

TEKNIK PEMBUATAN *ROTOR VACUUM PUMP* DENGAN METODE PENGECORAN LOGAM MENGUNAKAN BAHAN *NI- RESIST* SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN UMUR KERJA

Mohammad Nur Hidajatullah⁽¹⁾, Nandi Widarman Syah⁽¹⁾,
Hermawan⁽²⁾, Tubagus Setiawan⁽²⁾, Zaenal Arifin⁽²⁾

(1), Staf pengajar Program Studi Teknik Pengecoran Logam POLMAN Bandung

(2) Mahasiswa Program Studi Teknik Pengecoran Logam POLMAN Bandung

ABSTRAK

Rotor adalah bagian dari vacuum pump yang digunakan sebagai penghisap uap panas dari hasil proses pengeringan, salah satunya pada proses pembuatan kertas. Dari kondisi lingkungan kerja tersebut rotor harus memiliki ketahanan terhadap oksidasi pada temperatur tinggi. Di Indonesia terdapat kurang lebih 81 industri kertas yang membutuhkan produk tersebut dan selama ini masih menggunakan produk import.

Dari hasil survey di PT.TAKA MASINERI INDONESIA diketahui bahwa rotor tersebut dibuat dengan menggunakan bahan Stainless steel, besi cor dan kuningan dimana antara bahan tersebut memiliki ketahanan dan harga yang jauh berbeda. Untuk rotor dengan bahan besi cor dalam kondisi panas mudah teroksidasi sehingga umur kerja menjadi relatif pendek. Berdasarkan keterangan literatur yang menganjurkan penggunaan bahan Ni-Resist untuk kondisi kerja tersebut, maka kami mengangkat rotor vacuum pump dengan bahan Ni-Resist sebagai objek kegiatan tugas akhir semester (TSA) dengan tujuan mampu merancang dan membuat coran rotor vacuum pump dengan bahan Ni-Resist, yang kemudian dituangkan dalam bentuk karya tulis.

Pencapaian tujuan diketahui dengan membandingkan struktur mikro, komposisi bahan dan sifat mekanik yang telah dibuat dengan data pada literatur yang digunakan sebagai referensi. Setelah dilakukan penelitian, rotor vacuum pump dengan bahan Ni-resist dapat dibuat dalam jangka waktu produksi selama 135,21 jam dengan biaya Rp 10.902.027,97 dan kualitas yang sesuai dengan yang diharapkan.

ABSTRACT

Rotor is the part of vacuum pump which is used as a hot vapour inhalator from result process draining, one of them is at process of paper. From environmental condition of the job, rotor have to own resilience to oxidation at high temperature. In Indonesia there are more or less 81 paper industry requiring the product and during the time still use product import.

From survey result in PT.TAKA MASINERI INDONESIA known that the the rotor made by using substance of Stainless Steel, cast iron and brass where between the substance own resilience and price which is different. For rotor with substance of cast iron in the heat condition oxidized easily, so that old age job become short relative. Pursuant to literature boldness suggesting use of substance Ni-Resist for the the job condition, hence we lift rotor of vacuum pump with substance Ni-Resist as object of final duty activity of semester (TSA) with an eye to able to design and make casting of rotor of vacuum pump with substance Ni-Resist, which then poured in the form of masterpiece write.

Target attainment known by comparing micro structure, substance composition and nature of mechanic which have been made with data at literature which is used as reference. After done a research, rotor of vacuum pump with substance Ni-Resist earn made within produce during 135,21 hour at the cost of Rp 10.902.027,97 and the quality matching with expected.

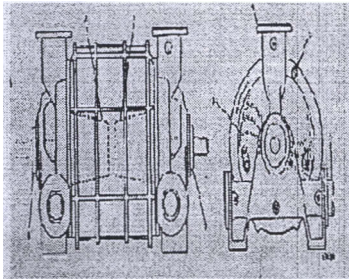
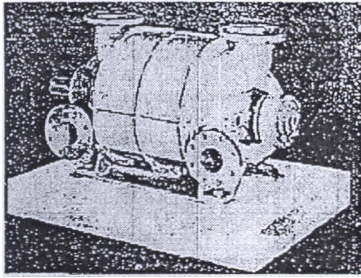
Keyword: Rotor Vacuum Pump, Ni-Resist, Foundry

1. PENDAHULUAN

1.1 Rotor Vacuum Pump

Rotor adalah bagian dari *vacuum pump* yang digunakan sebagai penghisap uap panas, salah satunya pada proses pengeringan bubuk kertas dalam proses pembuatan kertas. Dari kondisi lingkungan kerja tersebut rotor harus memiliki

ketahanan terhadap oksidasi pada temperatur tinggi serta kondisi asam.

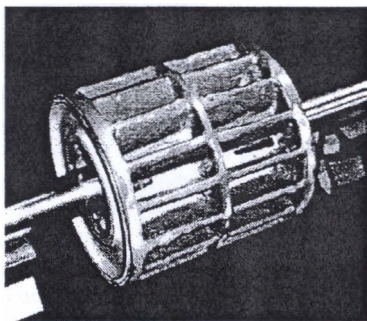


Gambar 1 Vacuum pump^[3]

Tabel 1 Informasi data lapangan dari PT.TAKA MASINERI INDONESIA^[5]

Temperatur kerja	140 – 240°C
Media kerja	Uap air hasil pengeringan bubuk kertas

Dari hasil survey di PT.TAKA MASINERI INDONESIA diketahui bahwa rotor tersebut dibuat dengan menggunakan bahan besi cor kelabu dimana dalam kondisi panas mudah teroksidasi sehingga pergantian bagian rotor pada vacuum pump menjadi suatu permasalahan yang berpengaruh besar pada frekuensi perbaikan mesin yang menyita waktu produksi dan pembuatan rotor lokal masih belum dikembangkan.



Gambar 2 Rotor vacuum pump^[5]

Pada salah satu institusi yang bergerak dalam pengembangan penggunaan bahan nikel telah membuktikan bahwa bahan Ni-Resist lebih tahan terhadap korosi dari pada bahan besi cor salah satunya pada kondisi kerja yang kontak secara langsung dengan media uap panas bertekanan yang bersifat korosif. Berdasarkan

Teknik Pembuatan Rotor Vacuum Pump dengan Metode Pengcoran Logam Menggunakan Bahan Ni-Resist sebagai Upaya Peningkatan Umur Kerja (M. Nur Hidajatullah dan Hermawan)

latar belakang tersebut kami mengangkat tema pembuatan rotor vacuum pump dengan bahan Ni-Resist sebagai objek kegiatan Tugas Semester Akhir (TSA).

Tabel 2 Perbandingan ketahanan korosi bahan Ni-Resist dan an besi cor^[4]

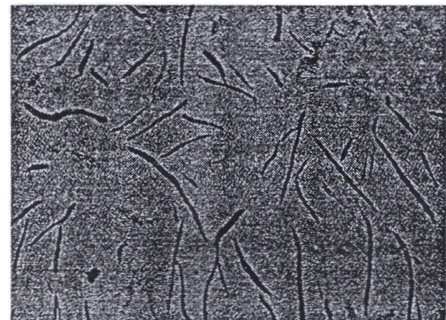
Media korosi	Lokasi pengujian	waktu	Temperatur °C	Penjemuran	Kecepatan	Laju korosi (mils/year)	
						Besi cor	Ni-Resist
Cairan kandi dengan klorin	Tabung kandi	184 hari				5	1
Uap	Pada katup yang mengembang karena tekanan	31 hari	350	Baik	Tekanan 120 lb	2	0,7
Uap yang diembuskan dan		30 hari	60-200	Baik	Dengan aliran	40	20

Kegiatan ini dititik beratkan pada proses pembuatan rotor vacuum pump dengan bahan Ni-Resist.

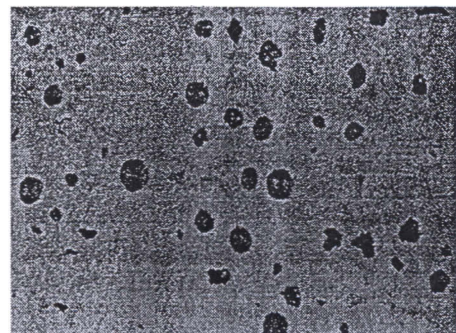
1.2 Ni-Resist

Ni-resist adalah besi cor yang memiliki grafit serpih atau bulat dengan matriks dominan austenit yang terbentuk akibat dari penambahan unsur nikel (Ni). Dari bentuk grafit, Ni-resist dibedakan menjadi dua jenis

1. Ni-resist bergrafit serpih
2. Ni-resist bergrafit bulat



Gambar 3 Struktur mikro Ni-Resist bergrafit serpih^[4]



Gambar 4 Struktur mikro *Ni-Resist* bergrafit bulat⁽⁴⁾

Berikut ini adalah penggunaan bahan *Ni-Resist* berdasarkan tipe masing-masing.

Tabel 3 Penggunaan masing - masing tipe *Ni-Resist*⁽⁴⁾

No	Tipe	Penggunaan
	Grafit serpih	
1	Ni-Resist NiMn 137	Paduan non magnetik, tidak digunakan untuk tuntutan tahan korosi atau tahan terhadap temperature tinggi
2	Ni-Resist 1	Ketahanan korosi yang baik pada alkali, air laut dan larutan garam lainnya
3	Ni-Resist 1b	Penggunaan yang sama dengan Ni-Resist 1, dengan chrom tinggi sehingga lebih keras
4	Ni-Resist 2	Lebih tahan terhadap korosi pada lingkungan basa, digunakan pada pengolahan sabun, plastik, makanan
5	Ni-Resist 2b	Dengan kekerasan tinggi, sehingga tahan terhadap korosi intermetalik
6	Nicrosilal	Digunakan pada lingkungan sulfur, dengan ketahanan mekanik yang tinggi
7	Ni-Resist 3	Tahan terhadap korosi pada uap basah, digunakan pada bagian yang dissembling dengan bahan baja atau besi cor, karena pemuaian yang sesuai dengan bahan-bahan tersebut pada temperatur 260°C
8	Ni-Resist 4	Paling tahan korosi dibanding bahan Ni-resist lain, dengan ketahanan erosi lebih baik
9	Ni-Resist 5	Pemuaian yang kecil, sehingga lebih baik digunakan untuk dies, instrument
	Ni-Resist 6	Paduan yang tidak umum, digunakan pada katup untuk cairan korosif
	Grafit bulat	
1	Ni-Resist D-2	Tahan terhadap korosi dan gesekan, dapat digunakan sampai temperature 760 °C
2	Ni-Resist D-2W	Sama dengan tipe D-2, tapi memiliki mampu las yang baik
3	Ni-Resist D-2B	Lebih tahan terhadap gesekan dari tipe D-2, dengan penggunaan sama dengan tipe D-2
4	Nicrosilal Spheromax	Tahan terhadap korosi pada lingkungan sulfur
5	Ni-Resist D-2C	Tepat untuk pompa, kompresor yang lebih menuntut keuletan
6	Ni-Resist D-2M	Baik untuk digunakan pada temperatur sampai -170 °C
7	Ni-Resist D-3A	Untuk ketahanan gesek dengan pemuaian sedang
8	Ni-Resist D-3	Memiliki ketahanan korosi yang baik pada temperatur, digunakan pada uap basah dan larutan garam

2. PROSES PEMBUATAN ROTOR VACUUM PUMP

Berikut ini adalah gambaran tentang metodologi penyelesaian masalah pembuatan rotor *Vacuum pump*:

1. Perencanaan yang terdiri dari :

a. Perencanaan produk, meliputi :

- Perancangan pola
- Perancangan coran

b. Perencanaan proses, meliputi

- Perencanaan metode pembuatan
- Perencanaan waktu
- Perencanaan biaya

2. Pembuatan pasir cetak dan inti, yang meliputi

- Pembuatan pasir cetak *greensand* dengan formula POLMAN
- Pembuatan pasir inti CO₂ proses dengan komposisi sesuai bab II

3. Pembuatan pola dan kotak inti

- Pola dibuat menggunakan metoda belahan tunggal. Dengan telapak inti

- Pembuatan pola dan kotak inti menggunakan bahan kayu mahoni, multiplek dan resin Ebalta SG-700

4. Peramuhan dan persiapan bahan

Peramuhan dan persiapan bahan dilakukan dengan metode timbangan untuk mendapatkan jumlah bahan-bahan untuk pembuatan rotor *vacuum pump* yang digunakan pada proses peleburan.

5. Pembuatan cetakan dan inti, yang meliputi :

- Pembuatan cetakan dengan *greensand*
- Inti dengan pasir CO₂ proses

6. Peleburan

Peleburan yang dilakukan untuk proses pembuatan rotor *vacuum pump* dengan menggunakan tanur induksi kapasitas 250 kg

7. Penuangan

Proses penuangan cairan logam dengan menggunakan ladai jenis ember kapasitas 60 kg

8. Pembongkaran dan pembersihan

Proses pembongkaran dan pembersihan meliputi:

- Pembongkaran cetakan dengan menggunakan mesin *shake out*
- Pembersihan coran dengan menggunakan mesin *shot blasting*

- Pemotongan sistem saluran menggunakan gerinda tangan.

9. Perlakuan panas dan pengerjaan akhir

Perlakuan panas yang diberikan pada benda coran dengan proses *stress relieving* pada sample uji.

10. Pemeriksaan dan pengujian akhir

Pemeriksaan dan pengujian akhir yang dilakukan meliputi:

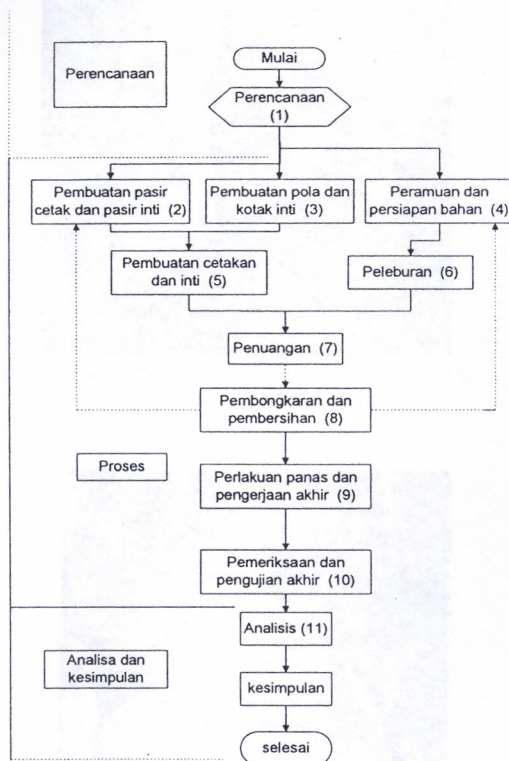
- pengukuran benda coran,
- pemeriksaan komposisi menggunakan spektrometer,
- pemeriksaan struktur mikro dengan menggunakan mikroskop optik,
- pengujian kekerasan dengan metode *Vickers*.

11. Analisis

analisa yang dilakukan dengan membandingkan data hasil proses pembuatan dengan literature.

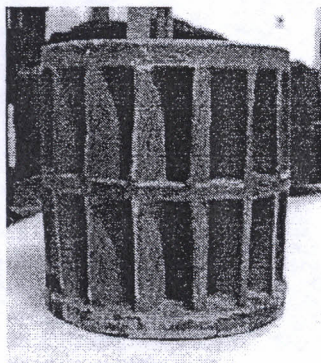
Dari langkah-langkah tersebut dapat digambarkan dalam diagram alir berikut :

Diagram alir kerangka penyelesaian



3 DATA PENGUJIAN DAN ANALISIS

Berikut ini adalah uraian data dan analisa percobaan yang telah dilakukan



Gambar 5. Produk akhir rotor vacuum pump

3.1 Ukuran Pola

Pengukuran pola dilakukan dengan menggunakan jangka sorong penyusutan 1,5% sebanyak tiga kali pada tiga titik yang berbeda, dan dibandingkan dengan ukuran gambar rancangan.

Tabel 4 Hasil pengukuran pola

Pos pengukuran	Ukuran permesinan (mm)	Ukuran gambar rancangan (mm)	Ukuran pola (mm) dengan penyusutan 1,5%	Status ukuran
1	192	196,5	197	OK
2	186	192	194	OK
3	51	57	57	OK
4	Ø 47	Ø 40	Ø 40	OK
5	8	10,5	10,5	OK
6	4	6	5,2	OK
7	10	10	10	OK
8	15	17	17	OK

Dari hasil pengukuran, ukuran pola memiliki kesesuaian dengan ukuran pada gambar rancangan.

3.2 Ukuran Benda Cor

Pengukuran benda cor dilakukan dengan menggunakan jangka sorong sebanyak tiga kali pada tiga titik yang berbeda, dan dibandingkan dengan ukuran gambar rancangan dan ukuran permesinan ukuran dinyatakan sesuai jika lebih besar dari ukuran permesinan, sehingga masih memungkinkan untuk proses permesinan.

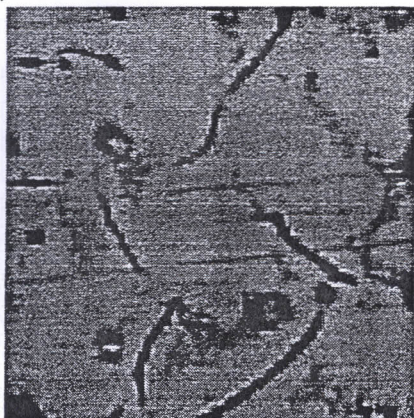
Tabel 5 Hasil pengukuran benda cor

Pos pengukuran	Ukuran permesinan (mm)	Ukuran gambar rancangan (mm)	Ukuran coran (mm)	Status ukuran
1	192	196,5	197,1	OK
2	186	192	193,2	OK
3	51	57	56	OK
4	Ø 47	Ø 40	Ø 40	OK
5	8	10,5	10,1	OK
6	4	6	6	OK
7	10	10	10,1	OK
8	15	17	17,4	OK

Dari hasil pengukuran, ukuran benda memiliki kecocokan dengan ukuran pada gambar rancangan dan permesinan.

3.3 Struktur Mikro

Dari hasil pengujian struktur mikro, hasil coran memiliki persamaan struktur mikro dengan struktur mikro *Ni-Resist* tipe 3, dan struktur mikro setelah proses *stress relieving* tidak terjadi perubahan.



Gambar 5 Perbandingan struktur mikro yang dihasilkan (as cast)



Gambar 6 struktur mikro pada referensi ^[1]



Gambar 7 struktur mikro setelah proses *stress relieving*

3.4 Komposisi Kimia

Tabel 6 Perbandingan komposisi target dan hasil

	%C	%Si	%Mn	%Ni	%Cr	%Cu
Target	≤ 2,60	1,00-2,00	0,50-1,50	28,0-32,0	2,50-3,50	≤ 0,50

Hasil	2,26	1,28	1,35	29,5	2,86	0,48
Status	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Dari hasil pengujian komposisi diketahui bahwa komposisi hasil coran masuk dalam batasan *Ni-Resist 3*

3.5 Uji Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan:

Tabel 7 perbandingan hasil pengujian kekerasan metode *vickers*

No. Sampel	Kekerasan standar <i>Ni-Resist 3</i> (HB) [4]	Kekerasan Benda uji (HB)	Status kekerasan
1	120-215	132	OK
2	120-215	122	OK

Dari hasil pengujian kekerasan maka didapatkan kekerasan hasil coran yang masuk dalam batasan kekerasan *Ni-Resist 3*

3.6 Pemantauan Cacat Coran

Dari hasil evaluasi pembuatan coran terdapat beberapa cacat coran. Berikut adalah data cacat coran :

Tabel 8 Cacat coran

No	Jenis cacat	Daerah cacat	Perkiraan penyebab
1	Penetrasi cairan	Hampir pada seluruh permukaan	Kekerasan cetakan dan inti kurang dan pelapisan kurang
2	Cacat pasir	Bagian atas benda dan bagian atas poros	Kekerasan cetakan kurang dan cetakan kurang bersih.
3	Ekor tikus	Pada permukaan sirip	Pemanasan karena penetrasi logam menuju retak. ⁶⁾
4	Retak	Pada salah satu sirip	Benturan ketika Pembongkaran.

3.7 Perhitungan Biaya Pembuatan Coran

Biaya pembuatan merupakan hasil penjumlahan dari biaya-biaya proses, antara lain biaya perancangan, pembuatan pola, pembuatan cetakan dan inti, peleburan dan penuangan, pembongkaran dan pembersihan, perlakuan panas dan pengujian. Biaya percobaan dihitung berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan adapun beberapa kegiatan yang tidak dapat dilakukan dengan alasan waktu yang tidak mencukupi diasumsikan berdasarkan waktu perkiraan. Berikut adalah perhitungan biaya pembuatan coran :

Tabel 9 Biaya pembuatan coran hasil uji coba

No	Jenis Kegiatan	Total Biaya
1	Perancangan	Rp 97.750
2	Biaya Pola	Rp 3.017.608,22
3	Pembuatan cetakan	Rp 137.907,9
4	Pembuatan Inti	Rp 130.001,03
5	Peleburan dan Penuangan	Rp 6.623.030,39
6	Pembongkaran dan Pembersihan coran	Rp 44.612,78
7	Perlakuan Panas	Rp 326.117,65
8	Pengujian	Rp 525.000,00
	Total Biaya	Rp 10.902.027,97

3.8 Perhitungan Waktu Pembuatan Coran Hasil Uji Coba

Waktu pembuatan coran hasil uji coba merupakan hasil penjumlahan dari waktu seluruh proses pembuatan.

Tabel 10 Waktu yang dibutuhkan pada percobaan

No	Kegiatan	Waktu (menit)
1	Perancangan	510
2	Pembuatan pola (78,75 x 60)	5361
3	Pembuatan cetakan	87,8
4	Pembuatan Inti	511
5	Peleburan dan Penuangan	114,3
6	Pembongkaran dan Pembersihan coran	58,5
7	Perlakuan Panas	1140
8	Pengujian	330
	Total waktu pembuatan	8112,6

Total waktu pembuatan = $8112,6 / 60 = 135,21$ jam

3.9 Data Tambahan

Hasil perbandingan kecepatan laju korosi *Ni-resist* dengan FC 250, diuji pada larutan H_2SO_4 dengan 0,5 N selama 10 Jam 11 menit

Tabel 11 Hasil pengujian korosi

No el	Berat	Ni-Resist (gr)	Kehilangan berat (gr)	FC 250 (gr)	Kehilangan berat (gr)
1	Awal	55,00	0,04	134,77	1,87
	Akhir	54,96	(0,07%)	132,94	(1,36%)
2	Awal	45,88	0,03	119,27	1,65
	Akhir	45,85	(0,07%)	117,62	(1,38%)
3	Awal	61,19	0,02	93,78	1,15
	Akhir	61,17	(0,03%)	92,63	(1,23%)
	Rata rata		0,06 %		1,32%
	Perbandingan		1		22

Dari analisa tambahan berupa laju korosi, bahwa korosi *Ni-Resist* 3 lebih lambat dari laju korosi FC.

4. KESIMPULAN

Hasil perencanaan dan pembuatan rotor *vacuum pump* dengan bahan *Ni-Resist* adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan cetakan dengan pasir *greensand* dan inti dengan pasir CO_2 proses dapat diterapkan untuk pembuatan Rotor *vacuum pump* dengan bahan *Ni-resist* tipe 3.
2. Peleburan *Ni-resist* tipe 3 dengan menggunakan tanur induksi dapat dilakukan, karena kemudahan peramuan dan koreksi komposisi.
3. Dari hasil pengujian :
 - a. Komposisi hasil coran masuk dalam batasan yang diizinkan untuk *Ni-Resist* tipe 3
 - b. Struktur mikro dari hasil pembuatan coran rotor sesuai dengan struktur mikro hasil coran *Ni-Resist* tipe 3 pada literatur, dan struktur mikro sampel uji setelah proses *stress relieving* tidak berubah.
 - c. Ukuran dan bentuk rotor *vacuum pump* yang dibuat sesuai dengan ukuran pada rancangan.
 - d. Kekerasan *Ni-resist* tipe 3 hasil uji coba masuk dalam batasan kekerasan *Ni-resist* tipe 3 pada literatur.

5. PUSTAKA

1. ASM Handbook Committee. *Atlas of microstructure*. ASM International.
2. BCIRA. *Analysis of Casting Defect*. BCIRA.
3. Nash U.S. *Operation and Maintenance*. USA, Nash U.S.
4. NiDI. *NiDI Reference book series no 11 018*. 1998.
5. PT. TAKA MASINERI INDONESIA. *Dokumentasi*. PT TAKA MASINERI INDONESIA.