](mailto:csoekardi@gmail.com).

### Abstrak

*Presstool* adalah salah satu alat bantu produksi di industri yang memegang peranan penting dalam menghasilkan produk massal yang berkualitas. Alat ini sering dibuat oleh industri kecil menengah secara manual, muncul permasalahan pada saat penyetingan dan perakitan untuk tuntutan kesatusumbuan antara *punch* dan *dies* sesuai dengan *clearance* yang diinginkan juga memerlukan waktu yang cukup lama dan kurang aman bagi operator. Metodologi yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan ini menggunakan metode perancangan VDI 2222, diikuti dengan proses pembuatan menggunakan mesin-mesin kompensional kemudian dilakukan pengukuran waktu saat uji kompetensi. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mempercepat proses perakitan dan menjamin kesatusumbuan antara *punch* dan *dies* secara akurat disaat perakitan dan penyetingan. Dengan dihasilkannya alat bantu perakitan *presstool* ini maka proses perakitan selanjutnya dapat dilakukan dengan mudah dan aman bagi operator sehingga didapat efisiensi waktu hingga mencapai ~ 50 persen dibanding cara manual.

**Kata Kunci:** perancangan, VDI 2222, perakitan, *presstool*, *clearance*

## DESIGN OPTIMIZATION FOR PRESSTOOL DIE SPOTING

### Abstract

*Many industries use medium size of press tools to produce high quality mass-product. These tools usually manufactured by small/medium industries and conventional manually assembled. This assembly process has problems. It is time-consuming since it is hard to spot the exact position between punch and die with the desired clearance; and it is also harmful for the assembly operator.*

*These problems are solved by doing a design study of an assembly tool that meets VDI 2222 design methodology, followed by conventional manufactured and calculated the time which is done by Polman-Bandung student at the time of the press tool assembly manually competency test*

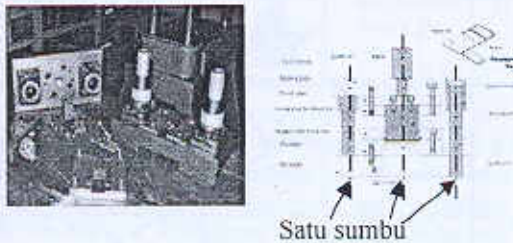
*The purpose of this study is to accelerate the assembly process setup and ensure the exact position between punch and die accurately when setup. The outcome is an assembly tools that save ~ 50 percent of assembly time, easy to operate and safe for the operator.*

**Keywords:** design, assembly, maintenance and clearance

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Industri manufaktur adalah industri yang bergerak dalam bidang pengolahan bahan baku menjadi barang jadi. Proses manufaktur adalah proses terpadu pengembangan suatu produk mulai dari proses perancangan hingga produk tersebut direalisasikan. *Presstool* adalah salah satu jenis peralatan yang memegang peranan penting dalam proses produksi dengan jumlah banyak (*mass produk*), *presstool* yang terdiri dari bagian atas (*Punch*) & bagian bawah (*Dies*) harus dipasang dengan posisi koordinat kesumbuan yang sangat teliti. (Gambar 1.1)



Gambar 1.1 : *Presstool*

### 1.2 Batasan Masalah

Di Polman atau di banyak industri kecil menengah perakitan *Presstool* dengan dimensi *Base Plate* maksimal 350x300x300 mm yang selama ini dilakukan secara manual sudah dirasakan tidak efektif dan tidak efisien dan juga tidak aman bagi operator (Gambar 3). Dengan permasalahan tersebut diatas timbul pemikiran untuk membuat alat bantu proses perakitan dan penyetingan *presstool* supaya dapat dilakukan dalam waktu (*lead time*) yang singkat, nyaman dan aman bagi operator. Hal ini diwujudkan dalam bentuk perancangan dan pembuatan alat bantu perakitan *presstool* dengan mengaplikasikan metode VDI 2222 yang diikuti dengan kontrol analisis kekuatan konstruksi menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA).

### 1.3 Tujuan Penelitian

Perancangan dan Pembuatan alat bantu perakitan *presstool* dengan mengaplikasikan metode VDI 2222 dan DFMA (*Design for Manufacture and Assembly*) ini bertujuan untuk:

- Memudahkan proses perakitan, penyetingan dan perbaikan *Presstool*
- Meng'efisiensi'kan waktu perakitan dan penyetingan hingga ~ 50 %
- Menjamin keamanan operator.

### 1.4. Metodologi Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

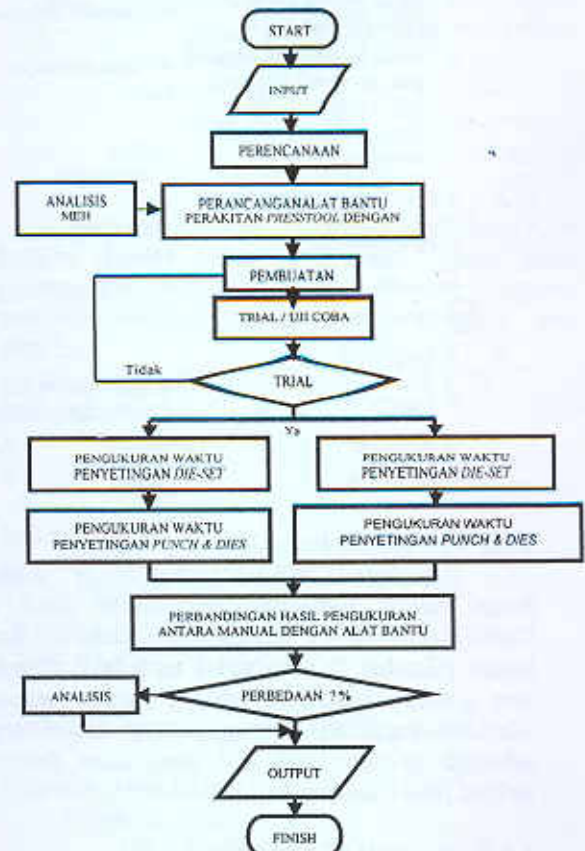
- Menganalisis Rancangan Alat Bantu Perakitan *Presstool* dari referensi yang ada.

- Perancangan dan Pembuatan dengan metode VDI 2222 dan DFMA (*Design for Manufacture and Assembly*).
- Perhitungan kekuatan konstruksi secara konvensional dan kontrol analisis kekuatan menggunakan pendekatan Metoda Elemen Hingga / *Finit Element Analisis*
- Pembuatan Prototipe dari alat yang dirancang.
- Try-out/Uji coba alat
- Pembuktian perbandingan waktu penyetingan *presstool* secara manual dengan menggunakan alat bantu.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Kerangka Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan bertahap mulai dari perencanaan, perancangan, pembuatan, trial sampai pengukuran waktu penyetingan. (Gambar 2.1). Tahap perancangan dilakukan dengan metodologi pendekatan sistematis (*Systematic Approach*) menggunakan metoda VDI 2222 termasuk perhitungan konstruksi didalamnya. .



Gambar 2.1 : Flow-chart Penelitian

### 2.2 Spesifikasi Teknik dan Daftar Tuntutan

Perancangan alat bantu perakitan *presstool* ini disesuaikan dengan kebutuhan di berbagai

bengkel industry kecil menengah yang bergerak dalam pembuatan *presstool*, dan dirancang berdasarkan langkah-langkah perakitan *presstool* yang dapat dilihat pada tabel 1 (terlampir)

### 2.2.1 Spesifikasi Alat

Alat yang akan dirancang mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- Dapat memegang *presstool* ukuran maksimum 350 x 300 x 300 mm
- Dapat dioperasikan oleh satu orang operator
- Dapat menaik turunkan *die-set* bagian atas
- Dapat memutar balikan *dies-set* bagian atas
- Menjamin kesatusumbuan *guide pillar*, *punch* dan *dies*

### 2.2.2 Daftar Tuntutan Alat

No	Daftar Persyaratan	Spesifikasi
1	<b>Persyaratan Utama</b>	
	a. Dimensi max. <i>presstool</i> yang akan dirakit	Maksimal 350 x 300 x 300 mm
	b. Berat benda kerja max. yang diangkat	50 kg
	c. Dapat menaik turunkan <i>die-set</i> bagian atas	Maksimal 1.000 mm
	d. Dapat memutar balikan plat pemegang atas pada posisi vertikal	90° terhadap meja kerja
e. Efisiensi waktu proses setting <i>presstool</i>	~ 50 %	
2	<b>Persyaratan Kedua</b>	
	a. Pengoperasian	Manual & Semi Otomatis
	b. Jumlah operator	1 (satu) orang
	d. Keselamatan Kerja	Aman
3	<b>Keinginan</b>	
	a. Ergonomis	Mudah dan nyaman dalam pengoperasian
	b. Perakitan	Mudah
	c. Perawatan	Mudah

### 2.2.3 Pembagian Fungsi

Pembagian fungsi keseluruhan menjadi fungsi bagian menggunakan metode *Black Box Concept* (Gambar 1). Fungsi keseluruhan dan fungsi bagian (Gambar 2) yang sudah terdefinisi dibuatkan sket sistem konstruksi sebagai sarana pencarian alternatif konstruksi masing-masing fungsi bagian sehingga prinsip kerja alat yang akan dirancang terlihat jelas (Gambar 4).

### 2.3 Alternatif Fungsi Bagian

Pencarian alternatif fungsi bagian menggunakan metoda Kotak Morphologi dengan pembagian fungsi sebagai berikut :

- Sistem Naik Turun
- Sistem Dudukan Beban

- Sistem Pemegang Pelat
- Sistem Pemutar bagian Atas

### 2.3.1 Variasi Konsep

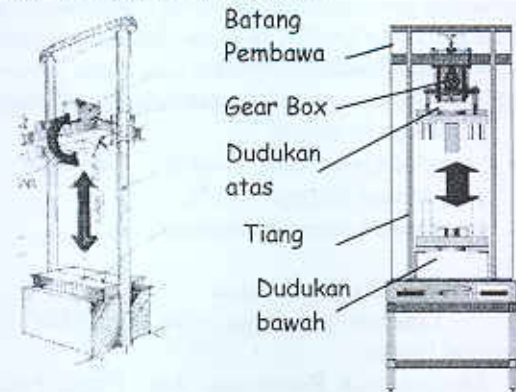
Alternatif fungsi bagian dikelompokkan menjadi alternatif fungsi keseluruhan, dibuat menjadi tiga jenis variasi konsep (table 2.1) yang akan dinilai berdasarkan aspek teknis ekonomis.

Tabel 2.1 Variasi Konsep

No	FUNGSI BAGIAN	ALTERNATIF FUNGSI BAGIAN		
		ALT 1	ALT 2	ALT 3
1	Fungsi Pengangkat Naik Turun	A-1	A-2	A-3
2	Fungsi Dudukan Beban	B-1	B-2	B-3
3	Fungsi Pemegang pelat atas dan bawah	C-1	C-2	C-3
4	Fungsi Pemutar Bukaan Atas	D-1	D-2	D-3
	AFK*	AFK 1	AFK 2	AFK 3

### 2.3.2 Penilaian Alternatif

Penilaian dari masing-masing alternatif fungsi keseluruhan meliputi pencapaian fungsi utama, pengoperasian, kehandalan, konstruksi, kemudahan dalam pembuatan dan perawatan. Penilaian dilakukan dengan kriteria Sangat Baik, Baik, Cukup, Kurang, Sangat Kurang yang hasilnya ditampilkan dalam diagram S.



Gambar 2.4 : Rancangan alat bantu perakitan *presstool*

## 2.4 Penyelesaian

Tahapan penyelesaian diawali dengan gambar sket dan draft konstruksi (Gambar 2.4), kemudian dibuatkan dokumentasi teknik yang meliputi gambar kerja lengkap (gambar susunan, gambar bagian) (Gambar 5) dan BOM (*Bill of Material*).

## BAB III ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

Kelayakan konstruksi dari draft yang sudah dibuat dianalisa dan dikontrol kekuatannya berdasarkan ilmu kekuatan bahan (*Strength of Material*), yang kemudian dioptimasi dengan menggunakan *Software Finite Elemen (FEA)* sehingga kekuatan konstruksi bisa dipertanggung jawabkan secara utuh.

### 3.1 Analisis Perhitungan Konstruksi

Kekuatan konstruksi dari Alat bantu perakitan *Presstool* yang dirancang dianalisa menurut kaidah-kaidah ilmu kekuatan bahan (*strength of material*) berdasarkan beban maksimum dari *presstool* yang boleh dirakit, terutama pada daerah-daerah yang dianggap kritis, seperti spindle pengangkat, batang pembawa dan poros gearbox yang kemudian dioptimasi dengan menggunakan *Software Finite Elemen Analysis (FEA)*

#### 3.1.1 Tiang/Spindel Pengangkat

Kekuatan tiang pengangkat dikontrol dengan menghitung tegangan-tegangan yang terjadi pada saat mengangkat beban maksimum kemudian membandingkannya terhadap tegangan yang diizinkan.

Data Teknik :

Berat *presstool* bagian atas

$$W_{max} = Volume (V) \times \text{berat jenis } (\rho)^*$$

\*Berat jenis bahan steel  $\rho = 7.83 \cdot 10^6 \text{ (kg/mm}^3\text{)}$

*Presstool* bagian atas,  $W1 = 38 \text{ kg}$

Pelat Atas  $W2 = 40 \text{ kg}$

Gearbox lengkap  $W3 = 32 \text{ kg}$

Berat total  $W_{total} = 110 \text{ kg}$

Gaya berat = Berat total x gravitasi

$$(g = 9,81 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ m/s}^2)$$

jadi Gaya berat max.  $F_g = 1100 \text{ N}$

Tiang diambil *ball screw THK Type DCM 20*, rari katalog didapat dimensi-dimensi sbb. :

Diameter luar,  $D_k = 32 \text{ mm}$ ,

Diameter kaki,  $D_o = 29 \text{ mm}$ ,

Diemeter pitch,  $D_r = 25,5 \text{ mm}$ ,

Panjang mur pembawa,  $L = 40 \text{ mm}$ .

Bahan St 37

$$\text{Tegangan izin : } \sigma_{bcn} = \frac{R_e}{S_f} = \frac{240}{2} = 120 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Dengan beban dari *presstool* bagian atas tiang menerima beban tekan dan takik / *buckling*

- Tegangan Tekan

$$\sigma_d = \frac{F}{A_s} = \frac{550.4}{\pi \cdot 25,5^2} = 1.08 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{bcn}$$

- Tegangan *Buckling* dengan derajat

$$\text{kelangsingan, } \lambda = \frac{4 \cdot L_{maks}}{D_r} = \frac{4 \cdot 1000}{25,5} = 157$$

derajat kelangsingan  $\lambda > 89$ ,

maka takik elastis dihitung berdasarkan EULER

- Tegangan Takik Euler

$$\sigma_{te} = \frac{E \cdot \pi^2}{\lambda^2} = \frac{210000 \cdot \pi^2}{157^2} = 84 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{bcn}$$

Dari hasil perhitungan diatas konstruksi tiang dinyatakan kuat menahan beban karena semua tegangan yang terjadi lebih kecil dibanding tegangan yang diizinkan.

#### 3.1.2 Batang Pembawa



Gambar 3.1; Batang Pembawa

Batang pembawa (Gambar 3.1) dihitung pada kondisi paling kritis yaitu pada posisi pelat pemegang vertikal, pada posisi ini batang pembawa mengalami pembebanan punter, bengkok dan defleksi.

Batang diambil dari profil hollow  $\square 100 \times 50$  DIN 10210-2

$$A = 8,54 \text{ cm}^2, \quad W_y = 14,1 \text{ cm}^3,$$

$$I_y = 429 \text{ cm}^4, \quad W_p = 25,1 \text{ cm}^3.$$

Bahan : St. 37

$R_m = 370 \text{ N/mm}^2$ ,  $R_e = 240 \text{ N/mm}^2$ ,

$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$

Jarak titik berat ke sumbu batang =  $-62,1 \text{ mm}$

$(\sum \text{Berat} \times \text{jarak}) / \sum \text{Berat}$

$$\text{Tegangan izin : } \sigma_{bcn} = \frac{R_e}{S_f} = \frac{240}{2,5} = 96 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Tegangan yang terjadi :

- Tegangan Puntir :

$$\tau_p = \frac{M_p}{W_p} = \frac{F_g \cdot R}{W_p} = \frac{1100 \cdot 62,1}{25100} = 2,722 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- Tegangan Bengkok

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W} = \frac{F_g \cdot L}{4W} = \frac{1100 \cdot 500}{4 \cdot 14100} = 9,75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- Tegangan Gabungan

$$\sigma_k = \sqrt{\sigma_k^2 + \tau_p^2} = \sqrt{9,75^2 + 3,2722^2} = 10,83 < \sigma_{\text{izin}}$$

Tegangan yang terjadi < tegangan izin  
 $10,83 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2$  KUAT

Defleksi :

$$f = \frac{F L^3}{48 E I_x} = \frac{1100 \cdot 500^3}{48 \cdot 210000 \cdot 429000} = 0,032 \text{ mm}$$

ketentuan desain konstruksi mesin perkakas

Batasan defleksi yang diizinkan adalah :

$$f_{\text{izin}} = 0,001 \cdot L \dots 0,003 \cdot L$$

$$f_{\text{izin}} = 0,5 \text{ mm} \dots 1,5 \text{ mm}$$

Defleksi yang terjadi < defleksi yang diizinkan

$$0,32 < 0,5 \text{ mm} \quad \Rightarrow \text{aman}$$

### 3.2 Analisis Metoda Elemen Hingga

Setelah konstruksi dianalisis secara manual, selanjutnya dianalisis secara numerik dengan bantuan perangkat lunak rekayasa enjinerig (*software for engineering*). Validasi desain dilakukan dengan bantuan *software ANSYS Workbench VII*. Analisis dilakukan hanya pada beberapa konstruksi atau fungsi bagian yang dianggap kritis. Analisis elemen hingga dilakukan untuk menentukan distribusi tegangan dan karakteristik pada daerah kritis. Fungsi bagian yang dianalisis diantaranya adalah tiang/spindel pengangkat, batang pembawa dan poros transmisi roda gigi cacing. Tahapan analisis yang dilakukan diantaranya meliputi :

- Membuat model geometri dan model *finite element*
- Mendefinisikan / memilih material
- Menentukan kondisi batas, sistem tumpuan dan pembebanan
- Melakukan analisis tegangan untuk beberapa fungsi bagian yang telah ditetapkan
- Menginterpretasikan hasil analisis

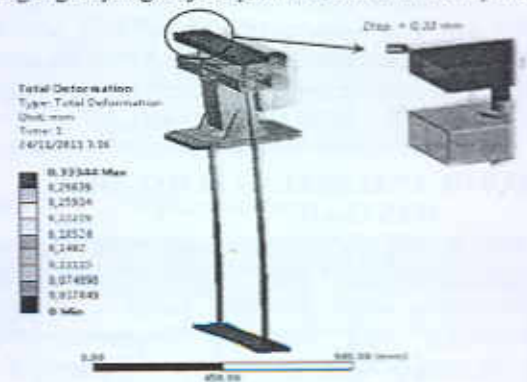
#### 3.2.1 Hasil analisis elemen hingga

Analisis elemen hingga (*Finite Element Analysis*) yang dilakukan pada ketiga kasus ini akan melihat karakteristik dan distribusi dari tegangan (*stress von mises*) dan *displacement* yang terjadi. Kondisi yang terjadi harus masih dalam batas yang diizinkan.

a) *Displacement* dan tegangan kasus pertama

Pemeriksaan *displacement* dilakukan pada konstruksi keseluruhan dan pada beberapa komponen yang dianggap kritis. Total *displacement* yang terjadi pada konstruksi keseluruhan kasus pertama sebesar 0,33 mm. Kondisi ini terjadi pada batang profil bagian atas. Sementara pada batang pembawa *displacement* yang terjadi sebesar 0,28 mm di bagian atas. Sementara *displacement* pada poros spindel 0,33 mm. kondisi ini masih dalam

batas yang diizinkan. Demikian pula halnya tegangan yang terjadi pada keseluruhan komponen,



Gambar 3.2 Total *displacement* pada konstruksi keseluruhan kasus pertama.



Gambar 3.3 Total *displacement* pada batang pembawa kasus pertama.

#### 3.2.2 Rangkuman Hasil analisis elemen hingga

Hasil analisis selengkapnya dapat dilihat pada tabel 3.1. Semua kondisi yang terjadi pada konstruksi alat bantu setting *presstool* masih dalam batas yang diizinkan.

Tabel 3.1 Rangkuman hasil analisis FEA

Kasus	Komponen / Sistem konstruksi	<i>Displacement</i> Max [mm]	<i>Stress von mises</i> [N/mm <sup>2</sup> ]
Pertama	Konstruksi keseluruhan	0,33	63,76
	Batang pembawa	0,29	63,76
	Poros spindel	0,33	2,01
Kedua	Konstruksi keseluruhan	0,49	95,50
	Batang pembawa	0,43	95,50
	Poros spindel	0,49	2,59

### 3.3 Analisis Data Hasil Penelitian

Setelah alat bantu perakitan *presstool* hasil rancangan selesai dibuat dan diuji coba, kemudian dilakukan penelitian pengukuran waktu penyetingan *presstool* dengan metoda perbandingan hasil,

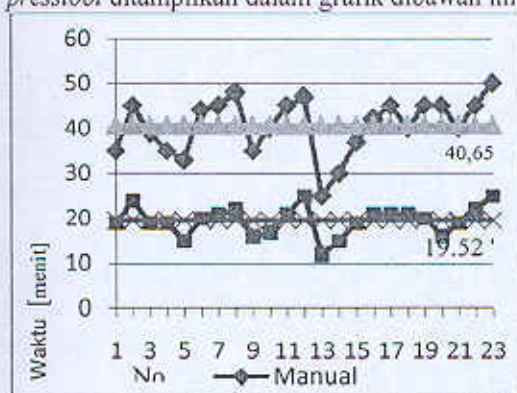
pengukuran waktu dilakukan erhadap mahasiswa polman saat uji kompetensi perakitan *presstool*, secara manual dan menggunakan alat bantu perakitan yang sudah disiapkan.

### 3.3.1 Data Waktu Perakitan *Presstool*

Mahasiswa yang melakukan kegiatan uji kompetensi perakitan *presstool* ini berjumlah 20 orang, pengukuran waktu menggunakan *stop-watch* yang dimulai dari persiapan, perhitungan kelonggaran (*Clearance*) hingga uji coba pada mesin press banting. Rekap data pengukuran dapat dilihat pada table 2 (terlampir).

### 3.3.2 Hasil Penelitian

Data yang didapat dari hasil pengamatan mahasiswa saat melakukan uji kompetensi perakitan *presstool* ditampilkan dalam grafik dibawah ini



Dari grafik diatas, dapat dilihat bahwa:

- Dengan alat bantu proses penyetingan *presstool* bisa dilakukan lebih cepat.
- waktu rata-rata yang dibutuhkan secara manual 40.65 menit dan dengan alat bantu 19.52 menit
- Perbedaan waktu rata-rata adalah 40.65 menit – 19.52 menit = 21.13 menit
- Efisiensi waktu yang didapat adalah sebagai berikut :

$$(21.13/4.65) \times 100 \% = 51.9 \%$$

Target efisiensi yang diinginkan dalam salah satu tujuan dari pembuatan alat bantu ini (tertulis pada bab I) adalah ~ 50 %, maka target ini tercapai.

## BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan perancangan, pembuatan dan uji coba alat bantu perakitan *presstool* bisa diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1 Proses penyetingan untuk mendapatkan kesesuaian *presstool* secara manual sudah harus ditingkatkan dengan menggunakan alat bantu perakitan.
- 2 *Presstool* yang bisa disetting di alat ini berukuran maksimum 350x300x300 mm

dengan berat *presstool* bagian atas maksimum 50 kg.

- 3 Hasil analisis kekuatan berdasarkan perhitungan kekuatan bahan secara konvensional dan dengan Metoda Elemen Hingga pada komponen kritis menyatakan kuat.
- 4 Efisiensi yang didapat setelah dilakukan uji coba dibanding secara manual adalah sebesar – 51,9 %
- 5 Alat bantu perakitan yang dirancang dapat memberikan kemudahan, kenyamanan dan keamanan bagi operator

### 4.2 Saran

Alat bantu yang dirancang bisa lebih dioptimalkan antara lain dengan :

- 1 Menambahkan *inverter* pada motor penggerak naik turun supaya kecepatan angkat bisa diatur sesuai kebutuhan.
- 2 Memasang kontrol langkah untuk memastikan posisi *presstool* bagian atas pada posisi aman untuk pergerakan memutar.
- 3 Alat bantu perakitan *presstool* ini bisa digunakan di industri-industri kecil menengah yang bergerak di bidang pembuatan *presstool*.

### DAFTAR PUSTAKA

1. G. Pahl & W. Beitz.. *Engineering Design A Systematic Approach*. Spriner-Verlag London, 1996
2. Geoffrey Boothroyd & Winston Knight. *Product Design for Manufacture & Assembly*. M. Dekker Inc. 1994
3. McGraw-Hill. *Metal Stamping Dies. Their Konstruktion. and Assembly*. 2004
4. Roloff/Matek. *Mashinenelemente*. Viewegs Fachbueher der Technik. Braunsweig Germany 1984.
5. Alfred Boge. *Mechanik und Festigkeitslehre*. Viewegs Fachbueher der Technik. Braunsweig Germany. 1980.
6. Alfred Boge. *Das Techniker Handbuch 13 Auflage*. Viewegs Fachbueher der Technik. Braunsweig Germany. 1992.
7. Ayi Ruswandi *Metoda Perancangan*. Polman Negeri - Bandung. . 2004.
8. Yatna Y. Martawirya dan M Taufiqurrahman. ITB. *Optimasi Desain Tata Letak Fixture dengan Analisa Elemen Hingga*. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin UI. Nov 2006
9. DAG-Technikum. *Industriebetriebs-lehre*. Essen – Germany. 1991.
10. Kent.L. Lawrence, *Ansys Workbench Tutorial, Struktur & Thermal Analysis Ansys Workbench Release 11.0*, Environment, Schroff Development Corporation

## Pengembangan Teknologi *Low Speed Vertical Injection* Untuk Pembuatan Produk Aluminium Tahan Beban Impak dan Thermal di Industri Kecil Dan Mikro

Darma Firmansyah Undayat<sup>1)</sup>, Wiwik Purwadi<sup>2)</sup>, M. Nahrowi<sup>3)</sup>

Jurusan Teknik Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Negeri Bandung<sup>1,2,3)</sup>

Jl. Kanayakan No. 21 Dago, Bandung 40135

Telp: 022-2500241, Fax: 022-2502649

E-mail: [darmafirmsyah@yahoo.com](mailto:darmafirmsyah@yahoo.com)<sup>1)</sup>

**Abstrak:** Produk Aluminium sangat diperlukan dalam industri manufaktur, terutama untuk bagian yang menuntut perpaduan optimal antara berat jenis, konduktivitas thermal, ketahanan terhadap korosi, dan kemudahan proses pembuatan dengan sifat mekanis yang baik. Produk yang dapat memenuhi tuntutan teknis diatas banyak digunakan pada industri otomotif dan industri manufaktur lainnya, misalnya *piston & cylinder head* motor bakar, *intake manifold* dan *central rem*.

Produk yang memiliki ketahanan terhadap beban thermal dan beban kejut (impak) hanya dapat dihasilkan melalui proses yang memfasilitasi tercapainya kondisi struktur mikro bahan yang bebas dari porositas. Pada umumnya metode yang digunakan adalah *Low Pressure Die Casting*. Metode ini selain memerlukan investasi yang sangat tinggi juga memerlukan keahlian personal yang tinggi pula. Untuk meningkatkan kemampuan industri kecil dalam memproduksi benda teknis bertuntutan tinggi diperlukan metode yang lebih murah dan mudah. Penerapan sistem injeksi keatas (vertikal) berkecepatan rendah dalam cetakan panas disertai dengan penekanan kontinu akan menghasilkan aliran logam ke dalam cetakan yang bebas dari turbulensi sehingga akan dihasilkan produk yang bebas porositas.

Dalam penelitian ini telah dilakukan pengembangan teknologi *low speed vertical injection*, yang tujuannya terdiri dari: penentuan material, disain produk, disain parameter proses, disain prototipe mesin injeksi, disain cetakan, penentuan parameter proses, uji coba pembuatan produk dan pengujian produk.

Dari penelitian yang telah dilakukan dihasilkan prototipe mesin injeksi, parameter proses injeksi, dan contoh produk. Prototipe mesin injeksi yang telah dibuat dapat berfungsi untuk membuat produk, namun produk yang dihasilkan belum terbentuk sempurna, sehingga masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam hal penentuan parameter prosesnya.

**Kata kunci:** produk tahan impak/thermal, metode injeksi vertikal kecepatan rendah, parameter proses

### *Development of Low Speed Vertical Injection Technology for Producing Aluminum Products that Have Impact and Thermal Resistance on Small and Micro Industries*

**Abstract:** Aluminum products are needed in manufacturing industries, especially for spare part that optimum combination of density, thermal conductivity, corrosion resistance, and ease of manufacturing process with good mechanical properties is required. Products that can meet the technical demands of the above are widely used in the automotive industries and other manufacturing industries, such as pistons and cylinder head combustion engine, the intake manifold and central brake.

Products that had thermal and impact resistance only can produced by the process that facilitated micro structure of the material is free from porosity. Generally the methode that used is *Low Pressure Die Casting*. This methode is required very high investation and good skill personal. To improve small industries for producing high requirement products is needed the cheaper and simple methode. Application of low speed vertical injection on hot die with continuous pressure will be produced the flow of liquid metals that turbulence free, so the products that porosity free are can be produced.

In this research, the development of low speed vertical injection technology has been done. And the steps are consist of: material determination, designing product, designing process parameter, designing prototype of injection machine, designing die, process parameter determination, trial making product and product testing.

From the research that has been conducted resulting prototype of injection machine, injection process parameters and product samples. Prototype of injection engine that has been created can be used to make the product, but the products have not been fully formed, so it still needs to be done further research in determining the process parameters.

**Keywords:** impact/thermal resistant products, low-speed vertical injection method, process parameters

## 1. Pendahuluan

Produk berbahan dasar Aluminium sangat diperlukan dalam industri manufaktur, terutama untuk bagian / peralatan teknik yang menuntut perpaduan optimal antara berat jenis yang rendah, konduktivitas thermal yang baik, ketahanan terhadap panas dan korosi, kemudahan proses pembuatan dan sifat mekanis yang baik. Produk yang dapat memenuhi tuntutan teknis diatas banyak digunakan pada industri otomotif dan industri manufaktur lainnya, seperti misalnya Piston & Cylinder head motor bakar, intake manifold dan central rem.

Produk aluminium yang memiliki ketahanan terhadap beban thermal dan beban kejut (impak) hanya dapat dihasilkan melalui proses yang memfasilitasi tercapainya kondisi struktur mikro bahan yang bebas dari porositas. Hal ini dimungkinkan jika pada saat proses pembuatan tidak terjadi turbulensi cairan yang mengisi rongga cetak. Pada umumnya metode yang digunakan untuk menghasilkan produk tersebut adalah *Low Pressure Die Casting*.

Metode ini selain memerlukan investasi yang sangat tinggi juga memerlukan keahlian personal yang tinggi pula. Sistem operasi pada *low pressure die casting* menuntut peralatan yang rumit dan tingkat keamanan proses yang tinggi, karena menggunakan tekanan udara langsung pada permukaan cairan dalam tanur peleburan. Hal ini tentu saja sulit dipenuhi oleh industri kecil, oleh karenanya maka pembuatan produk berkualitas tinggi ini masih sulit dilaksanakan di industri kecil. Dalam upaya untuk mendayagunakan industri kecil dan meningkatkan kemampuan industri kecil dalam memproduksi benda teknis bertuntutan tinggi, maka diperlukan metode proses yang jauh lebih murah dan mudah, tetapi masih dapat menghasilkan produk yang dapat memenuhi tuntutan teknis yang tinggi.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian rancang bangun yang akan difokuskan pada pengembangan metode pembuatan coran aluminium yang belum didapatkan pada penelitian sebelumnya, yaitu Wiwik Purwadi, Yusril Irwan, Dedi Heryadi, Dedi Mulyadi dan Nopran dalam penelitian *Pembuatan Produk Aluminium Dengan Metode Upright Injection*, Itenas Bandung 2008 membuktikan bahwa secara teknis pembuatan produk aluminium dengan metode tersebut dapat dilakukan dan telah

memberikan hasil yang baik. Hal ini dibuktikan dengan analisis struktur mikro, berat jenis dan analisis proses. Berat jenis produk *upright injection*  $2.583 \text{ gr/cm}^3$  lebih tinggi daripada produk *gravity* sebesar  $2.321 \text{ g/cm}^3$ . Hal ini menunjukkan tingkat kepadatan yang lebih tinggi dan porositas yang lebih rendah. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini masih terbatas pada pengaturan kecepatan saja, sehingga temperatur cairan yang optimal serta tekanan pasca pengisian masih belum dapat dilakukan.

Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian.

### *Penentuan material*

Penentuan material yang akan digunakan dalam uji coba mesin injeksi. Dalam pemilihan material akan dipertimbangkan mengenai penyusutan *interdendritic* agar penyusutan yang terjadi dapat ditekan serendah mungkin.

### *Disain produk*

Pembuatan disain produk yang akan digunakan sebagai objek yang akan dibuat dengan mesin injeksi. Disain produk akan dibuat sedemikian rupa, sehingga penyusutan dapat diukur dengan lebih akurat.

### *Desain parameter proses*

Material dan komposisi kimianya merupakan suatu parameter yang konstan. Berdasarkan diagram biner Al-Si akan ditentukan temperatur tuang kedalam silinder injeksi. Perhitungan panas dilakukan untuk menentukan pemanasan yang diperlukan pada silinder injeksi untuk menahan temperatur cairan. Perhitungan aliran cairan yang laminar digunakan untuk menentukan kecepatan aliran yang ideal pada massa jenis dan viskositas cairan yang tepat. Kecepatan aliran dan volume cairan akan menjadi dasar perhitungan kecepatan gerakan piston pendorong.

### *Desain prototipe mesin injeksi*

Pembuatan disain prototipe mesin injeksi dengan mempertimbangkan agar:

- Kecepatan aliran aluminium dan piston injeksi dapat dilakukan
- Pengaturan volume cairan yang akan diinjeksi dapat dilakukan
- Pengaturan penahanan temperatur cairan selama proses injeksi berlangsung dapat dilakukan.

### *Pembuatan mesin injeksi*

Pembuatan mesin injeksi sesuai dengan disain yang telah dibuat.



**Desain cetakan**

Pembuatan disain cetakan untuk produk yang akan dibuat (produk yang dibuat sesuai dengan disain produk yang telah dibuat).

**Pembuatan cetakan**

Proses manufaktur cetakan sesuai dengan disain cetakan yang telah dibuat.

**Penentuan parameter proses**

Penentuan parameter-parameter proses, yang terdiri dari: laju aliran cairan aluminium, temperatur cairan aluminium, temperatur cetakan dan temperatur chamber.

**Uji coba pembuatan produk**

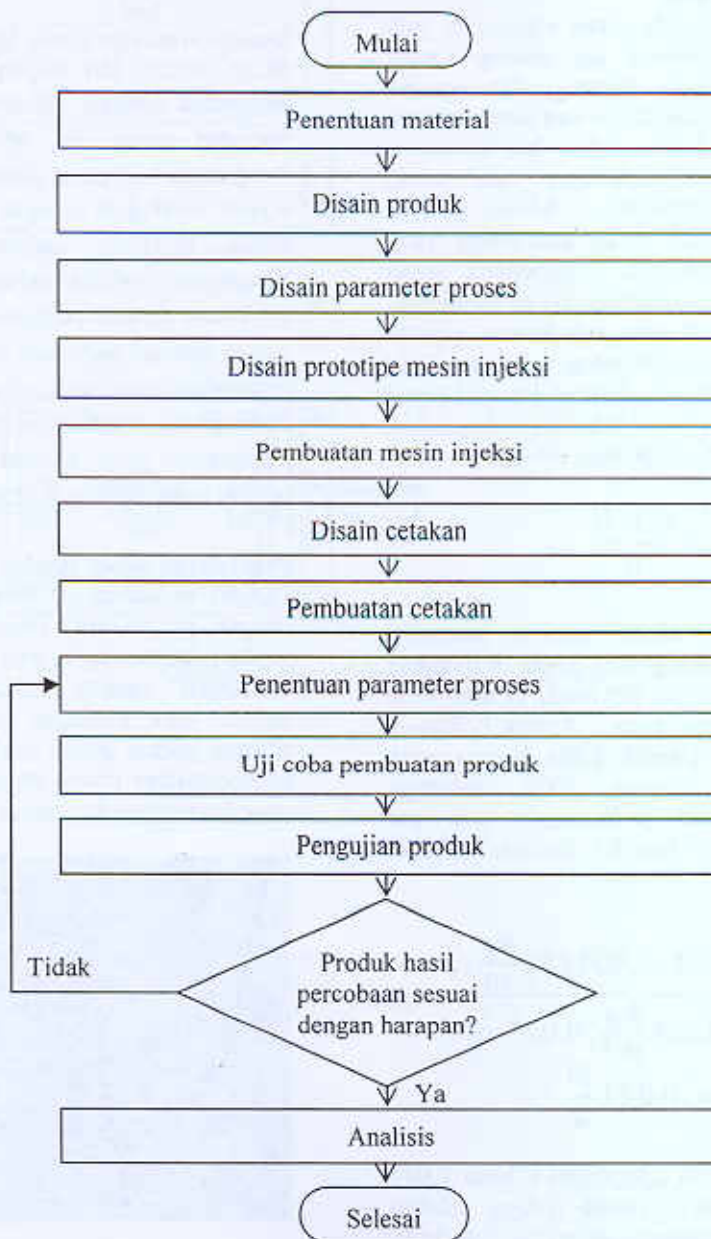
Melakukan uji dengan parameter proses sesuai dengan yang telah ditentukan.

**Pengujian produk**

Pengujian dilakukan terhadap fraksi porositas, struktur mikro bahan, bentuk geometri produk, dimensi dan penyusutan, kehalusan permukaan, sifat mekanik bahan (kekuatan tarik, kekerasan serta impak) dan konduktivitas listrik.

**Analisis**

Melakukan analisis data-data hasil penelitian.



Gambar 1. Diagram alir pemecahan masalah secara umum

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Penentuan material

Material yang digunakan adalah Aluminium dengan paduan Si sebesar 12%. Pemilihan material ini dikarenakan sifat bahan yang eutektikum, sehingga penyusutan *interdendritic* dapat ditekan serendah mungkin.

#### Disain produk

Produk didisain tanpa rongga dalam (pejal), sehingga penyusutan dapat diukur dengan lebih akurat. Produk dibuat dengan ukuran Dia 25 mm x 100 mm.

#### Desain parameter proses

Porositas yang terjadi pada coran aluminium baik pada *sand casting* maupun *die casting* sangat terpengaruh oleh banyak faktor, salah satunya adalah kondisi aliran aluminium cair ketika masuk ke cetakan. Aliran fluida (dalam hal ini cairan aluminium) terbagi menjadi dua yaitu aliran laminar dan aliran turbulen. Aliran laminar cenderung menghasilkan coran aluminium yang relatif bersih dari porositas. Sementara aliran turbulen cenderung menghasilkan coran aluminium yang berpori. Pori ini terbentuk karena gejolak aliran turbulen yang menyebabkan udara atau gas terjebak di dalam cairan aluminium. Kondisi aliran ini dinyatakan dengan bilangan Reynolds. Bilangan Reynolds diformulasikan sebagai berikut:

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Berdasarkan literatur, aliran laminar memiliki bilangan Reynolds kurang dari 2000, sedangkan aliran turbulen berbilangan Reynolds di atas 4000 untuk aliran fluida pada pipa. Antara keduanya merupakan transisi. Daerah kritis berada pada bilangan Reynolds sebesar 2000, sehingga diperoleh laju aliran kritis pada rongga cetak agar diperoleh aliran yang bersifat laminar sebagai berikut:

$$v = \frac{R_e \cdot \mu}{\rho \cdot D} = \frac{2000 \cdot 0,001235 \frac{kg}{m} \cdot s}{2364 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,025 m} = 0,041 \frac{m}{s}$$

Dengan laju aliran cairan aluminium sebesar 0,041 m/s, maka untuk mengisi penuh rongga cetakan sepanjang 100 mm dibutuhkan waktu 2,4 detik. Dengan menggunakan hukum kontinuitas, maka

diperoleh laju aliran cairan aluminium dalam silinder (*chamber*) sebesar 0,01 m/s. Dengan demikian kecepatan piston mendorong cairan aluminium masuk ke rongga cetakan hingga penuh adalah 0,01 m/s.

Parameter proses yang akan digunakan dalam uji coba pembuatan produk adalah sebagai berikut:

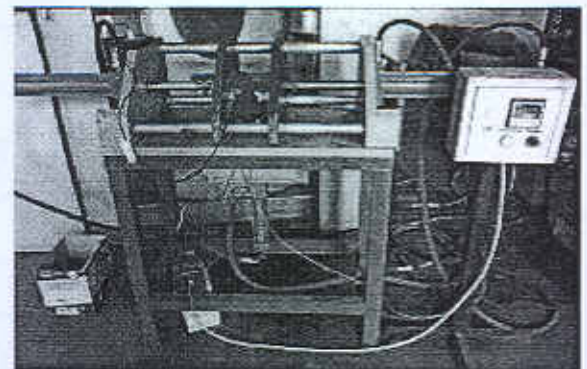
- Laju aliran cairan aluminium pada *chamber*: 0,01 m/s
- Temperatur cairan aluminium divariasikan dalam 3 temperatur, yaitu: 700 °C, 720 °C dan 740 °C
- Temperatur cetakan: 200 °C
- Temperatur *chamber*: 550 °C

#### Desain prototipe mesin injeksi

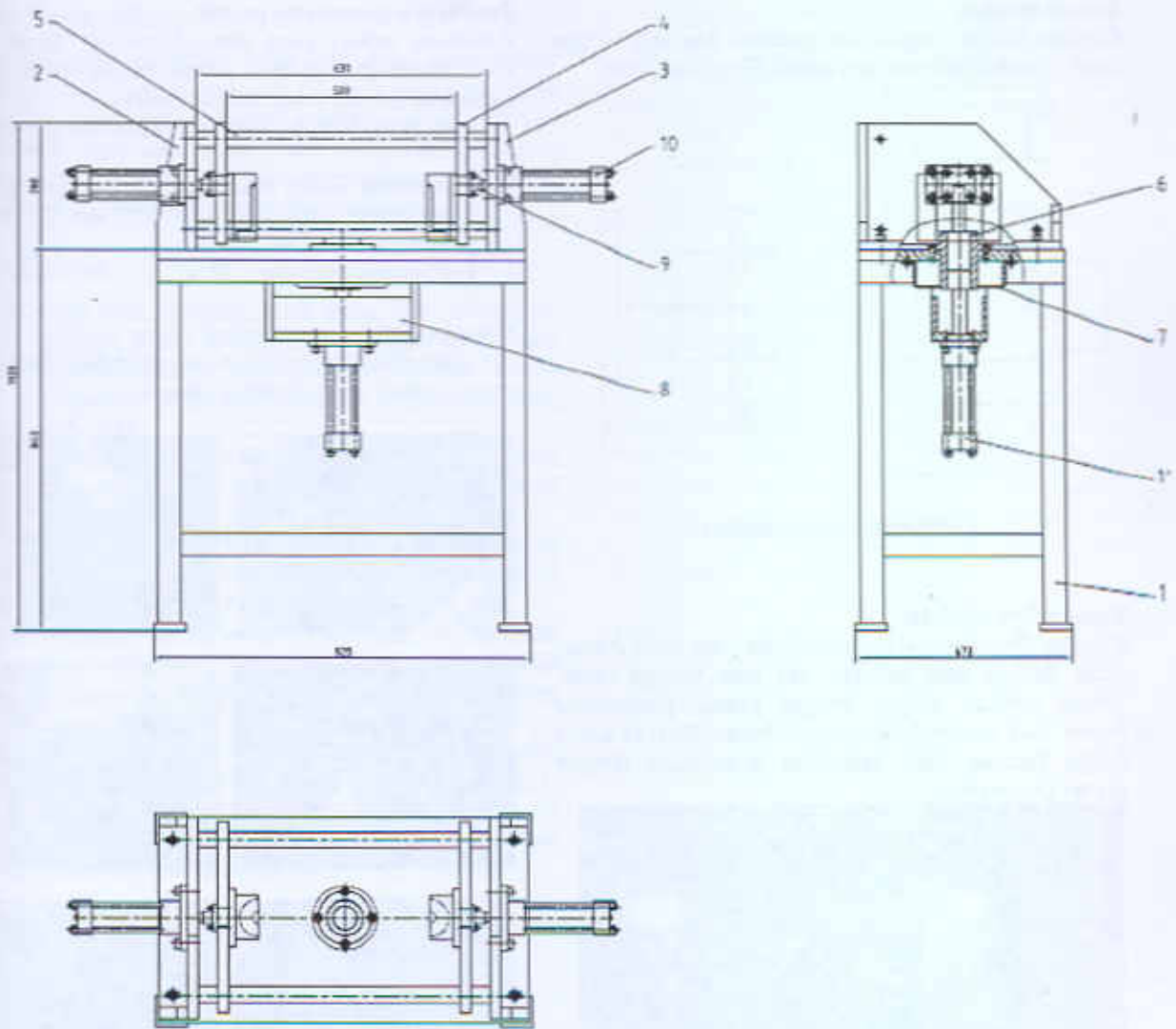
Mesin terdiri dari bagian utama berupa rangka, penggerak cetakan, silinder injeksi, piston injeksi, pemanas cairan dan unit penggerak hidrolik. Pengaturan kecepatan aliran aluminium dan piston injeksi dilakukan dengan mengatur debit aliran fluida hidrolik kedalam silinder penekan. Pengaturan volume cairan yang akan diinjeksi dilakukan dengan pengaturan posisi piston injeksi secara manual pada saat awal proses. Pengaturan penahanan temperatur cairan selama proses injeksi berlangsung dilakukan dengan perhitungan pemanasan pada silinder injeksi, seperti yang terlihat pada gambar 3.

#### Pembuatan mesin injeksi

Rangka mesin dibuat dari konstruksi rangka baja dengan pengelasan. Silinder injeksi terbuat dari bahan *ductile cast iron* yang dibubut dengan konstruksi venturi didalamnya. Piston injeksi terbuat dari kuningan yang dibubut. Pemanas silinder injeksi dibuat dari pemanas listrik. Untuk menggerakkan piston digunakan tekanan hidrolik yang bersumber dari *power pack*.



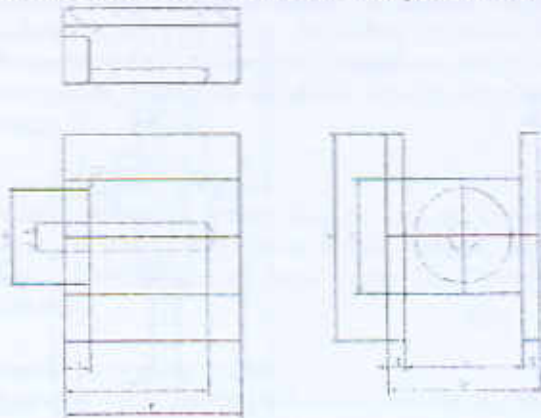
Gambar 2. Prototipe mesin injeksi



Gambar 3. Disain prototipe mesin injeksi

### Desain cetakan

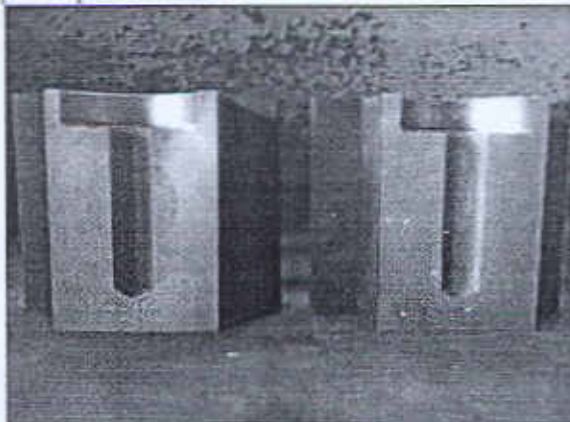
Cetakan dibuat dengan satu belahan dan satu rongga cetak. Cetakan terbuat dari bahan *Gray Cast Iron*.



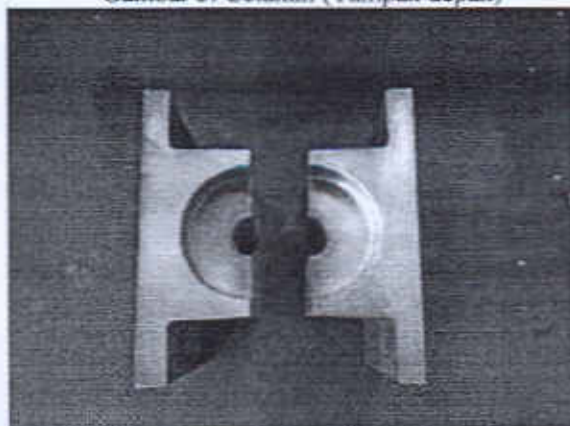
Gambar 4. Disain cetakan

### Pembuatan cetakan

Cetakan dibuat sesuai dengan disain yang telah dibuat, yaitu dengan satu belahan dan satu rongga cetak. Bahan cetakan dibuat dengan proses pengecoran logam dari material *Gray Cast Iron*. Setelah coran bahan cetakan jadi, kemudian dilanjutkan dengan proses permesinan.



Gambar 5. Cetakan (Tampak depan)



Gambar 6. Cetakan (Tampak atas)

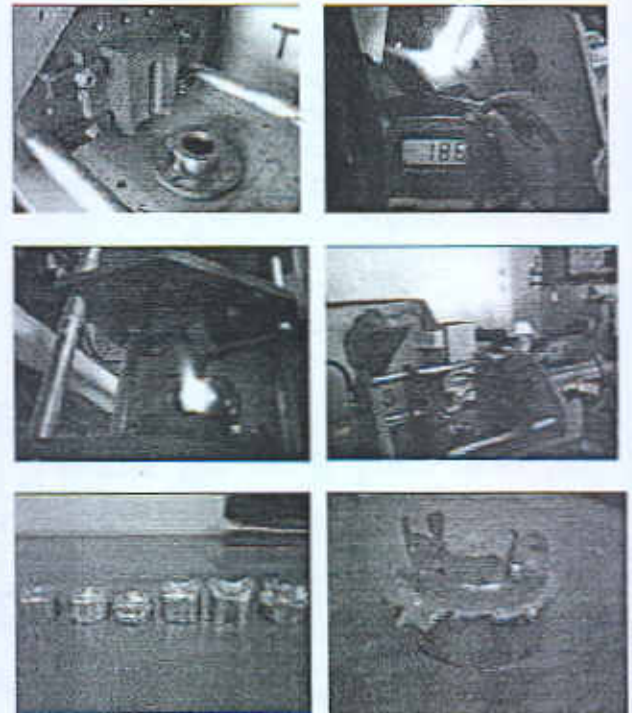
### Penentuan parameter proses

Parameter proses yang akan digunakan dalam uji coba pembuatan produk adalah sesuai hasil disain parameter proses, yaitu sebagai berikut:

- Laju aliran cairan aluminium pada chamber:  $0,01 \frac{m^3}{s}$
- Temperatur cairan aluminium divariasikan dalam 3 temperatur, yaitu:  $700^\circ C$ ,  $720^\circ C$  dan  $740^\circ C$
- Temperatur cetakan:  $200^\circ C$
- Temperatur chamber:  $550^\circ C$

### Uji coba pembuatan produk

Uji coba dilakukan dengan menggunakan parameter proses seperti yang tercantum di atas.



Gambar 7. Uji coba pembuatan produk

Hasil uji coba menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan belum sempurna bentuknya, karena cairan aluminium yang diinjeksi tidak dapat memenuhi seluruh rongga cetak. Hal tersebut terjadi karena parameter proses yang digunakan kemungkinan besar belum sesuai dengan kebutuhan untuk supaya cairan aluminium dapat mengalir ke seluruh rongga cetakan.

### Pengujian produk

Pengujian produk tidak dilakukan sesuai dengan yang telah direncanakan, tetapi hanya sebatas pengamatan terhadap bentuk geometri produk saja. Hal ini terjadi karena produk yang dihasilkan belum sempurna bentuknya.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa prototipe mesin injeksi yang telah dibuat dapat berfungsi untuk membuat produk, namun produk yang dihasilkan belum terbentuk sempurna, sehingga masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam hal penentuan parameter prosesnya.

#### Referensi

- [1]. Lee, S.G., Gokhale, A.M., Patel, G.R., Evans, M. (2006), Effect of process parameters on porosity distributions in high-pressure die-cast AM50 Mg-alloy, *Materials science & engineering*, **427**, 99 – 111.
- [2]. LINDER J., ARVIDSSON A. KRON J. (2006), The influence of porosity on the fatigue strength of high-pressure die cast aluminium,
- [3]. Mugica, G.W. (2004), Effect of porosity on the tensile strength of low ductility of Aluminum alloys, *Material Research*, **7**, 221 - 229.
- [4]. Purwadi, W., Irwan, Y., Heryadi, D., Mulyadi, M., Nopran. (2008), *Pembuatan Produk Aluminium Dengan Metode Upright Injection*, Itenas Bandung.
- [5]. Ramírez, A.M., Beltrán, F.J.E., Yáñez-Limón, J.M.Y., Vorobiev, Y.V., González-Hernández, J., Hallen, J.M. (2006), Effects of porosity on the thermal properties of a 380-aluminum alloy, *Material Research Society*,

# PENINGKATAN KEKERASAN PADA PRODUK CORAN *CRUSHER TIP* DENGAN METODA PERLAKUAN PANAS

Achmad Sambas<sup>(1)</sup>, Reza Yadi Hidayat<sup>(2)</sup>,

<sup>(1,2)</sup> Staf Dosen Program Studi Teknik Pengecoran Logam Polman-Bandung  
Jl. Kanayakan No.21 (Dago) Bandung (022) 2500241, email: sambas.achmad@gmail.com

## Abstrak

*Crusher Tip* merupakan salah satu komponen dalam mesin shredder yang memiliki fungsi utama sebagai penghancur batuan yang ditambang sebagai bahan baku semen. Fungsi tersebut mengharuskan *Crusher Tip* memiliki ketangguhan dan ketahanan aus yang tinggi. Kebutuhan untuk memenuhi ketersediaan part merupakan hal penting yang menjadi perhatian bagi industri. Beberapa cara telah dilakukan mulai dari mengimpor langsung, merekondisi dengan cara pengelasan, pengembangan pembuatan komponen dengan material yang cocok. Pemilihan material AISI 4140 merupakan hasil kajian sebelumnya yang menyimpulkan bahwa material yang cocok sebagai bahan komponen *Crusher Tip*. Namun nilai kekerasan pada penelitian tersebut baru mencapai 25 HRC, dimana nilai tersebut masih dibawah nilai kekerasan yang diinginkan. Nilai kekerasan yang diharapkan untuk material AISI 4140 adalah diatas 40 HRC. Penelitian dilakukan pada produk coran *Crusher Tip* yang sudah ada, dengan cara mengkaji data penelitian sebelumnya dan melakukan proses ulang perlakuan panas (*Repair Heat treatment* atau *re-heat treatment*), dengan memvariasikan parameter temperatur tempering 205°C dan 380°C. Kemudian dianalisa sifat mekanik kekerasan dan struktur mikro yang menunjukkan terjadinya peningkatan kekerasan. Hasil dari penelitian dapat dijadikan referensi bagi proses perlakuan panas yang cocok pada material AISI 4140.

## Abstract

*Crusher Tip* is one component in a shredder machine which has a primary function as a destroyer of mined rock as raw material for cement. The function requires *Crusher Tip* has toughness and high wear resistance. The need to meet the availability of parts is essential that a concern for the industry. Several ways have been made ranging from direct importing, reconditioning by welding, and the development of manufacturing components with a suitable material. AISI 4140 material selection is the result of previous studies which concluded that the material is suitable as a material component *Crusher Tip*. However, the value in the study of violence reaches 25 HRC, where the value is still below the desired hardness value. The expected value of hardness for AISI 4140 material is above 40 HRC. The study was conducted on existing castings product, by reviewing previous research data and will make the process of re-heat treatment (*Repair Heat treatment*), with a variation of tempering temperature 205°C and 380°C. Then analyzed the mechanical properties and microstructure of materials, shows the increase in hardness. Results of the study can be used as a reference for a suitable heat treatment process on AISI 4140 material.

**Kata kunci:** Kekerasan, material, re-heat treatment, *Crusher Tip*, tempering

## 1. PENDAHULUAN

*Crusher tip* merupakan komponen mesin penghancur batuan tambang semen. Tuntutan yang harus dimiliki oleh komponen *Crusher Tip* adalah adanya ketahanan terhadap keausan dan ketangguhan yang cukup untuk mengantisipasi gaya impact. Tingkat keausan dapat diperkirakan dari nilai kekerasan yang dimiliki oleh suatu material dengan hipotesis bahwa dengan nilai kekerasan yang tinggi maka ketahanan terhadap keausan dari material tersebut adalah tinggi pula.

Sebelumnya komponen *Crusher Tip* diperoleh dengan cara diimpor langsung namun ini bukanlah solusi yang baik terutama dalam permasalahan harga dan waktu pengadaannya. Untuk mengantisipasi permasalahan dilakukan proses rekonstruksi pada *Crusher Tip* yaitu

dengan memberikan lapisan pengelasan pada bagian yang mengalami keausan.



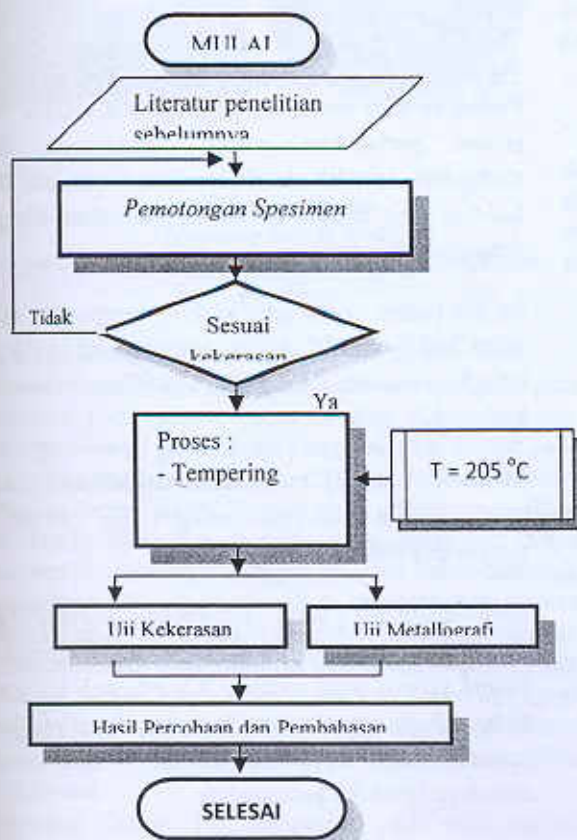
Gambar 1. Produk coran *Crusher Tip*

Kajian pengembangan produk coran Crusher Tip difokuskan pada pemenuhan tuntutan produk. Menurut *Reza Y. H.*, Thesis, Program Magister Ilmu dan Teknik Mesin ITB, Bandung, 2012 [7]; Pemilihan material AISI 4140 merupakan hasil kajian sebelumnya yang menyimpulkan bahwa material yang cocok sebagai bahan komponen *Crusher Tip* adalah kelompok *Ultrahigh-Strength Steels*. Namun nilai kekerasan pada penelitian tersebut baru mencapai 25 HRC, dimana nilai ini belum bisa memenuhi tuntutan utama pada produk coran *Crusher Tip* yaitu nilai kekerasan diatas 40 HRC. Salah satu rekomendasi dari penelitian tersebut adalah perlunya pengkajian lebih lanjut untuk pencapaian nilai kekerasan yang diharapkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah memperbaiki sifat mekanik terutama pada peningkatan nilai kekerasan dan mengamati distribusi kekerasan dari produk coran *Crusher Tip* yang telah mengalami perlakuan panas. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah mendapatkan prosedur proses perlakuan panas dan parameter temperatur tempering yang cocok untuk produk coran dengan material AISI 4140.

## II. METODE PENELITIAN

Metodologi penyelesaian masalah yang dilakukan dengan mengikuti alur kerja atau *flow chart* seperti pada gambar 2.1.



Gambar. 2.1 Alur Kerja proses *re-heat treatment* produk coran *Crusher Tip*.

## 2.1 Data penelitian sebelumnya

Data yang diambil merupakan data yang merupakan parameter yang memungkinkan ketidak tercapaiannya nilai kekerasan, antara lain: komposisi kimia, temperatur *Austenitisasi*, dimensi dan lama waktu penahanan (*holding time*) serta struktur mikro.

Hasil pengujian komposisi pada produk coran *Crusher Tip* dengan *spectrometer* ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan komposisi sampel *Crusher Tip* dan standar AISI 4140

	%C	%Si	%Mn	%Cr	%Mo
AISI 4140	0,38-0,43	0,20-0,35	0,75-1,00	0,80-1,10	0,15-0,25
sampel	0,42	0,22	0,79	0,73	0,24

Hasil *spectrometer* menunjukkan kandungan *Chromium* 0,72% , berada “ sedikit dibawah ” rentang standar target (yaitu: 0,8 – 1,1%). Sedangkan untuk kandungan *Molybdenum* yaitu 0,24% ,berada pada standar (yaitu: 0,15 – 0,25%). Kandungan Cr menjadi hal yang utama dikarenakan material 4140 merupakan jenis *Chromium – Molybdenum Steels* yaitu baja dengan paduan Cr dan Mo. Kedua paduan tersebut mempengaruhi kemampuan proses pengerasannya (*hardenability*).

Hal lain yang dapat dilakukan dalam pengamatan komposisi adalah dengan menghitung *Carbon Equivalent (CE)* untuk dapat dilakukan pendekatan dari komposisi material terhadap diagram Fe-C seperti pada perhitungan berikut :

$$CE = \%C + \left( \frac{\%Mn + \%Si}{6} \right) + \left( \frac{\%Cr + \%Mo + \%V}{5} \right) + \left( \frac{\%Cu + \%Ni}{15} \right)$$

CE untuk material adalah 0,78, sehingga bila dilakukan pendekatan karakteristik material pada diagram Fe-C adalah *equivalent* terhadap baja dengan kandungan karbon 0,78%. baja *hypereutectoid*

Pada penelitian sebelumnya suhu pemanasan *austenitizing* yang digunakan adalah 855°C. Waktu penahanan (*holding time*) selama 4 jam. Proses *hardening* dilakukan dengan metode *oil quenching* yaitu proses pendinginan cepat dengan media oli.

Kekerasan rata-rata dari ke-empat sampel adalah 26.5HRC. Posisi pengujian dilakukan pada ujung kepala *Crusher Tip*. Tabel 2.2 menunjukkan data kekerasan.

Tabel 2.2 Hasil pengujian kekerasan pada ujung kepala *Crusher Tip* pada penelitian sebelumnya.

No Sampel	Nilai Kekerasan (HRC)
1	26.1
2	27.9
3	24.5
4	27.8
Rata-rata	26.5

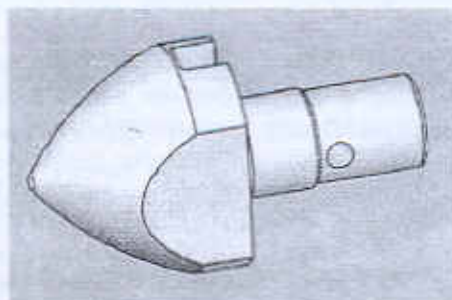


Gambar. 2.2 Foto mikrostruktur pada ujung *Crusher Tip* yang telah mengalami *hardening*, nilai kekerasan 22 HRC (1000x, etsa nital 3%)

Gambar 2.2 menunjukkan struktur mikro yang terbentuk adalah *bainite* (B), *ferrite*(F) yang berwarna terang dan *pearlite*(P) dengan garis berwarna gelap.

### 2.2 Pengambilan Spesimen

Spesimen diambil pada bagian ujung kepala produk coran *Crusher Tip* dengan pertimbangan bahwa pada bagian ujung ini terjadinya kontak pertama antara batuan silika dan *Crusher Tip*. Tahapan pengambilan spesimen pada Gambar 2.3.



a.



b.



c.

Gambar. 2.3. Tahapan pengambilan spesimen  
a. Ujung kepala *Crusher Tip*  
b. Pemotongan bagian ujung kepala.  
c. Spesimen *Crusher Tip* ketebalan 15 mm

Jumlah sampel uji adalah 4 buah dari 4 produk coran *Crusher Tip* (Reza YH; ITB 2012)[7].

### 2.3 Re-Heat treatment atau Heat treatment Ulang

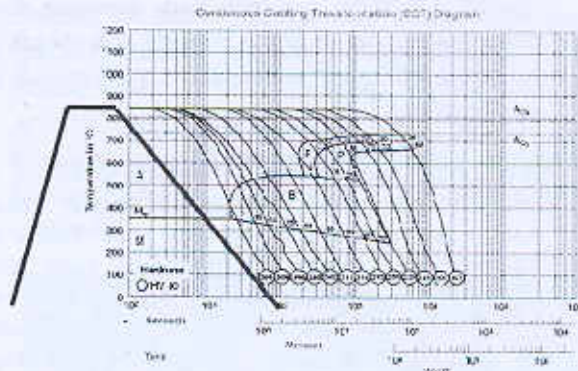
Proses *re-heat treatment* pada dasarnya sama dengan proses perlakuan panas sebelumnya, dengan mengubah temperatur Austenitisasi menjadi 870°C, *holding time* selama 63 menit, kemudian dilanjutkan dengan *oil quenching*.

Secara umum untuk baja karbon, temperatur *austenit* yaitu 300 – 500 °C diatas tempertur kritis A3 untuk baja *hypoeutectoid* dan 300 – 500 °C diatas temperatur kritis A1.

Menurut Fajar [3], temperatur austenitisasi pada baja 4140 tingkat kekerasan paling tinggi didapat pada temperatur 860°C.

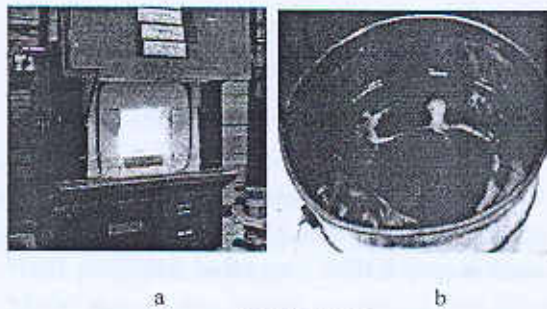
Fasa sekunder yang diharapkan terjadi dengan pendekatan diagram CCT adalah fasa *martensite* dan *bainte* seperti pada gambar 2.4 dibawah ini. Dengan terbentuknya *martensite* diharapkan dapat menjadikan material AISI 4140 menjadi keras dan begitupun relasinya terhadap ketahanan aus.





Gambar. 2.4 Siklus Transformasi fasa proses *hardening* pada diagram CCT AISI 4140.

Menurut referensi [1], suhu pemanasan *austenitizing* untuk produk coran *Crusher tip* diambil dengan pendekatan terhadap material AISI 4140 yaitu 845 - 870°C, dengan lama penahanan suhu minimal 1 jam atau 15-20 menit dari setiap 25 mm ketebalan spesimen.



Gambar. 2.5  
a. Oven pemanasan  
b. *Quenching* dengan media oli  
(lokasi; Lab Pengujian Politeknik Manufaktur Negeri Bandung)

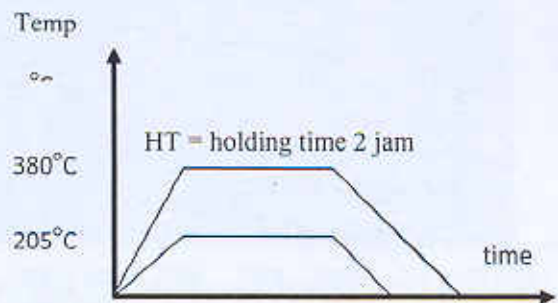
## 2.4 Tempering

Proses *Tempering* dilakukan untuk memperbaiki nilai keuletan pada produk coran *Crusher Tip* yaitu untuk mengantisipasi gaya impact yang mungkin terjadi pada saat pertama ujung kepala *Crusher tip* bersentuhan dengan batuan silika. Namun pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian impact secara langsung, hanya dengan pendekatan dari hipotesis nilai kekerasan yang dihasilkan. Hipotesis tersebut menerangkan bahwa harga impact yang tinggi berbanding terbalik dengan nilai kekerasan yang dimiliki oleh suatu material. Pada produk coran *Crusher Tip* untuk meningkatkan harga impactnya dilakukan dengan proses *tempering* dengan konsekuensi akan terjadinya penurunan nilai kekerasan.

Menurut Karmin [4], *tempering* pada suhu rendah (150 – 300)°C. Tujuannya: Hanya untuk mengurangi tegangan-tegangan kerut dan kerapuhan.

Pada penelitian ini dilakukan 2 variasi suhu *tempering* 205°C dan 380°C. Hal ini dipertimbangkan karena pada suhu *tempering* tersebut penurunan kekerasan tidak terlalu besar namun memiliki nilai impact yang lebih baik. Sedangkan pada suhu diantara 230 - 370°C tidak direkomendasikan *tempering* untuk menghindari terjadinya *blue brittleness* atau *temper embrittlement*.

Menurut referensi [1], lama penahanan pada suhu *tempering* yaitu 30 menit sampai 2 jam kemudian diikuti dengan pendinginan dengan udara bebas.



Gambar 2.6. Siklus proses *Tempering*, masing-masing spesimen dengan Temperatur yang berbeda

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Pengujian

Untuk mengetahui perubahan yang terjadi dari proses *hardening* maka dilakukan pengujian kekerasan.

Tabel 3.1 Pengujian kekerasan setelah *hardening* pada posisi di ujung kepala *Crusher Tip*

No Sampel	Nilai Kekerasan (HRC)		
	1	2	Rata-rata
1	46,2	43,8	45,00
2	44,3	45,4	44,85
3	45,9	43,6	44,75
4	45,1	44,2	44,65
Rata-rata			44,80

Rata-rata nilai kekerasan permukaan dari 4 sampel adalah 44,8 HRC. Posisi pengujian dilakukan pada ujung kepala *Crusher Tip* sama dengan posisi pengujian sebelum proses *hardening*.

Dari hasil pengujian kekerasan, terlihat terjadinya peningkatan kekerasan yang sebelumnya nilai kekerasan 25 HRC menjadi 44,8 HRC. Menunjukkan bahwa proses *hardening* telah tercapai dengan baik

dan sesuai dengan hipotesis untuk produk coran *Crusher Tip* yaitu nilai kekerasan diatas 40 HRC.

#### Transformasi fasa.

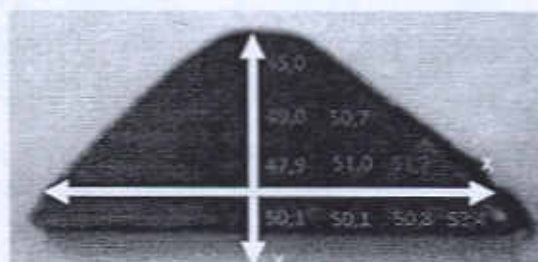
Transformasi fasa yang terjadi akibat dari proses *re-heat treatment* dapat diamati melalui pengujian *metallograpy*, yaitu untuk melihat struktur mikro yang terbentuk pada ujung kepala produk coran *Crusher Tip* dengan hasil dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar. 3.1 Foto mikrostruktur material AISI 4140 setelah *hardening* pada ujung kepala *Crusher Tip*, matrik yang terbentuk adalah *martensite* lingkaran merah dan *bainite* lingkaran kuning (1000x, etsa Nital3%)

Mikrostruktur didominasi oleh *martensite*, berupa garis-garis tegas yang tidak beraturan menunjukkan terjadinya matrik yang serentak, sedangkan *bainite* terlihat pada bagian dengan butiran yang halus dan merupakan gabungan warna terang.

Pemetaan nilai kekerasan pada spesimen uji no.1 dilakukan untuk mengetahui distribusi kekerasan terhadap kedalaman pada ujung kepala produk coran *Crusher Tip*. Pemetaan dilakukan pada ujung kepala *Crusher Tip* dengan jarak antara 10 mm.



Gambar 3.2 Pemetaan nilai kekerasan pada spesimen no.1 dengan interval jarak pengujian 10mm yang memiliki rata-rata kekerasan 49,9 HRC.

Gambar 3.2 adalah pemetaan pada spesimen dengan titik berat sampel dijadikan sebagai titik tengah atau koordinat 0,0 untuk memudahkan pengamatan pada peta kekerasan sampel uji.

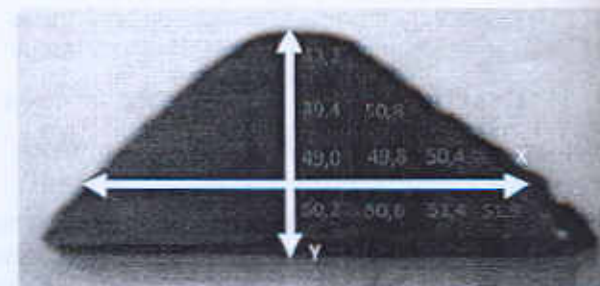
Grafik hasil dari pemetaan menunjukkan bahwa nilai kekerasan mengalami kenaikan dari tengah spesimen menuju ke ujung yang berlaku pada kedua arah sumbu-Y+ dan sumbu-X+. Bila dilihat pada gambar 3.2 fenomena graduasi nilai kekerasan membentuk grafik U dengan nilai terkecil ada di tengah sampel uji. Hal tersebut dapat disebabkan pada bagian permukaan spesimen mengalami proses pelepasan panas lebih dulu sehingga *martensite* lebih banyak terbentuk pada bagian permukaan spesimen, baik itu ujung sumbu-Y maupun pada sumbu-X.

Sedangkan nilai kekerasan untuk bagian ujung sumbu-Y+ memiliki nilai kekerasan yang paling rendah, hal ini kemungkinan karena panas terpusat di bagian ujung, terjadi konsentrasi panas yang berlebih, sehingga laju pendinginan menjadi lebih lambat dibanding bagian permukaan.

### 3.2 Hasil Pengujian setelah Proses Tempering

#### Tempering 205 °C

Hasil pengujian kekerasan pada spesimen setelah *tempering* 205°C, menunjukkan adanya sedikit penurunan nilai kekerasan dari rata-rata hasil proses *hardening* 49,9 HRC menjadi 49,7 HRC.



Gambar 3.3 Pemetaan nilai kekerasan setelah *tempering* 205°C penahanan selama 2 jam dengan rata-rata kekerasan 49,7 HRC.

Gambar 3.3 adalah pemetaan pada spesimen hasil proses *tempering* 205°C. Menunjukkan fenomena yang sama yaitu terbentuknya grafik U (nilai kekerasan semakin tinggi di bagian luar), walaupun ada titik pengujian yang mengalami perubahan nilai yang tidak mengikuti fenomena tersebut.

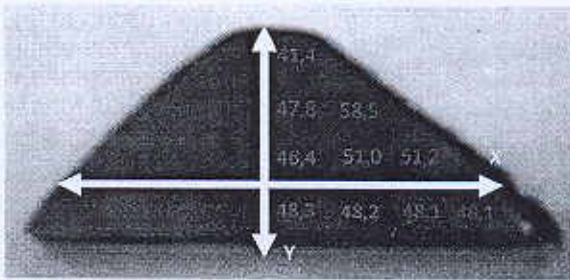
Gambar 3.4 menunjukkan gambar mikrostruktur pada specimen setelah *tempering* 205°C dengan matrik *bainite* seperti jarum-jarum yang tersusun beraturan *acicular* yang lebih dominan, *bainite* terlihat pada bagian dengan butiran yang halus dan merupakan gabungan warna terang *ferrite* dan warna gelap *cementite*.



**Gambar. 3.4** Foto mikrostruktur pada specimen setelah *tempering* 205°C dengan matrik *bainite* seperti jarum-jarum yang tersusun beraturan *acicular* yang lebih dominan (1000x, etsa Nital3%)

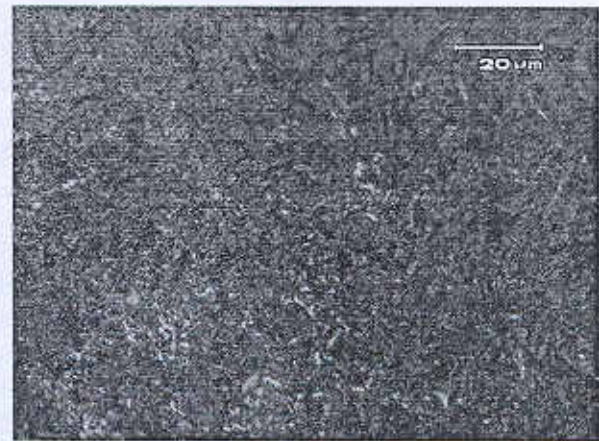
#### *Tempering* 380°C

Hasil pengujian kekerasan setelah proses *tempering* 380°C menunjukkan adanya penurunan nilai kekerasan dari rata-rata hasil proses *hardening* 49,9 HRC menjadi 48,9 HRC.



**Gambar 3.5** Pemetaan nilai kekerasan setelah *tempering* 380°C penahanan selama 2 jam, dengan rata-rata kekerasan 48,9 HRC

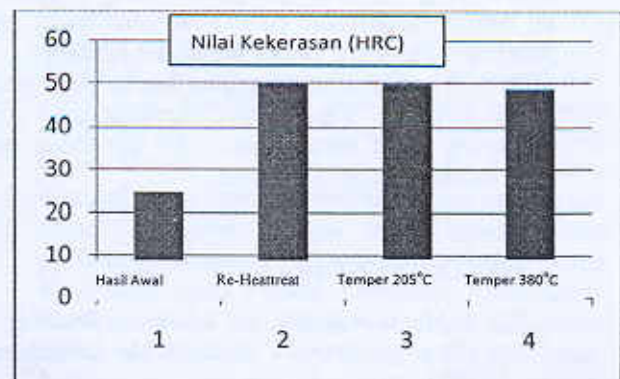
Gambar 3.5 adalah pemetaan pada spesimen hasil proses *tempering* 380°C. Pemetaan hasil proses *tempering* pun menunjukkan fenomena yang sama yaitu terbentuknya grafik U (nilai kekerasan semakin tinggi di bagian luar).



**Gambar. 3.6** Foto mikrostruktur pada specimen setelah *tempering* 380°C, dengan matrik *bainite* yang lebih dominan (1000x, etsa Nital3%)

#### Harga Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan pada sampel uji menunjukkan adanya perubahan nilai kekerasan dari sebelum *re-heat treatment*, begitupun setelah proses *tempering*. Data yang dapat disimpulkan dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3. 7 grafik nilai kekerasan pada produk coran *Crusher Tip* yaitu fenomena bahwa produk coran *Crusher Tip* dapat dikeraskan dengan pendekatan terhadap material AISI 4140 dengan mencapai nilai kekerasan diatas 40 HRC dan proses *tempering* akan menurunkan nilai kekerasan hasil *hardening* untuk memperoleh sifat yang lebih tahan impact. Untuk harga impact sendiri pembuktiannya harus dilakukan dengan pengujian impact, namun dengan batasan masalah yang hanya pada ujung kepala produk coran *Crusher Tip* sehingga pengujian impact tidak dapat dilakukan karena batasan ukuran.



**Gambar. 3.7** Grafik nilai kekerasan rata-rata pada produk coran *Crusher Tip* dengan proses *heat treatment* yang berbeda.

Nilai kekerasan pada produk coran *Crusher Tip* masuk pada spesifikasi untuk nilai kekerasan material AISI 4140 yaitu 20-56 HRC. Nilai kekerasan hasil

penelitian yang menunjukkan angka 47-50 HRC sudah dapat membuktikan bahwa produk coran *Crusher Tip* ini dapat memenuhi tuntutan minimal kekerasan 40 HRC sehingga pengkajian selanjutnya terhadap produk coran *Crusher Tip* dapat dilakukan untuk lebih membuktikan kelayakan penggunaan produk coran *Crusher Tip* ini dalam kondisi yang sebenarnya.

Dari hasil pemetaan untuk melihat distribusi kekerasan pada bagian dalam. Menunjukkan fenomena yang sama yaitu terbentuknya grafik U (nilai kekerasan semakin tinggi di bagian luar). Hal ini disebabkan karena bagian luar atau permukaan mengalami laju pendinginan yang lebih cepat jika dibandingkan dengan bagian dalam, sehingga untuk bagian permukaan, kemungkinan terbentuknya *martensit* akan semakin banyak.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

- Peningkatan nilai kekerasan pada produk coran *Crusher Tip* ini dihasilkan dari proses *repair heat treatment*, memenuhi tuntutan minimal nilai kekerasan 40 HRC.
- Peningkatan nilai kekerasan pada spesimen terdistribusi secara baik dan memenuhi tuntutan bahwa bagian dipermukaan lebih keras dibanding bagian tengah.
- Tempering yang dilakukan tidak menyebabkan penurunan kekerasan yang signifikan.

##### 5.2 Saran

- Perbedaan dimensi (bentuk, ukuran dan ketebalan) antara ujung kepala dengan produk coran *Crusher Tip* itu sendiri memerlukan pengkajian lebih lanjut dalam penentuan parameter proses perlakuan panasnya.
- Perlunya dilakukan pengujian Impak pada produk coran *Crusher Tip* untuk membuktikan proses tempering dapat menurunkan nilai kekerasan tetapi akan meningkatkan nilai impak.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. *ASM Handbook vol.4 Heat Treating of Ultrahigh-Strength Steels*, ASM International, 1991.
- [2]. Callister, *Fundamentals of Materials Science and Engineering*, John Wiley&Sons, Inc, 2001.
- [3]. Fajar, *presentasi tugas akhir Teknik Mesin FTI-ITS*, 2012
- [4]. Karmin, "pengendalian proses pengerasan baja dengan metoda quenching", *Jurnal Austenit Vol-1 No. 2*. Jurusan Teknik Mesin Politeknik

Negeri Sriwijaya, 2009.

- [5]. Krauss, G. *Principles of Heat Treatment of Steel*, American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1980.
- [6]. Rochim Suratman.. *Panduan Proses Perlakuan Panas*, Lembaga Penelitian Institut Teknologi Bandung, 1994.
- [7]. YadiHidayat, Reza *Pengaruh Tempering Terhadap Sifat Mekanik Material AISI 4140 untuk Komponen "Breaker Tip"*, Thesis, Program Magister Ilmu dan Teknik Mesin ITB, Bandung, 2012.

## PEMANFAATAN TEKNOLOGI NIRKABEL PADA PENGIRIMAN DATA INFORMASI BENCANA LONGSOR BERBASIS ATR-KYL-200L

Hadi Supriyanto<sup>1)</sup>, Bobby Surya<sup>2)</sup>, Yuliadi Erdani<sup>3)</sup>,  
Siti Aminah<sup>4)</sup>

Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Politeknik Manufaktur Negeri Bandung  
Jl. Kanayakan 21 Bandung, Indonesia

[hspryant@yahoo.com](mailto:hspryant@yahoo.com), [bobbysurya16@gmail.com](mailto:bobbysurya16@gmail.com)

**Abstrak:** Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana yang sering melanda di Indonesia, khususnya pada musim penghujan sehingga menimbulkan banyak kerugian materil dan non materil. Untuk mengurangi kerugian yang ditimbulkan tanah longsor tersebut dikembangkan alat monitoring tanah longsor berbasis perubahan resistivitas tanah yang dipasang di *Remote Area* (daerah rawan longsor). Pengontrolan dan pemantauan secara manual akan membahayakan, sehingga digunakan teknologi nirkabel yang harus bisa menerima dan mengirimkan data digital untuk pengontrolan dan pemantauan sistem.

Agar teknologi nirkabel ini bisa melakukan komunikasi dua arah untuk data digital digunakan modul ATR-KYL-200L sebagai transceiver, Mikrokontroler ATMega16 sebagai media pengendali pengiriman data dan Personal komputer sebagai GUI (*Graphical User Interface*) untuk pengontrolan dan pemantauan yang dilengkapi dengan basis data.

Pengujian pengiriman/ penerimaan dilakukan dengan menggunakan BaudRate 9600bps untuk memperoleh jarak maksimal 1.56 Km dengan keberhasilan pengiriman 90%. Hasil basis data berupa data tegangan dan arus yang didapatkan dari Resistivity Meter setiap interval waktu yang operator tentukan.

**Kata Kunci:** *Nirkabel, Tanah longsor, Data*

## USE OF WIRELESS TECHNOLOGY IN SENDING DATA LANDSLIDE INFORMATION BASED ATR-KYL-200L

**Abstract:** *Landslides are one of the disasters that often occurs in Indonesia, especially in the rainy season, causing a lot of material and non-material losses. To reduce the losses, landslide monitoring tool developed based soil resistivity changes are installed in remote areas (areas prone to landslides). Manually controlling and monitoring will harm, so the use of wireless technology to be able to receive and transmit digital data to the control and monitoring system.*

*In order this wireless technology could make communication a two-way digital data used ATR- KYL-200L module as a transceiver, microcontroller ATMega16 as a media data transfer controller and Personal komputer as a GUI (Graphical User Interface) for control and monitoring that features the database.*

*Testing of sending / receiving is done by using baudrate 9600bps to obtain the maximum distance 1.56 km with the successful sending data is 90% . Database results in the form of voltage and current data is obtained from the Resistivity Meter each time interval specified operator.*

**Keywords:** *Wireless, Landslide, Data*

### 1. Pendahuluan

Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana yang sering melanda di Indonesia, khususnya pada musim penghujan sehingga menimbulkan banyak kerugian material dan non material. Untuk mengurangi kerugian yang ditimbulkan maka para peneliti membuat peralatan-peralatan yang mampu mengukur parameter-parameter fisika yang salah satunya adalah alat Resistivity Meter, dengan

menggunakan prinsip geolistrik yaitu memanfaatkan variasi resistivitas listrik berdasarkan pengukuran beda potensial akibat arus listrik yang diinjeksikan ke bumi.

Dalam melakukan proses mitigasi bencana tanah longsor, sebagai tahap awal dilakukan pemantauan perubahan nilai resistivitas secara terus-menerus dengan waktu yang lama, yang tidak mungkin dilakukan secara manual dilapangan. Oleh karena itu

dibutuhkan teknologi nirkabel yang dapat melakukan pengiriman data informasi bergerak secara manual dan otomatis tanpa harus berada di lapangan yang kemudian data informasi tersebut dapat disimpan oleh aplikasi basis data sebagai data analisis.

Dengan memanfaatkan teknologi nirkabel dalam hal ini radio frekuensi, peneliti menerapkan modul ATR-KYL-200L sebagai media transmisi, yang akan mengirimkan data informasi berupa parameter fisika arus dan tegangan dari alat ukur Resistivity Meter pada Personal komputer (PC) sebagai pemantau dan basis data.

Tujuan dari penelitian ini adalah terciptanya sistem monitoring alat ukur resistivity meter dengan memanfaatkan teknologi nirkabel sebagai media transmisi.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1 Teknologi Informasi Komunikasi

Teknologi informasi Komunikasi mencakup dua aspek yaitu teknologi informasi dan teknologi komunikasi.

Teknologi informasi meliputi segala hal yang berkaitan dengan proses, penggunaan sebagai alat bantu, manipulasi, dan pengelolaan informasi. Sedangkan Teknologi Komunikasi adalah segala hal yang berkaitan dengan penggunaan alat bantu untuk memproses dan mentransfer data dari perangkat yang satu ke lainnya. Oleh karena itu Teknologi Informasi dan Teknologi Komunikasi adalah dua buah konsep yang tidak terpisahkan. [1]

### 2.2 Teknologi Komunikasi Nirkabel

Media komunikasi nirkabel dikenal dengan *unguided media* karena sinyal yang berupa gelombang elektromagnetik melintas tanpa menggunakan kabel. Gelombang elektromagnetik tersebut ditransmisikan melintasi udara terbuka dengan menggunakan antena. Gelombang tersebut dapat membentur dan memantul tanah, gedung, pohon, tiang listrik dan apa pun yang berada di antara antena pengirim dan antena. Karena itu, gelombang elektromagnetik lebih rentan terhadap gangguan interferensi, atenuasi dan derau dari luar. Setiap benturan dan pantulan memberi pengaruh terhadap pelemahan energi gelombang. [2]

Namun Teknologi komunikasi nirkabel memiliki keuntungan tersendiri seperti kemudahan Instalasi, karena tidak menggunakan kabel. Mobilitas dan Produktifitas yang tinggi karena teknologi nirkabel merupakan komunikasi bergerak dan fleksibel dengan dapat membangun komunikasi dengan tempat yang sulit dijangkau oleh kabel.

### 2.3 Protokol

Tujuan utama dari komunikasi data adalah mengirimkan data dan informasi dari suatu sumber ke tujuan tanpa mengalami kesalahan.

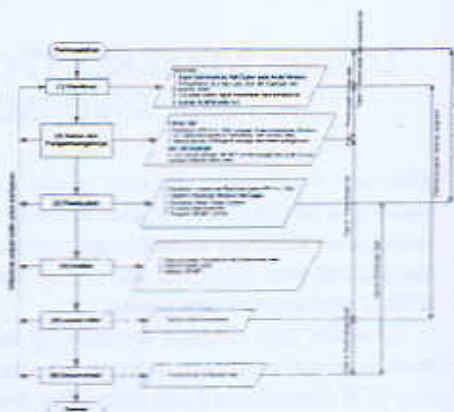
Kata "mengirimkan" dalam komunikasi data seringkali disebut dengan istilah standar "transmisi". Karena itu dalam proses komunikasi pasti akan terjadi proses transmisi data. Kata "data dan informasi" memiliki implikasi teknologi sebagai berikut:

- Bagaimana data dan informasi diformat sedemikian rupa agar dapat dikirimkan melalui media transmisi?
- Setelah itu, bagaimana agar data dan informasi tersebut dapat dibaca kembali oleh penerima?
- Bagaimana data dan informasi dapat dipresentasikan sehingga keberadaan data dan informasi tersebut bermanfaat?

Dalam teknik komunikasi data, aturan atau rule disebut dengan istilah protokol. Protokol ini menentukan apa yang akan dikirim, bagaimana cara mengirimkan data dan kapan mengirimkan data. [2]

### 2.4 Perancangan sistem

Dengan berdasarkan pada metode perancangan Pahl & Beitz (1976), proses perancangan teknologi nirkabel pada data informasi bencana longsor terlihat pada diagram berikut ini.

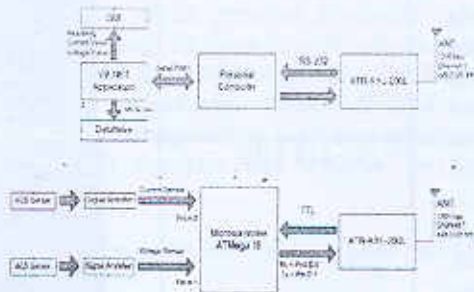


Gambar 2.2 Metode Perancangan

Pada Gambar 2.2 dijelaskan, dari permasalahan yang ada dilakukan fase 1 yaitu klasifikasi untuk perencanaan dan penjelasan alat. Setelah fase 1 di dapatkan spesifikasinya, kemudian fase 2 yaitu Solusi dan Pengembangannya dimana optimasi program, alat, dan aplikasi. Kemudian fase 3 yaitu Pembuatan dan Analisa, saat proses pembuatan dan analisa jelas, maka selanjutnya fase 4 yaitu Perencanaan detail untuk optimasi pembuatan alat. Pada fase 4 terdapat bagian layout akhir untuk membuat skema keseluruhan dan Dokumentasi sebagai data pembuatan alat

## 2.5 Gambaran Umum Sistem

Gambaran umum pembuatan sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada skema sistem seperti yang ditunjukkan diagram dibawah ini.



Gambar 2.2 Skema Sistem

Dari diagram blok diatas dapat diketahui alat ukur Resistivity Meter berbasis mikrokontroler untuk membaca besaran fisika arus dan tegangan yang didapatkan melalui sensor arus ACS712.

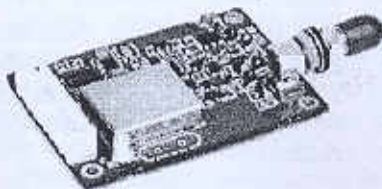
Pengukuran arus dan tegangan dilakukan secara bersamaan. Data pengukuran arus dan tegangan dikonversikan dalam bentuk digital oleh Mikrokontroler ATmega16 yang kemudian kedua data tersebut dikirimkan melalui Port D.1 sebagai Tx kepada pin Rx Modul *Wireless* ATR-KYL-200L dengan level TTL. Modul *Wireless* ATR-KYL-200L menggunakan *baudrate* 9600 bps, dengan *Frequency band* 429.0325 Mhz begitu pula dengan pasangannya.

Data yang dikirimkan oleh Modul ATR-KYL-200L kemudian diterima oleh *Personal komputer* melalui level RS-232 yang terhubung dengan *serialport1* dalam Aplikasi Visual Basic.Net. Data arus dan tegangan akan di jadikan data informasi resistivitas dan disimpan dalam *file* basis data *MS.Access* yang telah terhubung dengan Aplikasi *Visual Basic.Net* dilengkapi dengan tanggal dan waktu pengukuran.

## 2.6 Komponen Sistem Komunikasi Nirkabel

### 2.6.1 ATR-KYL-200L Transceiver Modul

Modul ini dapat berfungsi sebagai transmitter sekaligus receiver untuk komunikasi data serial *wireless multichannel*.

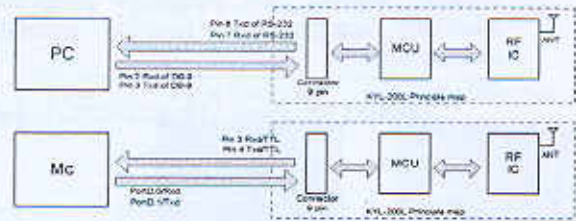


Gambar 2.3 ATR-KYL-200L *Wireless Transceiver Module*

Berikut beberapa fitur ATR-KYL-200L modul :

- Frekuensi Pembawa : 400-470 MHz
- Interface : RS232/RS485/TTL
- Power Output : 500mW (default), (1W optional)
- RF effective Rate: 1200/2400/4800/9600/19200bps
- Communication mode: Half-duplex
- Antenna KYL-ANT-A2 (433Mhz , 2.5 dBi)

Dalam perancangan Sistem Komunikasi *Wireless* yang dihubungkan dengan personal komputer adalah *interface* RS232 dan mikrokontroler dengan *interface* TTL



Gambar 2.4 Skema Sistem Komunikasi Wireless

### 2.6.2 Personal komputer sebagai GUI (*Graphical User Interface*)

Dalam perancangan GUI menggunakan aplikasi *Microsoft Visual Studio 2010 (VB.Net)* Pada aplikasi yang dibuat untuk dapat mengendalikan, memantau dan akuisisi data di buat 3 *Form*. Pertama digunakan untuk memasukan username dan ID number, Kedua digunakan untuk pemilihan Portname dan baudrate, ketiga adalah menu utama dalam pengukuran.



Gambar 2.5 Form Pengendali, Pemantau dan Akuisisi Data



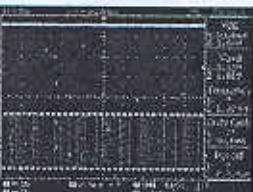
Untuk mengkomunikasikan aplikasi *VB.Net* dengan modul *transceiver* ATR-KYL-200L menggunakan *.Net Component SerialPort1*. Dimana dengan menyamakan parameter-parameternya dengan *USB-to-Serial Comm Port* yang terhubung dengan modul KYL.

### 3. Hasil dan Pembahasan


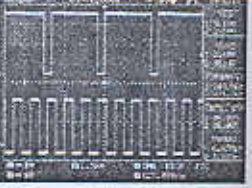
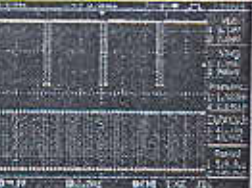
#### 3.1 Percobaan ATR-KYL-200L menggunakan Oscilloscope dan Function Generator

Pengujian ini dilakukan untuk menguji kinerja modul transceiver ATR-KYL-200L sebelum diintegrasikan dengan mikrokontroler. Function generator sebagai pembangkit pulsa dihubungkan dengan pin Tx ATR-KYL-200L. Sedangkan Oscilloscope dihubungkan dengan pin Rx modul digunakan untuk mengecek gelombang keluaran dari modul penerima setelah ditransmisikan secara nirkabel. Berikut hasil pengujian pengiriman data dilakukan menggunakan function generator dan oscilloscope :

Tabel 3.1 Percobaan ATR-KYL-200L Transfer Rate 1200 bps

Transfer Rate : 1200 bps	
Frekuensi Data	Gambar
400 Mhz	
470 Mhz	
1.389 KHz	

Tabel 3.2 Percobaan ATR-KYL-200L Transfer Rate 9600 bps

Transfer Rate : 9600 bps	
Frekuensi Data	Gambar
400 Mhz	
470 Mhz	
2 KHz	

Diketahui pita frekuensi (Frequency Band) dari ATR-KYL-200L adalah antara 400-470 Mhz, dimana modul wireless ini akan bisa digunakan pada jaringan pita sebesar 400-470 Mhz. Channel 1 (grafik berwarna kuning) adalah keluaran dari modul KYL, sedangkan channel 2 (grafik berwarna biru) adalah masukan dari function generator.

Dilakukan enam percobaan dengan frekuensi yang berbeda pada transfer rate 1200 bps dan 9600 bps. Pada percobaan transfer rate 1200 bps, keluaran dari modul KYL sebagai penerima data rata-rata sebesar 400 Hz dengan perioda sebesar 2.5 ms walaupun masukan dari function generator dinaikan. Dari hasil percobaan diketahui batas kemampuan modul ATR-KYL-200L dalam pengiriman atau penerimaan data sampai frekuensi sebesar 1.389 KHz.

Pada percobaan transfer rate 9600 bps rata-rata keluaran dari modul KYL sebesar 150 Hz dengan perioda 6.670 ms walaupun masukan dari function generator dinaikan, namun ketika masukan function generator mencapai 2 KHz hasil keluaran modul KYL memiliki perioda yang tidak beraturan.

Dari data yang didapatkan terdapat perubahan yang tidak tetap (linear) pada frekuensi antara data yang dikirim dengan data yang diterima. Namun, sinyal tersebut masih dapat dibaca sebagai data oleh sistem.



### 3.2 Percobaan Jarak Komunikasi Wireless Menggunakan ATR-KYL-200L

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan jarak komunikasi modul ATR-KYL-200L. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi hyperlink pada personal komputer sebagai pemonitor data yang dikirimkan oleh mikrokontroler dan aplikasi pada Android berupa GPS dan Distance meter untuk pengukuran jarak. Berikut hasil percobaan dengan pengambilan hasil data sebanyak 10 kali pada setiap karakter dan transfer rate yang berbeda:

Tabel 3.3 Percobaan Jarak 9600 bps pada 1560 Meter

Transfer Rate 9600 bps Jarak 1560 meter					
3 Karakter (3 Byte)		5 Karakter (5 Byte)		7 Karakter (7 Byte)	
No	Data Kirim	Data Diterima	No	Data Kirim	Data Diterima
1	ABC	ABC	1	*ABCD	-
2	ABC	ABC	2	*ABCD	-
3	ABC	ABC	3	*ABCD	-
4	ABC	ABC	4	*ABCD	-
5	ABC	ABC	5	*ABCD	-
6	ABC	ABC	6	*ABCD	-
7	ABC	ABC	7	*ABCD	-
8	ABC	ABC	8	*ABCD	-
9	ABC	ABC	9	*ABCD	-
10	ABC	ABC	10	*ABCD	-

Pada tabel hasil percobaan jarak 1560 meter menunjukkan kemampuan modul ATR-KYL-200L untuk menempuh jarak 1560 meter bisa ditempuh dengan pengiriman 3 karakter (3 Byte) dengan keberhasilan 90 %.

Tabel 3.4 Percobaan Jarak 1200 bps pada 1050 Meter

Transfer Rate 1200 bps Jarak 1050 meter					
3 Karakter (3 Byte)		5 Karakter (5 Byte)		7 Karakter (7 Byte)	
No	Data Kirim	Data Diterima	No	Data Kirim	Data Diterima
1	ABC	ABC	1	*ABCD	-
2	ABC	ABC	2	*ABCD	-
3	ABC	ABC	3	*ABCD	-
4	ABC	ABC	4	*ABCD	-
5	ABC	ABC	5	*ABCD	-
6	ABC	ABC	6	*ABCD	-
7	ABC	ABC	7	*ABCD	-
8	ABC	ABC	8	*ABCD	-
9	ABC	ABC	9	*ABCD	-
10	ABC	ABC	10	*ABCD	-

Pada tabel hasil percobaan jarak 1050 meter menunjukkan kemampuan modul ATR-KYL-200L untuk menempuh jarak 1050 meter bisa ditempuh dengan pengiriman 3 karakter (3 Byte) dengan keberhasilan 90 %.

Pada beberapa percobaan kemampuan jarak komunikasi wireless modul ATR-KYL-200L, diketahui kemampuan komunikasi pada transfer rate 9600 dengan 3 karakter (3 Byte) dapat mencapai jarak 1560 meter dengan keberhasilan 90 % dan pada transfer rate 1200 dengan 3 karakter (3 Byte) dapat mencapai jarak 1050 meter dengan keberhasilan 90 %. Maka ini menentukan komposisi format pengiriman yang akan dibuat.





### 3.3 Percobaan Komunikasi UART Half Duplex secara Wireless Menggunakan ATR-KYL-200L

Percobaan ini dilakukan untuk mengecek modul ATR-KYL-200L setelah diintegrasikan dengan mikrokontroler. Hal ini dilakukan untuk mengetahui dan memastikan data yang dikirim oleh transmitter diterima baik oleh receiver. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan personal komputer yang akan mengirimkan data kepada Mikrokontroler. Berikut hasil percobaan pengiriman data berdasarkan komposisi format pengiriman yang dibuat pada program :

Tabel 3.5 Percobaan UART pengiriman pada Personal komputer

Data	Data Terkirim	Data Diterima
.		
1 (isi data)		

Tabel 3.6 Percobaan UART pengiriman pada Mikrokontroler

Data	Data Terkirim	Data Diterima
1 (Identitas)		
2 (isi data)		

### 3.4 Sistem Protokol data

Pada pengiriman, data dilengkapi pengenalan dengan diberi tanda "\*" untuk pengiriman yang dilakukan oleh personal komputer, dan data identitas untuk pengiriman yang dilakukan oleh mikrokontroler. Dalam proses pada penerima, pengenalan data dilakukan dengan cara mengidentifikasi data terkirim yang pertama "\*" dan isi data. Apabila pembacaan data pertama hasilnya

tidak sesuai maka program tidak melakukan pembacaan data selanjutnya dan proses kembali pada penerimaan data pertama Berikut bentuk program yang dilakukan :

```

Int main()
{ USART_init();
While(1)
{
awal:
data_terima = TerimaByte();
if(data_terima=="*")
{
data_terima = TerimaByte();
if (data_terima=="a")
{
Data1=baca_adc(0);
Data2=baca_adc(1);Data3=baca_adc(2);
kirimbyte('1'); // sebagai identitas data self potensial
kirimbyte(Data1);
delay_ms(500);
kirimbyte('2'); // sebagai identitas data arus
kirimbyte(Data2);
delay_ms(500);
kirimbyte('3'); // sebagai identitas data tegangan
kirimbyte(Data3);
delay_ms(1000);
}
}
else goto awal;
}
}

```

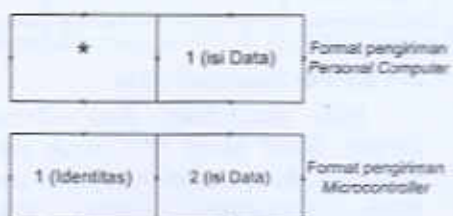
Personal komputer akan mengenali data yang diterima, berikut bentuk program yang dilakukan:

```

If comBuffer = "1" Then
    data_self = comBuffer
Elseif comBuffer = "2" Then
    data_ arus = comBuffer
Elseif comBuffer = "3" Then
    data_tegangan = comBuffer
End If

```

Dari program diatas, maka personal komputer (aplikasi VB.Net) akan mengenali data yang masuk, yang masing data dipisahkan sesuai data identitasnya. Berdasarkan komposisi atau format data yang telah ditentukan, maka komposisi datanya adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Format pengiriman data yang dilakukan

### 3.5 Pengujian aplikasi VB.NET sebagai GUI (Graphical User Interface) dan Akuisisi Data

Dengan menggunakan aplikasi VB.NET sebagai interface untuk pengguna, maka akan memudahkan dalam melakukan pemantauan pada alat ukur resistivity meter, berikut tampilan saat melakukan pengukuran.



Gambar 3.2 Tampilan saat pengukuran Resistivity Meter

Pada gambar 3.2 , terdapat tampilan visualisasi pengukuran yang memperjelas besaran nilai spasi elektroda, nilai arus dan nilai tegangan. Dilengkapi juga dengan data pengukuran berupa hasil tahanan jenis (Resistivitas) dan delta tahanan jenis untuk mengetahui perubahan tahanan jenis yang telah terjadi.

Saat pengukuran dilakukan maka data pengukuran disimpan dengan menggunakan aplikasi basis data MS.Office Access 2007, berikut hasil akuisisi data pada resistivity meter.

ID	Jenis Tanah	Arus	Tegangan	Resistivitas	Delta Resistivitas	Tanggal	Waktu
001	lempung	0.0015	41.515	0.000	0.000	01-09-11	0.0000
002	lempung	0.0015	41.515	0.000	0.000	01-09-11	0.0000
003	lempung	0.0015	41.515	0.000	0.000	01-09-11	0.0000
004	lempung	0.0015	41.515	0.000	0.000	01-09-11	0.0000
005	lempung	0.0015	41.515	0.000	0.000	01-09-11	0.0000

Gambar 3.3 Hasil Akuisisi data

## 4 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya dan hasil yang diperoleh dari uji coba, maka dapat ditarik suatu kesimpulan:

1. Kemampuan komunikasi modul ATR-KYL-200L dapat menempuh sampai jarak 1560 meter
2. Batas Pengiriman karakter sebesar 3 Byte dan Keberhasilan pengiriman sebesar 90%
3. Protokol dengan penanda "\*" pada pengiriman data dari personal komputer dapat dikenali oleh Mikrokontroler dan data Identitas dapat dikenali oleh Personal Komputer.

4. Dengan adanya GUI dapat melakukan pengukuran secara manual dan otomatis, Data pengukuran dapat disimpan oleh aplikasi basis data.

## 5. Daftar Pustaka

- [1] artikel non-personal.(2013), "Teknologi Informasi Komunikasi".  
[http://id.wikipedia.org/wiki/Teknologi\\_Informasi\\_Komunikasi](http://id.wikipedia.org/wiki/Teknologi_Informasi_Komunikasi), diakses 26 october 2013
- [2] Jusak. 2013. *Teknologi Komunikasi Data Modern*. Yogyakarta : ANDI.