

Pengujian *Bearing* Pompa Sentrifugal untuk Nelayan Produk Industri Kecil dan Menengah

Jamari

*Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, Kampus UNDIP Tembalang Semarang, 50275
* Email: j.jamari@gmail.com*

ABSTRAK

Pompa air untuk kapal nelayan adalah salah satu jenis pompa sentrifugal yang digunakan sebagai alat pendukung kapal nelayan dalam melaut. Pompa sentrifugal ini berfungsi untuk mengeluarkan air laut yang masuk ke kapal akibat proses menarik jaring, ombak yang masuk ke kapal dan kebocoran minor pada kapal. Pada kenyataan di lapangan, pompa kapal nelayan produk IKM memerlukan perbaikan/penggantian pompa setiap 2-3 bulan sekali sedang produk impor mampu bertahan 1-2 tahun masa pakai tanpa masalah. Penelitian ini bertujuan untuk mencari penyebab kerusakan yang terjadi pada pompa produk IKM dengan melakukan pengujian pompa yang menyerupai kinerja pompa di kapal nelayan saat berlayar. Analisa difokuskan pada komponen sistem bearing: inner raceway dan ball bearing menggunakan pengamatan mikroskop dan SEM. Pompa kapal yang diuji berjumlah 3 buah: 2 buah pompa produk IKM dan 1 buah pompa produk impor. Hasilnya pada hari ke-21 pengujian salah satu pompa produk IKM mengalami kemacetan dan berhenti beroperasi sementara dua pompa lain masih berfungsi. Analisa yang dilakukan terhadap inner raceway dan ball bearing menunjukkan adanya flaking pada kedua permukaan komponen bearing tersebut. Penyebab flaking pada awal siklus penggunaan bearing pada pompa kapal IKM ini adalah akibat kurangnya pelumas saat bearing berputar akibat bocornya pelumas. Seal yang seharusnya menahan pelumas untuk tetap berada di bejana tidak berfungsi baik sehingga pelumas mengalami kebocoran, menjadikan gesekan berlebih pada bearing dan mengakibatkan flaking. Langkah perbaikan yang perlu diambil oleh IKM adalah memperbaiki kualitas perencanaan seal pelumas pada pompa kapal produk IKM. Pelumasan yang berfungsi baik sangat vital terhadap kinerja bearing dan memperpanjang umur pakai bearing.

Kata Kunci: pompa sentrifugal, produk IKM, bearing, pelumasan

1. PENDAHULUAN

Pompa air untuk kapal nelayan adalah salah satu jenis pompa sentrifugal yang digunakan sebagai alat pendukung kapal nelayan dalam melaut. Pompa sentrifugal ini berfungsi untuk mengeluarkan air laut yang masuk ke kapal akibat proses menarik jaring, ombak yang masuk ke kapal dan kebocoran minor pada kapal. Kualitas pompa air kapal nelayan yang ada di pasaran saat ini memiliki kualitas yang rendah. Hal ini terindikasi melalui nelayan yang memerlukan penggantian pompa setiap 2-3 bulan sekali [1]. Keadaan saat pompa diganti ini bermacam-macam, namun yang paling sering terjadi adalah pompa macet saat digunakan dan poros tidak mau berputar. Hipotesa awal yang diambil dari fenomena penggantian pompa ini disebabkan karena (i) terjadinya aus pada poros pompa, (ii) permasalahan pada sistem ball bearing yang mengubungkan antara poros dengan rumah pompa dan (iii) prosedur perakitan yang tidak standar. Untuk mengantisipasi pompa yang tidak berfungsi baik, kapal nelayan yang melaut dengan durasi 2-8 minggu harus membawa 2-3 buah pompa sebagai cadangan. Hal ini berarti nelayan membutuhkan lebih banyak modal untuk mengawali pencarian ikan di laut

Pompa air untuk kapal nelayan di wilayah Jawa Tengah dan DIY mayoritas dipasok oleh Industri Kecil dan Menengah (IKM) di Tegal. Rendahnya kualitas produk pompa buatan IKM ini menjadi awal pintu masuk produk impor. Pada beberapa tahun terakhir, produk pompa buatan Thailand dan Malaysia telah banyak dikenal oleh nelayan di wilayah pantura Propinsi Jawa Tengah. Beberapa toko alat kapal dan perikanan di Pati dan Rembang menjual pompa kapal produk impor [1]. Nelayan yang menggunakan produk pompa impor menyatakan bahwa pompa impor mampu bertahan 1-2 tahun tanpa masalah meskipun mereka harus membeli pompa kapal produk impor ini 3x lebih mahal dibanding produk IKM. Nelayan dengan kapal besar (diatas 30 GT) memilih untuk menggunakan produk impor karena tidak memerlukan penggantian yang merepotkan saat berlayar.

Berkembangnya pasar produk impor akan berpengaruh terhadap produk pompa kapal IKM sehingga perlu dilakukan upaya perbaikan produk IKM. Apabila hal ini tidak segera diatasi maka keberlanjutan usaha IKM pada produk pompa kapal ini dapat terancam. Daya saing produk IKM lokal terhadap produk impor menjadi masalah yang serius setelah berlakunya Asean-China Free Trade Agreement (ACFTA) pada tahun 2015. IKM lokal harus banting tulang agar dapat menahan gempuran produk

negeri tetangga yang masuk ke dalam negeri dengan lebih bebas. Sektor industri manufaktur logam merupakan salah satu yang diprediksi akan merasakan dampaknya. Hal ini telah dikeluhkan beberapa sentra industri logam di Jawa Tengah seperti di Tegal, Ceper (Klaten), Juwana (Pati) dan Banjarnegara [2] selama beberapa tahun terakhir. Untuk itu dilakukan beberapa penelitian yang berkaitan dengan pompa sentrifugal kapal produk IKM untuk mengevaluasi, mencari permasalahan dan meningkatkan kualitas produk pompa sentrifugal IKM.

Penelitian pendahuluan telah dilakukan untuk menguji poros produk IKM dan dibandingkan dengan poros produk impor. Hasilnya poros produk IKM, yang terbuat dari baja stainless steel setara AISI 201 memiliki nilai kekuatan tarik dan kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan poros produk impor [3]. Meski demikian, poros produk impor mampu bertahan 1-2 tahun tanpa masalah sedangkan produk IKM hanya bertahan 3 bulan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hipotesa awal permasalahan yang menunjukkan bahwa poros produk IKM lebih mudah aus kurang tepat. Permasalahan di pompa kapal produk IKM diprediksi bukan berasal dari porosnya tetapi pada penyebab yang lain.

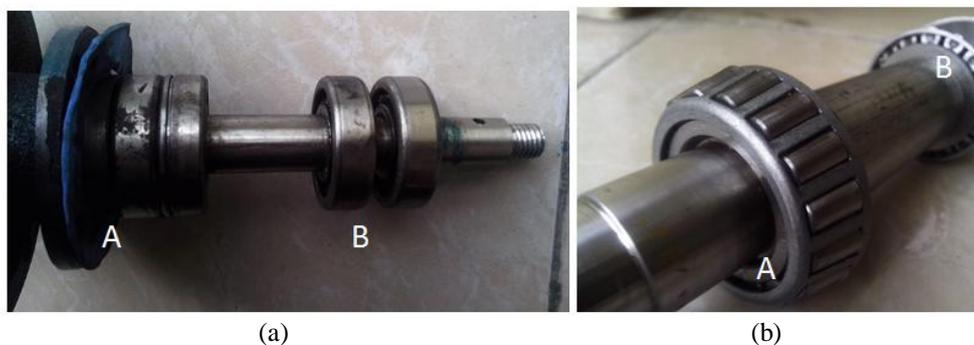
Pada penelitian ini, tujuan khusus yang akan dicapai adalah menguji performance bearing pompa kapal dan menganalisa bearing pasca pengujian. Pengujian dilakukan dengan menguji pompa kapal sesuai kondisi operasi yang dilakukan oleh nelayan pengguna pompa kapal. Pengujian dilakukan pada alat uji yang didesain oleh Laboratorium Perancangan Teknik dan Tribologi Jurusan Teknik Mesin UNDIP. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengamati performance pompa kapal nelayan produk IKM dan membandingkan dengan produk impor.

2. KOMPONEN POMPA KAPAL

Pompa air untuk kapal nelayan produk IKM terlihat pada Gambar 1a sedangkan pompa kapal produk impor terlihat pada Gambar 1b. Komponen pompa kapal terdiri dari beberapa bagian utama: (i) housing / rumah pompa, (ii) poros pompa, (iii) bearing, (iv) impeller pompa, (v) seal dan (vi) pulley [4]. Penelitian ini akan membahas mengenai bearing pada pompa yang terlihat pada Gambar 2a (produk IKM) dan Gambar 2b (produk impor) [5]. Produk IKM menggunakan empat buah ball bearing dengan pengaturan dua buah terdapat pada sisi pulley (A) dan dua buah pada sisi impeller (B). Produk impor menggunakan dua buah tapered roller bearing, satu pada sisi pulley (A) dan satu pada sisi impeller (B).



Gambar 1: (a) Contoh pompa kapal buatan IKM dan (b) Contoh pompa kapal produk impor.



Gambar 2: (a) Contoh poros dan bearing pompa kapal buatan IKM yang telah diuji dan (b) Contoh poros dan bearing pompa kapal produk impor.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat Uji Penelitian

Alat uji pompa kapal didesain oleh Laboratorium Perancangan Teknik dan Tribologi Jurusan Teknik Mesin UNDIP. Gambar 3a menunjukkan rangka/frame yang didesain untuk melakukan pengujian dan Gambar 3b menunjukkan saat alat uji bekerja. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan fluida air laut untuk dialirkan pada pompa kapal sehingga menyerupai keadaan yang sebenarnya. Peralatan yang digunakan pada alat uji ini adalah: (i) bak penampung air laut, (ii) motor listrik untuk penggerak pompa sebagai pengganti engine kapal dan (iii) alat ukur debit untuk mengetahui volume dan debit air selama proses pengujian.



Gambar 3: (a) Desain rangan frame yang digunakan untuk pengujian pompa kapal dan (b) keadaan alat uji saat digunakan untuk menguji pompa kapal

3.2 Prosedur Pengujian

Pengujian *running* pompa sentrifugal dilakukan terhadap dua buah pompa produk IKM dan sebuah pompa produk impor. Pompa tersebut disambungkan dengan pulley yang terhubung menggunakan motor listrik berdaya 1 HP dengan RPM kerja sebesar ± 2200 RPM. Pompa tersebut dinyalakan selama 25 hari dengan penggunaan perhari sekitar 12 jam. Waktu tersebut diasumsikan sebagai waktu 1 kali perjalanan melaut para nelayan.

3.3. Peralatan Analisa

Analisa yang dilakukan terhadap hasil uji coba adalah pengamatan menggunakan mikroskop optik dan pengamatan SEM terhadap ball bearing dan raceway. Pengujian menggunakan mikroskop optik Olympus BX41M dilakukan di Laboratorium Metalurgi Fisik, Jurusan Teknik Mesin UNDIP. Pengamatan SEM dilakukan di Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang dan Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.

4. HASIL DAN DISKUSI

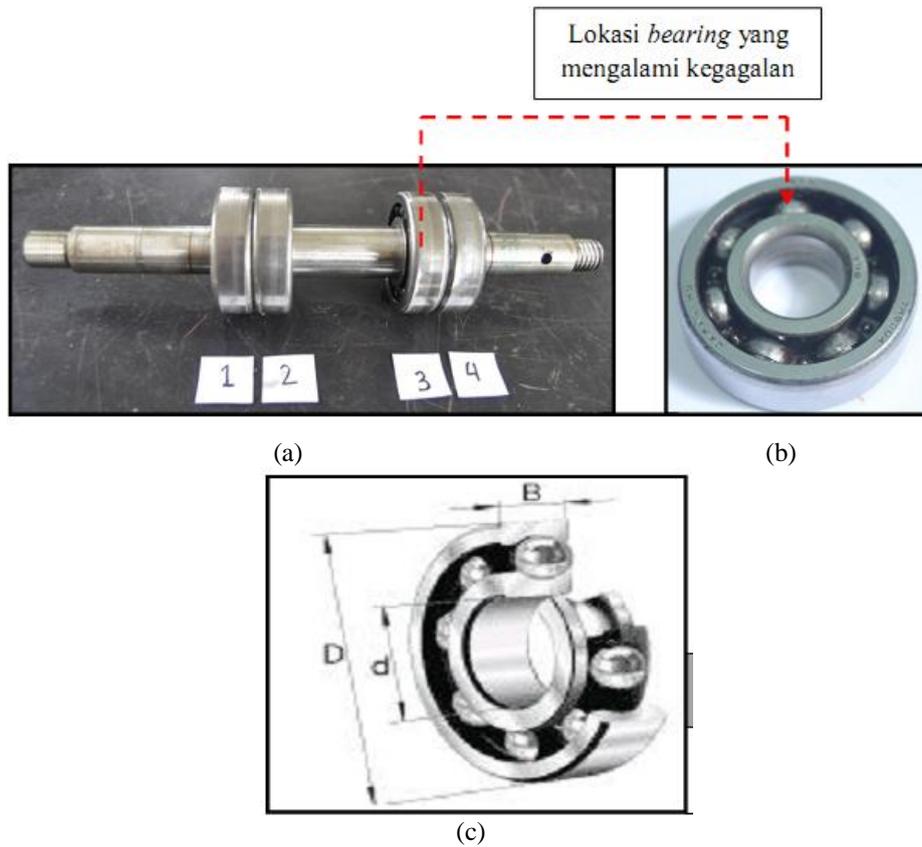
Pada tanggal pengujian hari ke-21 pompa sentrifugal produk IKM mengalami kegagalan. Pompa produk IKM tidak berputar akibat putaran pulley tidak dapat diteruskan ke impeller. Sistem poros dan bearing dalam keadaan terkunci. Hal ini hanya terjadi pada sebuah pompa produk IKM sedangkan pompa produk IKM lain dan pompa produk impor tidak mengalami masalah dan tetap dapat mengalirkan fluida. Penelitian kemudian dihentikan pada pompa yang macet untuk dilakukan analisa.

Setelah pompa dibuka, ditemukan sumber permasalahan berupa bearing pompa yang macet dan tidak dapat berputar bebas terhadap poros. Gambar 4 menunjukkan posisi terjadinya kegagalan pada sistem bearing-poros produk IKM.

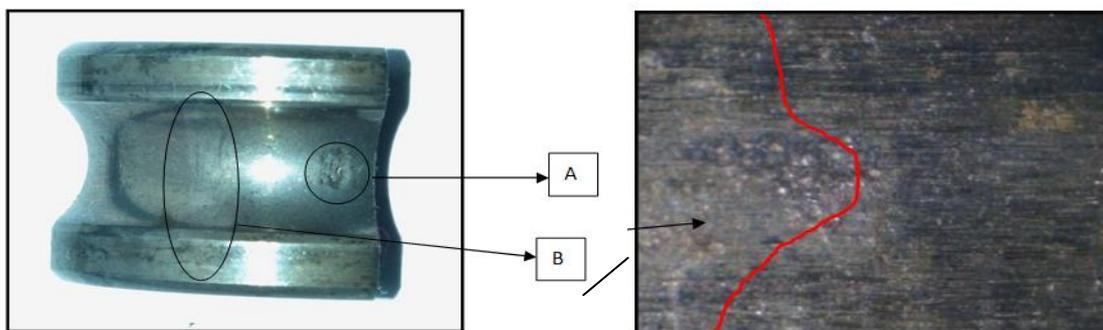
Spesifikasi bearing ditunjukkan pada Tabel 1 dengan detail dimensi bearing dapat dilihat pada Gambar 4c. Bearing dan raceway kemudian dianalisa menggunakan mikroskop optik dan SEM. Hasil pengamatan mikroskop dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6 sedangkan hasil pengamatan SEM dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.

Tabel 1. Data bearing yang digunakan pada pompa kapal

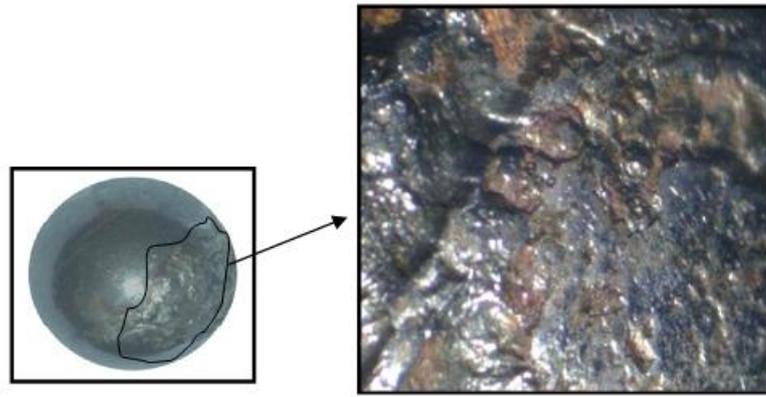
Spesifikasi Bearing	Detail
Manufacturer	NTN Japan
Type	TMB 304
Working speed	2200 rpm
Working temperature	30-40 Celcius
Dimension	D = 20 mm D = 52 mm B = 15 mm



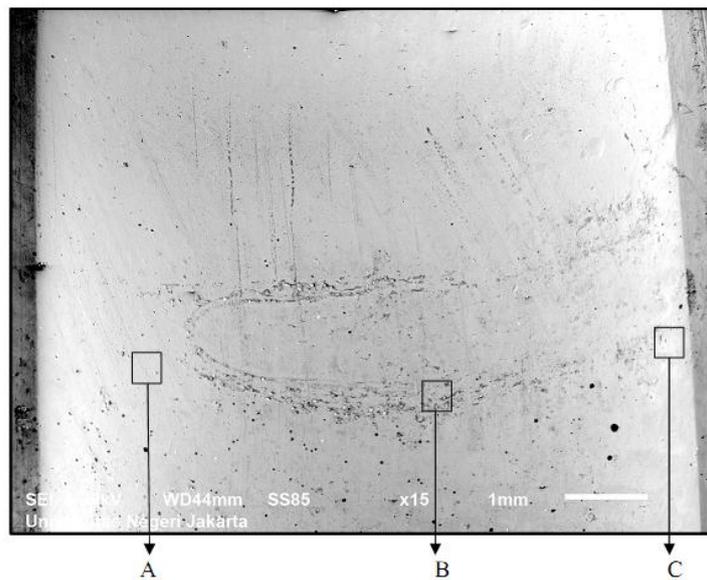
Gambar 4: (a) Poros dan bearing pompa kapal produk IKM yang mengalami macet dan (b) bearing yang mengalami macet.



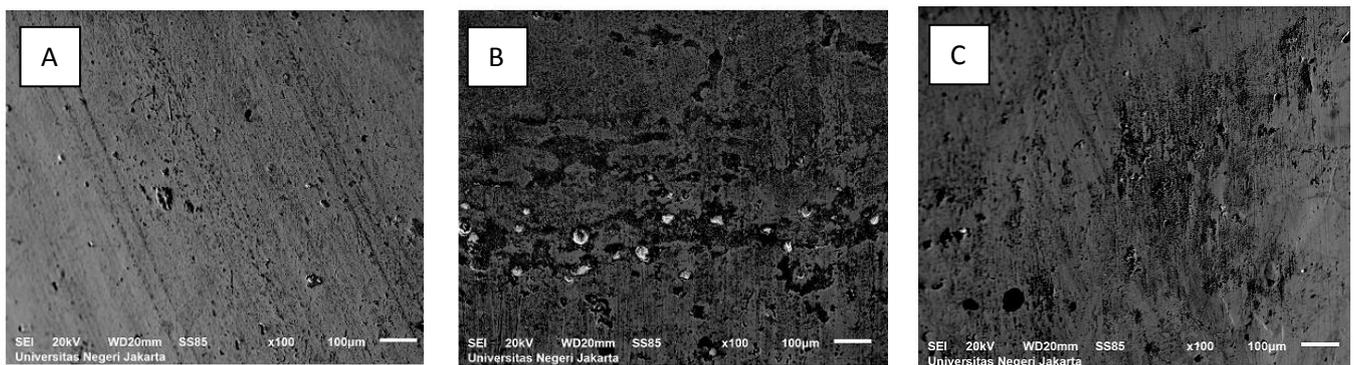
Gambar 5: Foto pengamatan inner raceway bearing menggunakan mikroskop optik



Gambar 6: Foto pengamatan *ball bearing* menggunakan mikroskop optic.

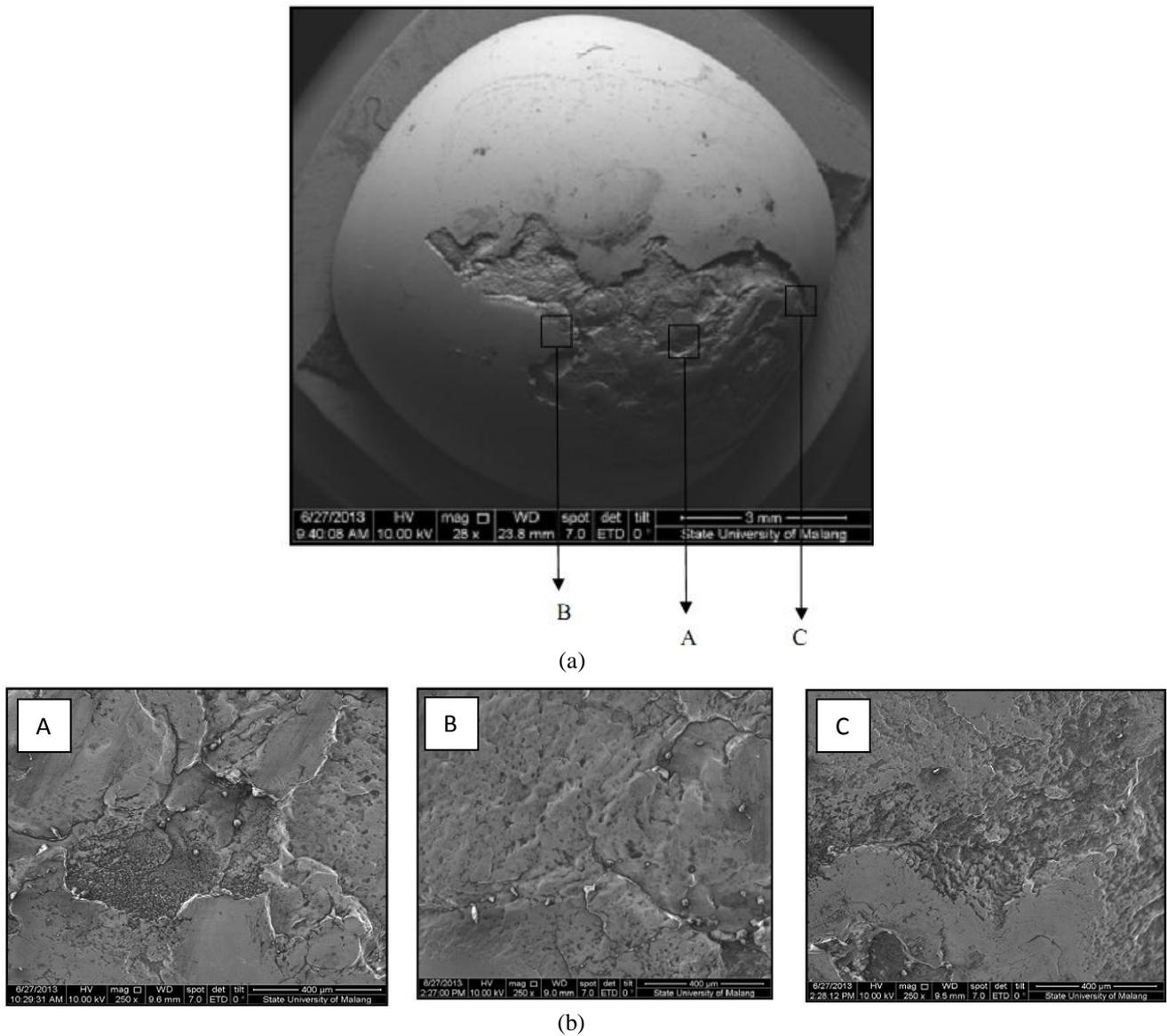


(a)



(b)

Gambar 6: (a) Hasil foto SEM pada *inner raceway bearing* (macro) dan (b) Foto SEM detail pada bagian yang mengalami kerusakan pada daerah yang bertanda A, B dan C.



Gambar 7: (a) Hasil foto SEM pada *ball bearing* (macro) dan (b) Foto SEM detail pada bagian yang mengalami kerusakan pada daerah yang bertanda A, B dan C.



Gambar 8: (a) Fenomena flaking yang terdapat pada: (a) *inner raceway bearing* [7] dan (b) *ball bearing* kasus lain yang dipublikasikan oleh NTN corporation [9].

Berdasarkan pengamatan mikroskop optik dan SEM yang telah dilakukan diketahui bahwa *inner raceway* dan *ball bearing* pada pompa produk IKM mengalami kontak yang mengakibatkan permukaan tidak rata. Fenomena kerusakan permukaan pada *ball bearing* dan *inner raceway bearing* ini disebut sebagai *flaking*. Secara normal, *flaking* dapat muncul pada saat *bearing* telah digunakan dalam waktu yang lama sehingga kemunculannya sebabkan akibat kelelahan sebagai tanda berakhirnya umur pakai bearing [6]. Selain itu, *flaking* juga dapat muncul pada siklus awal bearing akibat proses pemasangan awal yang terlalu kencang (dipaksakan), pembebanan bearing yang berlebihan, pelumasan yang kurang baik, miss alignment pada poros dan ketidakseimbangan pembagian kerja bearing [7-9].

Gambar 8 menunjukkan *flaking* yang terjadi pada beberapa contoh kasus bearing. Gambar 8(a) menunjukkan *flaking* pada *inner race bearing* yang dipublikasikan oleh NSK Amerika [7] yang disebabkan oleh terhambatnya pelumas untuk melumasi bearing sehingga mengakibatkan terjadinya gesekan berlebih pada bearing. Gambar 8b menunjukkan *flaking* pada ball bearing yang dipublikasikan oleh NTN Jepang [9] yang juga disebabkan oleh buruknya sistem pelumasan pada bearing. Kedua gambar di atas menunjukkan kasus yang serupa dengan *flaking* yang terjadi pada pompa kapal produk IKM. Analisa pada pelumasan akan lebih diperhatikan pada kasus pompa kapal produk IKM.

Pada kasus pompa kapal produk IKM, *flaking* yang terjadi dapat disebabkan akibat proses pelumasan yang kurang baik karena pelumas mengalami kebocoran pada saat dilakukan pengujian running. Pelumas yang bocor ini disebabkan oleh pemasangan dan kualitas seal yang digunakan oleh IKM dalam memproduksi pompa. Pada kenyataan di lapangan, ditemukan bahwa nelayan memang tidak melakukan proses pengisian pelumas pada saat berlayar. Kondisi ini terapkan pada pengujian yang dilakukan di laboratorium sehingga meskipun pada observasi visual terlihat ada kebocoran, pelumas tetap tidak ditambahkan ke dalam bejana pelumas. Hingga pada akhirnya terjadi kebocoran.

Untuk mengatasi hal ini dibutuhkan proses perencanaan *seal* pelumas pada pompa kapal produk IKM yang lebih baik sehingga tidak mengakibatkan kebocoran pelumas. Seal perlu dikaji pemilihan jenisnya dan proses pemasangannya sehingga menghasilkan fungsi penahan pelumas yang baik. Untuk menambah pengamanan pelumasan, bearing pada pompa kapal dapat ditambah dengan grease sehingga ketika pelumas cair yang terdapat di dalam bejana berkurang, grease masih data berfungsi sebagai pelumas untuk sementara waktu hingga pelumas cair ditambahkan pada bejana.

Dengan sistem pelumasan yang baik diperkirakan *bearing* tidak mengalami kegagalan dalam jangka pendek. Hal ini ditemukan pada pompa IKM yang tidak mengalami kegagalan dan pompa produk impor. Pompa produk IKM yang tidak mengalami kegagalan masih menyisakan pelumas dalam bejana meskipun tetap terdapat kebocoran. Sedangkan pada pompa impor belum ditemukan kebocoran sehingga pelumas masih berfungsi baik melindungi *bearing*. Penelitian ini juga menunjukkan betapa pentingnya aspek pelumas dalam kinerja *bearing*.

5. KESIMPULAN

Kegagalan yang terjadi pada proses pengujian pompa kapal produk IKM pada alat uji running pompa kapal di Laboratorium Perancangan Teknik dan Tribology Jurusan Teknik Mesin UNDIP ditemukan pada sistem bearing dan poros yang macet. Bearing tidak dapat berputar sehingga permukaan poros bergesekan dengan *race way bearing*. Pengamatan menggunakan mikroskop dan SEM dilakukan terhadap *inner raceway bearing* dan *ball bearing* yang mengalami kemacetan.

Hasil pengamatan menunjukkan terjadinya *flaking* pada *inner raceway bearing* dan *ball bearing* yang mengakibatkan permukaan keduanya mengalami ketidak rataan. Hal ini menjadikan bearing macet dan tidak dapat berputar. Penyebab *flaking* pada awal siklus penggunaan bearing pada pompa kapal IKM ini ditengarai akibat kurangnya pelumas saat bearing berputar akibat bocornya pelumas. Seal yang seharusnya menahan pelumas untuk tetap berada di bejana tidak berfungsi baik sehingga pelumas mengalami kebocoran, menjadikan gesekan berlebih pada bearing dan mengakibatkan *flaking*

Langkah perbaikan yang perlu diambil oleh IKM adalah memperbaiki kualitas perencanaan *seal* pelumas pada pompa kapal produk IKM. Seal perlu dikaji pemilihan jenisnya dan proses pemasangannya sehingga menghasilkan fungsi penahan pelumas yang baik. Grease juga dapat ditambahkan sebagai pencegah kontak tanpa pelumas saat seal mengalami kebocoran. Pelumasan yang berfungsi baik sangat vital terhadap kinerja *bearing* dan memperpanjang umur pakai *bearing*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (DIKTI), Kementerian Pendidikan Nasional yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah MP3EI 2013. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sugiyanto, R. Ismail, Jamari dan M. Tauviqirrahman, 2011, "Laporan Survey dan Verifikasi Kapal Perikanan Kurang Dari 30 GT dan Alat Penangkapan Ikan di Seluruh Indonesia – Wilayah Jateng dan DIY," *Dokumen internal Kerja sama Lab EDT – UNDIP dengan Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) dan PT. Surveyor Indonesia (PT.SI) 2011.*
- [2] Jamari, R. Ismail, M. Tauviqirrahman, dan Sugiyanto, 2011, "Observasi Terhadap Pompa Air untuk Kapal Nelayan Produk IKM," *Laporan Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Diponegoro.*
- [3] R. Ismail, Sugiyanto, M. Tauviqirrahman dan Jamari, "Investigation on Centrifugal Pump Shaft: A Comparison Study of the SME and the Imported Product," *Proceeding of International Conference on Chemical and Material Engineering*, 2012.
- [4] Sularso dan H. Tahara, 1983, "*Pompa dan Kompresor: Pemilihan, pemakaian dan pemeliharaan,*" Association for International Technical Promotion, Tokyo.
- [5] Jamari, R. Ismail, M. Tauviqirrahman, dan Sugiyanto, 2012, "Pengembangan Teknologi Anti-Wear System dalam Pembuatan Pompa Kapal IKM Guna Meningkatkan Kualitas dan Daya Saing," *Laporan Penelitian MP3EI, LPPM Universitas Diponegoro.*
- [6] SKF Group, Flaking, www.skf.com/group/products/bearings-units-housings/ball-bearings/principles/troubleshooting/bearing-failures-and-their-causes/bearing-damage/flaking/index.html.
- [7] NSK America, Types of Flaking, http://www.nskamericas.com/cps/rde/xchg/na_en/hs.xsl/flaking.html.
- [8] D. Stevens., Bearing FLAKING and its Causes, <http://www.vibanalysis.co.uk/technical/flaking/flaking.html>.
- [9] NTN Corporation, Flaking, <http://www.ntn.co.jp/english/products/care/damage/flaking.html>.