MACHINERY JURNAL TEKNOLOGI TERAPAN
VOL.6 NO.3, OKTOBER 2025

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

MODIFIKASI POMPA *HYDRAULIC POWER UNIT* PADA CNC *MILLING* UNTUK REDUKSI *DOWNTIME EQUIPMENT* DAN KONSUMSI OLI

Apri Setiawan[1)], Dibyo Setiawan[1)*], Steven Gabriel Romero[1)], Hanni Maksum Ardi[1)], Rifan Mustofa[2)], Agus Subeno[3)]

[1)]Jurusan Teknik Mesin/Politeknik Negeri Bandung; Jl. Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Kec. Parongpong Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat Kode Pos 40559

[2)]Maintenance Machining, PT6 Pakoakuina; Jl. Surya Madya III, Kavling I No. 35. Kawasan Industri Suryacipta, Kabupaten Karawang 440710

[3)]Program Studi Teknik Mesin, Institut Sains dan Teknologi Al Kamal; Jl. Raya Al Kamal No.2 Kedoya Selatan Kebon Jeruk, Jakarta Barat DKI Jakarta 11520

[*]email korespondensi: dibyo.setiawan@polban.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Received:
16/10/2025

Received in revised:
05/11/2025

Accepted:
21/11/2025

Online-Published:
28/11/2025

© 2025 The Authors. Published by Machinery: Jurnal Teknologi Terapan (Indexed in SINTA)

doi:
https://doi.org/10.36257/machinery.v6i3.11400

ABSTRAK

Mesin Computer Numerical Control (CNC) merupakan peralatan manufaktur yang dikendalikan oleh komputer dengan bahasa numerik. Salah satu jenisnya adalah CNC Milling yang menggunakan sistem hidrolik melalui Hydraulic Power Unit (HPU) untuk proses clamp dan unclamp material kerja. Permasalahan yang ditemukan adalah tekanan hidrolik yang tidak stabil dan suhu HPU yang tinggi akibat beban kerja berlebih (overload), sehingga menyebabkan lemahnya sistem clamping, meningkatnya konsumsi oli hidrolik, serta bertambahnya downtime mesin. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan modifikasi dan instalasi tambahan pada pompa HPU. Tahapan kegiatan meliputi identifikasi kerusakan, studi literatur, perancangan modifikasi, pengadaan komponen, instalasi, pengujian, dan evaluasi hasil. Hasil modifikasi menunjukkan bahwa penambahan satu unit pompa HPU beserta instalasi pendukung mampu meningkatkan tekanan hingga 80 bar dan menurunkan temperatur HPU sebesar 28,2°C. Selain itu, konsumsi oli hidrolik turun menjadi 14 liter per bulan, dan nilai Downtime to Equipment (DTE) hidrolik berkurang hingga 0,07%. Berdasarkan hasil tersebut, modifikasi sistem HPU terbukti efektif dalam meningkatkan stabilitas tekanan, menurunkan temperatur operasi, serta mendukung peningkatan produktivitas mesin CNC Milling yang telah dimodifikasi.

***Kata Kunci** : pompa hidrolik, HPU, DTE, oli hidrolik, unclamp/clamp.*

ABSTRACT

Computer Numerical Control (CNC) machines are manufacturing equipment controlled by computers with numerical language. One type is CNC milling, which uses a hydraulic system through a hydraulic power unit (HPU) for the clamping and unclamping process of work materials. The problems found were unstable hydraulic pressure and high HPU temperatures due to excessive workloads (overload), resulting in weak clamping systems, increased hydraulic oil consumption, and increased machine downtime. To overcome this, modifications and additional installations were carried out on the HPU pump. The activity stages included damage identification, literature study, modification design, component procurement, installation, testing, and evaluation of results. The modification results showed that adding one HPU pump unit and supporting installations could raise the pressure to 80 bar and lower the HPU temperature by 28.2°C. In addition, hydraulic oil consumption decreased to 14 liters per month, and the hydraulic Downtime to Equipment (DTE) value was reduced by 0.07%. Based on these results, the modification of the HPU system proved effective in improving

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

pressure stability, reducing operating temperatures, and supporting increased productivity of the modified CNC milling machine.

Keywords : *hydraulic pump, HPU, DTE, hydraulic oil, unclamp/clamp.*

1 PENDAHULUAN

Mesin *Computer Numerical Control* (CNC) merupakan suatu mesin yang dikendalikan oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik (perintah gerakan yang menggunakan angka dan huruf). CNC mempunyai beberapa tipe, salah satunya adalah tipe mesin CNC *Milling*. CNC *Milling* memiliki beberapa komponen utama, diantaranya *Spindle, Turret, Hydraulic Power Unit* (HPU), *Driver, Monitor* [1][2]. HPU merupakan salah satu bagian penting dalam mesin CNC. Fungsi HPU yaitu untuk menghasilkan dan mendistribusikan tekanan hidrolik yang dibutuhkan untuk proses kegiatan *Unclamp/Clamp* benda kerja [3]. Apabila tekanan tidak sesuai standar, maka dapat mengakibatkan daya cengkraman *Unclamp/Clamp* menjadi lemah dan menyebabkan material *Not Good* (NG) [4]. Salah satu faktor yang menjadikan proses *Clamping* lemah dikarenakan HPU terjadi *overload* dan dipaksakan untuk mencapai tekanan standar [5]. Hal ini menyebabkan kenaikan temperatur pada HPU yang berdampak terhadap konsumsi oli hidrolik yang menjadi mudah getas dan bocor penyekat karet [6]. Hal tersebut menjadi permasalahan karena temperatur dan konsumsi oli hidrolik yang tinggi menyebabkan *downtime* lebih sering, meningkatnya biaya produksi, serta menurunkan produktifitas [7].

Anggik Prasetyo dkk, melakukan Modifikasi Sistem *Clamping* dan *Injection* pada Prototipe *Injection molding Double Barrel* dengan Sistem Hidrolik tujuan untuk mendapatkan hasil rancangan dan spesifikasi hidrolik yang digunakan, modifikasi ini menggunakan dua aktuator hidrolik dengan kapasitas *clamping* 4ton dan kapasitas *injection* 2,5 ton. Menggunakan HPU dengan kapasitas motor 0,75 kW atau 1 Hp 1 *Phase* dan kapasitas tangki sebesar 10 L [8].

Matej Kandera dkk. membahas modifikasi sistem penjepit pada sistem palet yang dapat dipertukarkan untuk mendukung pertukaran benda kerja otomatis. Sistem ini penting dalam manufaktur fleksibel karena meningkatkan otomatisasi proses produksi. Modifikasi difokuskan pada mesin CNC EMCO Concept Mill 105 yang memiliki ruang kerja dan panjang umpan sangat terbatas, sehingga menjadi batasan utama desain. Hasil modifikasi memungkinkan palet ditangani oleh robot industri maupun manipulator manual yang telah dirancang sebelumnya [9].

Matej Kandera dkk. membahas modifikasi sistem penjepit pada sistem palet yang dapat dipertukarkan untuk menunjang proses pertukaran benda kerja otomatis. Sistem ini merupakan bagian penting dari manufaktur fleksibel karena mendukung otomatisasi siklus produksi komponen. Modifikasi dilakukan pada mesin CNC EMCO Concept Mill 105 yang memiliki ruang kerja dan panjang umpan terbatas, sehingga menjadi kendala utama dalam perancangan. Perubahan yang dilakukan memungkinkan palet dimanipulasi oleh robot industri maupun manipulator manual yang telah dirancang sebelumnya sebelumnya [10].

Berdasarkan rujukan kegiatan sejenis belum ditemukan kasus yang serupa dengan permasalah yang diangkat pada penelitian ini. Setelah dilakukan identifikasi secara sistematis telah ditemukan penyebab temperatur meningkat pada HPU. Salah satu penyebab utama lemahnya *clamp*ing adalah kondisi HPU yang mengalami overload dan dipaksakan untuk mencapai tekanan standar. Kondisi tersebut mengakibatkan peningkatan temperatur pada sistem HPU yang berdampak domino terhadap kualitas oli hidrolik, menyebabkan seal menjadi cepat getas, berpotensi bocor, dan oli cepat tergdegradasi. Permasalahan ini juga terjadi di PT. Pakoakuina, di mana tingginya temperatur dan konsumsi oli hidrolik menyebabkan beberapa dampak negatif, antara lain meningkatnya downtime mesin, bertambahnya biaya operasional (cost), serta menurunnya produktivitas perusahaan secara keseluruhan. Oleh karena itu, dilakukan modifikasi dan instalasi tambahan pada pompa HPU untuk mengatasi permasalahan tersebut. Kegiatan analisis meliputi identifikasi kerusakan, studi literatur, perancangan modifikasi, pengadaan komponen, instalasi, pengujian, serta evaluasi hasil. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap respon sistem setelah modifikasi dan penambahan instalasi.

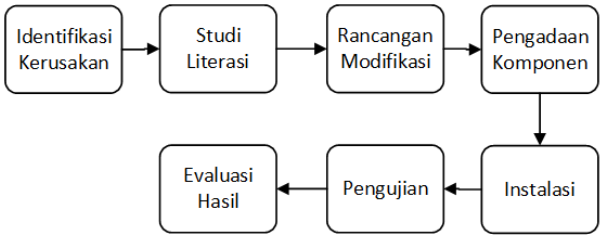
Hasil modifikasi dan penambahan satu unit pompa HPU beserta instalasi pendukung mampu meningkatkan tekanan sistem hingga 80 bar serta menurunkan temperatur HPU hingga 28,2°C. Berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi hingga bulan November, konsumsi oli hidrolik turun menjadi 14 liter per bulan, dan tingkat Downtime to Equipment (DTE) hidrolik menurun

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

hingga 0,07%. Hasil ini menunjukkan bahwa modifikasi dan penambahan unit HPU efektif dalam menstabilkan tekanan hidrolik, menurunkan temperatur operasi, serta meningkatkan efisiensi dan produktivitas mesin CNC *Milling* yang telah dimodifikasi.

2. BAHAN DAN METODA

Metode pelaksanaan modifikasi dan Instalasi HPU pada mesin CNC *Milling* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Modifikasi dan Instalasi HPU

Gambar 2 menunjukkan HPU pada mesin CNC *milling*



Gambar 2. Unit Mesin CNC *Milling*

2.1. Identifikasi Kerusakan

Identifikasi kerusakan dilakukan dengan beberapa cara yakni, Pengamatan secara visual pada mesin untuk mengecek wilayah kebocoran oli, membaca hasil pengukuran temperatur dan tekanan. Temperatur dapat diukur dengan menggunakan *thermo gun*, sedangkan tekanan dapat diukur dengan pengukur tekanan pada pompa hidrolik (Gambar 3). Hasil pengamatan pada beberapa indikator diatas ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Indikator Pengamatan Kerusakan Pompa HPU

No	Indikator pengamatan	Metode	Nilai terukur	Identifikasi hasil pengamatan
1.	Temperatur HPU	*Termo Gun*	Standar operasi HPU adalah 38°C sd 60 °C, temperatur hasil pengukuran adalah 67.6°C sd 73,4°C	Pompa HPU mengalami *overheat*
2.	Jumlah Pompa	Visual	Jumlah pompa HPU hanya 1. harusnya 2 buah pompa HPU, 1 untuk *clamp* dan 1 untuk *spindle*	Pompa HPU kelebihan beban kerja
3.	Kebocoran oli hidrolik	Visual dan *pressure gauge*	*Pressure gauge* menunjukkan penurunan tekanan	Pompa berkerja lebih keras untuk memenuhi kebutuhan tekanan.

Temperatur HPU mengalami *overheat* disebabkan oleh Jumlah pompa yang berkerja hanya satu sementara pompa harus menyuplai tekanan pada dua komponen yakni *clamp* dan *spindle* sehingga pompa HPU harus berkerja lebih keras, sehingga menyebabkan *overheat*. *Overheat* pada pompa HPU juga memperpendek umur dari seal sehingga terjadi kebocoran pada sistem distribusi tekanan. Hal tersebut menyebabkan konsumsi oli menjadi lebih tinggi dan

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

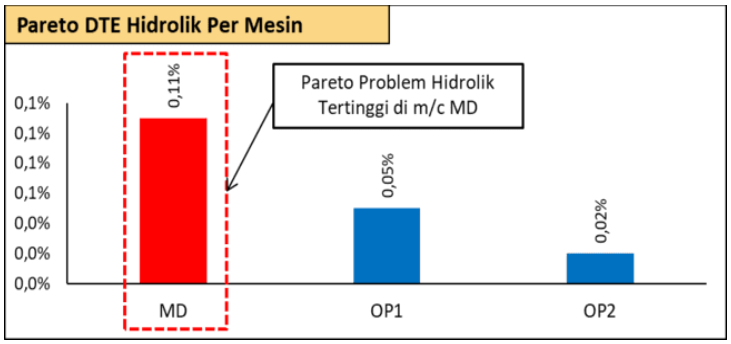
meningkatkan biaya operasional dimana harga oli hidrolik mencapai Rp30.646 per liter. Jika tidak segera dilakukan perbaikan, biaya pengadaan oli akan terus meningkat seiring waktu.



(a) (b) (c)

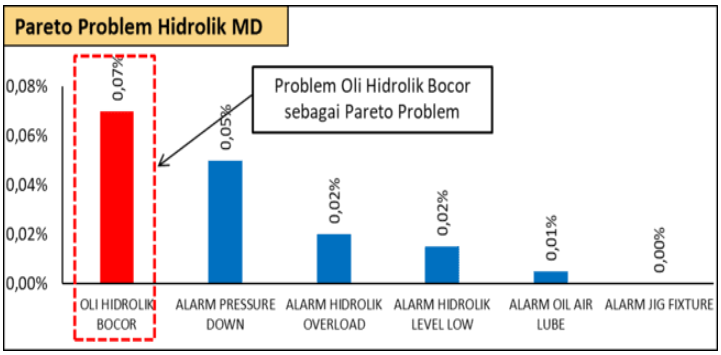
Gambar 3. Kondisi HPU eksisting (a), Temperatur HPU (b), dan Kebocoran Oli (c) pada Solenoid

Sesuai hasil identifikasi tersebut kemudian dilakukan investigasi lebih lanjut dengan cara mengidentifikasi *log book* yang tersedia pada mesin, riwayat kerusakan yang terjadi, Hasil dari riwayat kerusakan diolah menggunakan pendekatan metode *pareto* untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan penyebab utama yang memebrikan dampak terbesar terhadap suatu permasalahan [13]. *Pareto* DTE hidrolik per mesin dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Pareto* Per Mesin

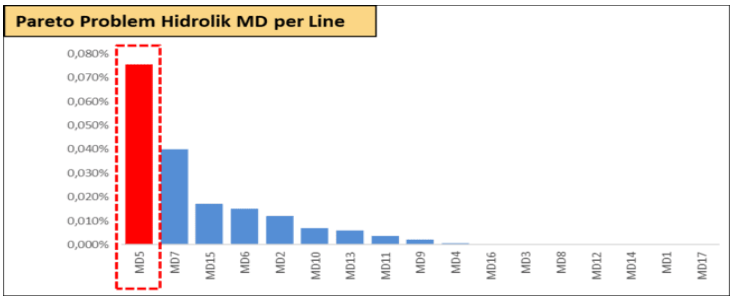
Berdasarkan pengolahan data kerusakan mesin CNC yang ada pada unit produksi, MD (kode mesin CNC) menjadi mesin dengan *downtime equipment* (DTE) tertinggi, yaitu 0,11%, maka dari itu MD akan di rinci lebih lanjut.



Gambar 5. *Pareto* DTE Hidrolik

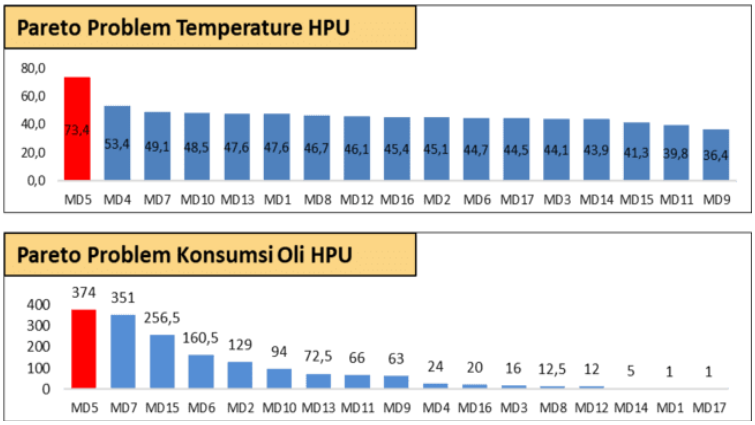
Gambar 5 menunjukkan oli hidrolik bocor dan menjadi *pareto problem* karena menyebabkan DTE hidrolik meningkat. setelah ditelaah lebih rinci dengan mengidentifikasi kerusakan setiap mesin CNC dengan kode MD 1 sampai dengan MD 17 yang tersedia pada unit produksi *log book*.

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)



Gambar 6. *Pareto* DTE Hidrolik kode MD

Mesin dengan kode MD5 merupakan *pareto problem* hidrolik tertinggi dengan total nilai *downtime* 0.07% seperti yang ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 7. *Pareto Problem* Temperatur dan Konsumsi Hidrolik

MD 5 menjadi masalah, pada kondisi temperatur yang tinggi hingga 74℃ dan pada bulai mei hingga september menjadi mesin dengan konsumsi jumlah oli terbanyak, yaitu sebesar 374 Liter atau rata-rata konsumsi oli hidrolik perbulan adalah 74.8 liter dengan kondisi HPU belum dimodifikasi atau masih menggunakan 1 pompa hidrolik (Gambar 7).



Gambar 8. Kalkulasi Biaya Pengadaan Oli Hidrolik

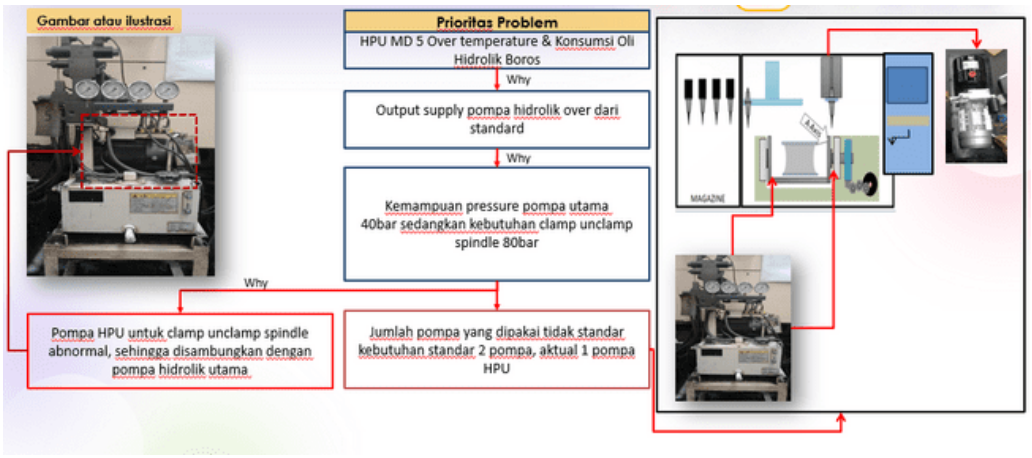
Selain masalah HPU pada mesin CNC *milling* diatas, biaya oli hidrolik untuk seluruh mesin yang digunakan di plant pun jauh diatas standar, pada bulan Mei-September konsumsi oli untuk seluruh mesin hidrolik di plant ini mencapai 7403 liter (5 bulan) dan menghabiskan biaya sebesar Rp 226.872.338 atau Rp 45.374.467/bulan. Sementara idealnya konsumsi oli hanya 1088 liter/ bulan atau 5440 liter (5 bulan) jika dirupiahkan maka diperlukan biaya Rp. 166.714.240 (5 Bulan) atau Rp 33.342.848 per bulan. Sehingga ditetapkan target konsumsi oli hidrolik di plant, yakni 1300 liter per bulan (Rp 39.839.800). hal tersebut disajikan pada Gambar 8.

Hasil identifikasi dengan metode *pareto*, diperoleh bahwa benar permasalahan sistem hidrolik memiliki nilai yang tertinggi dibandingkan dengan permasalahan yang terjadi pada setiap mesin produksi, sehingga perbaikan HPU ditetapkan menjadi prioritas.

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

2.2. Modifikasi HPU pada Mesin CNC *Milling*

Modifikasi yang diterapkan menyesuaikan kebutuhan dalam rangka menambah nilai fungsi alat untuk menyelesaikan permasalahan, menyusun konsepsi modifikasi unit pompa tambahan berikut instalasinya [14]. Konsepsi di interpretasikan dalam gambar skema rangkaian instalasi sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Konsep Rangkaian Instalasi Modifikasi HPU

Instalasi hidrolik yang akan diterapkan, tidak akan disambungkan ke pompa hidrolik utama, namun dilakukan pengadaan pompa baru sehingga instalasi hidrolik untuk *Spindle* terpasang secara terpisah dengan pompa hidrolik utama.

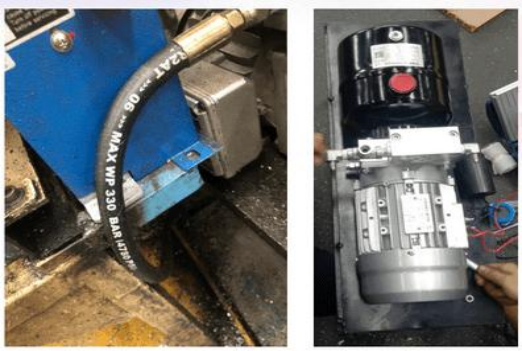
2.3. Pengadaan Komponen

Hasil konsepsi rancangan yang telah disusun pada skema rangkaian instalasi selanjutnya dilakukan pengadaan, pengadaan unit pompa beserta instalasinya diadakan untuk dapat di pasang. Pengadaan dilakukan dengan proses pengadaan berdasarkan usulan berjenjang sesuai hasil identifikasi dan konsepsi rancangan yang telah dilakukan Tabel 2.

Tabel 2. Perencanaan Pengadaan Komponen

No	Root Cause	Solusi	Dampak Terhadap Lingkungan	Biaya	Waktu
1	Pompa HPU untuk *clamp unclamp spindle abnormal*, sehingga disambungkan dengan pompa hidrolik utama	Normalisasi pompa HPU *spindle* dengan penambahan pompa dan instalasinya	Low	12.630.000	1 bulan

Pompa HPU untuk *spindle* mempunyai kapasitas maksimal 130bar, sehingga dapat menyesuaikan dengan standar untuk *Clamp/Unclamp Spindle*, yaitu 80bar. Pompa ini terdapat tangki hidrolik, sehingga tidak perlu disampungkan pada tangki hidrolik utama Gambar 10.



Gambar 10. Pengadaan Pompa HPU Untuk *Spindle* dan Komponen Pendukung

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

2.4. Proses Instalasi

Proses instalasi merupakan kegiatan merangkai unit pompa dan komponen instalasi pendukung sistem penyediaan tenaga HPU Gambar 11. Proses instalasi mengacu pedoman pemasangan yang tersedia pada buku manual instalasi unit. Proses instalasi dilakukan secara cermat, dilakukan pengecekan masing-masing titik sambungan dan dipastikan kembali sambungan tersambung dengan baik [15].



Gambar 11. Proses Pemasangan

2.5. Pengujian Kinerja

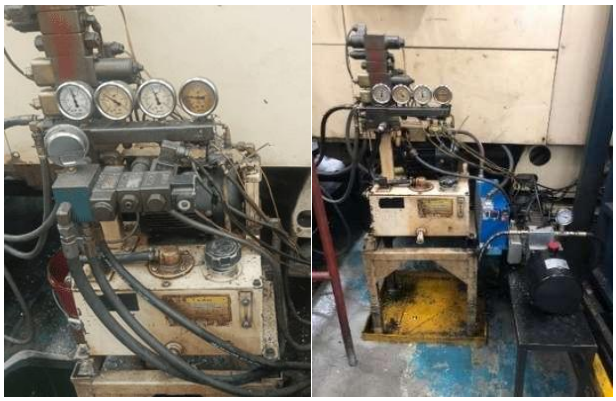
Pengujian kinerja dilakukan setelah unit modifikasi terinstal, capaian pengujian ditekankan kepada fungsi unit pompa hidrolik mampu memberi tekanan kerja sistem 80 bar pada kebutuhan kerja *clamp*/un*clamp* pada *spindle* mesin CNC *milling*. Pengujian mesin dilakukan hingga bulan November.

2.6. Evaluasi Kinerja

Evaluasi kinerja dilakukan dengan monitoring secara berkala setelah dilakukannya modifikasi dan instalasi penambahan unit pompa hidrolik terhadap hasil operasional kinerja mesin hingga bulan November.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisa *pareto*, kerusakan pada sistem hidrolik terutama unit HPU pada mesin CNC *milling* (kode mesin MD 5) ditetapkan sebagai prioritas untuk segera dilakukan perbaikan. Instalasi hidrolik menambah 1 (satu) unit pompa HPU lengkap bersama instalasi pendukung lainnya, instalasi hidrolik untuk *Spindle* terpisah dipasang Gambar 12.



Gambar 12. Instalasi HPU Sebelum dan Sesudah Pemasangan

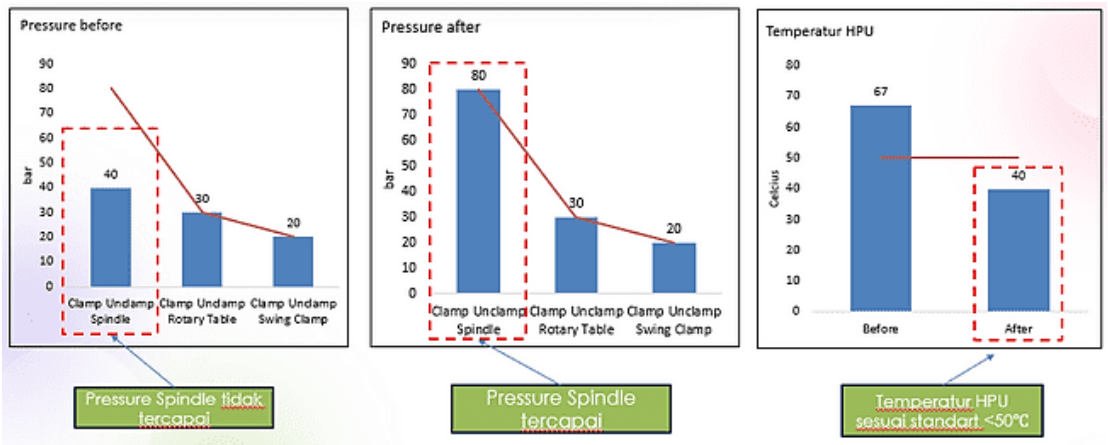
ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

Capaian pengujian ditekankan kepada fungsi unit pompa hidrolik mampu memberi tekanan kerja sistem 80 bar untuk memenuhi kebutuhan kerja *clamp/unclamp* pada *spindle* mesin CNC *milling*. Pengujian dan evaluasi mesin dilakukan hingga bulan November.



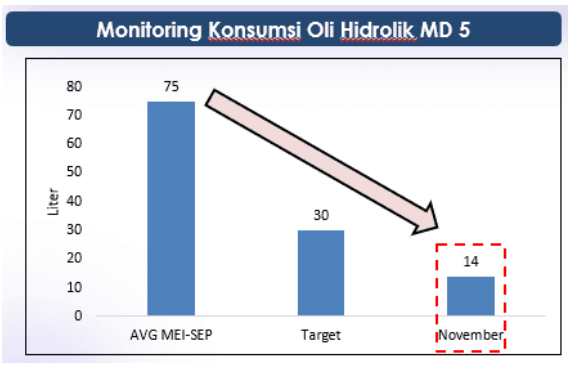
Gambar 13. Temperatur HPU Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Tekanan *clamp/unclamp* pada *spindle* telah mencapai standard, yaitu 80bar (sebelumnya 20-30 bar) setelah dilakukan instalasi pompa baru, kondisi temperatur terukur normal yakni sebesar 39.3°C. Perbedaan nilai pressure dan temperatur sebelum dan setelah perbaikan disajikan pada Gambar 13 dan 14.



Gambar 14. Sebelum dan Setelah Pemasangan

Kemudian juga dilakukan monitoring konsumsi oli hidrolik pada MD5, hasilnya disajikan pada Gambar 15.



Gambar 15. Monitoring Oli Hidrolik MD5

Konsumsi oli hidrolik pada MD5 pada bulan Mei-September (sebelum perbaikan) rata-rata mencapai 75 Liter (pembulatan dari 74.8), data disajikan pada tabel 3. Kemudian ditetapkan

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

target setelah dilakukan modifikasi konsumsi oli diharapkan berkurang hingga rata-rata 30 Liter per bulan.

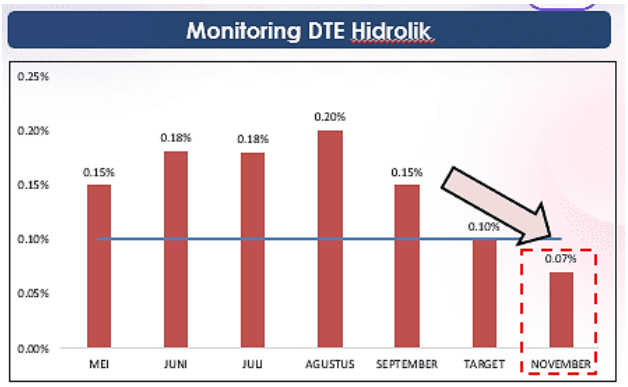
Tabel 3. Konsumsi Oli Hidorlik Periode Mei sampai dengan September

Bulan	Tanggal																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total
Mei	1,5	4	0	0	5,5	1,5	6	2	3,5	0	2	6	5,5	2	6,5	3,5	1	1,5	5	2,5	1	5,5	1	0	2	2,5	3,5	0	0	0	0	75
Juni	1,5	4,5	0	0	6	1	6	2	3	0	2	6	6	2	6,5	4,5	1	2	3,5	2,5	1	5,5	1	0	2	3	3,5	0	0	0	0	76
Juli	1,5	4,5	0	0	5,5	1,5	5	1,5	3,5	0	2	6	5,5	2	7	3,5	1	2	4,5	2,5	1	5,5	1	0	2	3	4	0	0	0	0	75,5
Agustus	1,5	4,5	0	0	5,5	1,5	6	1,5	2,5	0	2	5,5	5,5	2	7	4,5	1	2	4	3	1	6	1	0	2	3	3	0	0	0	0	75,5
September	1,5	4	0	0	5	1,5	6	1,5	2,5	0	2	5,5	4,5	2	6,5	4	1	1,5	4	2,5	1	6	1	0	2	2,5	4	0	0	0	0	72
	Total																															374
	Rata-rata																															74,8

Tabel 4. Konsumsi Oli Hidorlik pada Bulan November

Bulan	Tanggal																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	total
November	0,5	0,5	0	0	0,7	0,6	0,7	0,5	0,6	0	0,7	0,5	0,7	0,5	0,7	0,6	0,6	0,5	0,7	0,5	0,5	0,7	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0	0	0	0	14

Tabel 4 menunjukkan data konsumsi oli pada bulan novenber, yakni setelah dilakukan modifikasi dan instalasi ulang HPU konsumsi oli hidrolik mampu direduksi hingga 14 Liter, hasil tersebut telah mencapai dan melebihi target yang telah ditetapkan (rata-rata konsumsi oli 30 liter per bulan). Kemudian dilakukan monitoring DTE hidrolik pada unit MD 5 untuk memantau dan menganalisa waktu henti peralatan produksi guna mengetahui kinerja dan keandalan mesin yang menggunakan oli hidrolik, dengan hasil seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 16.



Gambar 16. Monitoring DTE Hidrolik

Pada bulan November setelah dilakukan modifikasi dan instalasi HPU, DTE hidrolik mengalami penurunan dari sebelumnya 0.18% (rata rata pada bulan Mei-September) turun menjadi 0.07% pada bulan November. Hal ini juga tentunya sangat baik, karena target penurunan DTE adalah 0.10%. Sehingga upaya modifikasi yang telah dilakukan berhasil.

4. KESIMPULAN

Modifikasi dan instalasi Pompa HPU serta menganalisis respon hasil modifikasi dan instalasi telah dilaksanakan, yakni dengan menambah 1 (satu) unit pompa dan instalasi pendukung untuk kebutuhan *Clamp/Unclamp* untuk *Spindle* dipasang secara terpisah sehingga mampu menurunkan temperatur HPU yang awalnya terukur 67.6°C (*overheat*) menjadi 39.3°C (normal) dan dapat memenuhi kebutuhan tekanan kerja sistem sebesar 80 bar diamana sebelum perbaikan tekanan kerjas sistem hanya 40 bar. Selain itu konsumsi oli hidrolik yang awalnya rata-rata 75 liter per bulan (periode mei-september) setelah HPU diperbaiki berkurang menjadi 14 Liter per bulan. Nilai *Down Time Equipment* (DTE) hidrolik juga mengalami penurunan dimana pada periode mei-september nilainya 0,18% setelah perbaikan turun menjadi 0.07% (periode November). Capaian-capaian tersebut menunjukkan bahwa perbaikan unit HPU pada mesin CNC *Milling* berhasil dengan baik.

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung kepada PT. Pakoakuina telah memberikan kesempatan mahasiswa kami melakukan Studi Kasus dan Magang pada Program Magang MBKM 2024.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. R. Hidayat, "Analisa Waktu Optimasi Perawatan Mesin CNC *Milling* dengan Pendekatan Value Stream Mapping Serta Perbaikan dengan Failur Mode and Effect Analysis pada Mesin CNC *Milling*," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 18, no. 3, p. 345, Dec. 2023, doi: 10.32497/jrm.v18i3.4099.

[2] M. A. Putra, I. Ismail, A. A. Sani, and R. Dwi, "Pengaruh Feed Ratedan Deep of Cutproses Permesin Cnc Router Terhadap Kekasaran Permukaan Akrilik," vol. 3, no. 3, pp. 87–92, 2022, [Online]. Available: http://doi.org/10.5281/zenodo.7246794.

[3] M. Císar, I. Kuric, N. Čuboňová, and M. Kandera, "Design of the *clamp*ing system for the CNC machine tool," *MATEC Web Conf.*, vol. 137, pp. 1–6, 2017, doi: 10.1051/matecconf/201713701003.

[4] J. Peterka *et al.*, "Selected Aspects of Precision Machining on CNC Machine Tools," *Machines*, vol. 11, no. 10, 2023, doi: 10.3390/machines11100946.

[5] C. Costa, F. J. G. Silva, R. M. Gouveia, and R. P. Martinho, "Development of hydraulic *clamp*ing tools for the machining of complex shape mechanical components," *Procedia Manuf.*, vol. 17, pp. 563–570, 2018, doi: 10.1016/j.promfg.2018.10.097.

[6] P. Fic, A. Czornik, and P. Rosikowski, "Anomaly Detection for Hydraulic Power Units—A Case Study," *Futur. Internet*, vol. 15, no. 6, p. 206, Jun. 2023, doi: 10.3390/fi15060206.

[7] H. Liu, X. Zhang, L. Quan, and H. Zhang, "Research on energy consumption of injection molding machine driven by five different types of electro-hydraulic power units," *J. Clean. Prod.*, vol. 242, 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118355.

[8] A. Prasetyo, S. Mulyono, and A. M. Muhamad, "Modifikasi Sistem *Clamp*ing dan Injection pada Prototipe Injection molding Double Barrel dengan Sistem Hidrolik," *J. Mek. Terap.*, vol. 05, no. 03, pp. 134–143, 2024, doi: 10.32722/jmt.v5i3.7079.

[9] S. Ramesh, S. D. Ashok, and S. Nagaraj, "An Energy Conservation Strategy Using Variable Frequency Drive for a Hydraulic *Clamp*ing System in a CNC Machine," *Mater. Today Proc.*, vol. 5, no. 5, pp. 13504–13513, 2018, doi: 10.1016/j.matpr.2018.02.346.

[10] M. Kandera, M. Císar, and I. Kuric, "Modification of *clamp*ing system designated for automatic workpiece exchange," *Manuf. Technol.*, vol. 19, no. 3, pp. 414–418, 2019, doi: 10.21062/ujep/306.2019/a/1213-2489/mt/19/3/414.

[11] S. S. Kusumawardani *et al.*, "Buku Panduan Merdeka Belajar Kampus Merdeka," *Direktorat Jenderal Pendidik. Tinggi, Riset, dan Teknol.*, p. 98, 2024, [Online]. Available: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://lldikti3.kemdikbud.go.id/wp-content/uploads/2024/07/Panduan-MBKM-2024.pdf&ved=2ahUKEwj76tbO7qeQAxVizDgGHbJbAUgQFnoECBkQAQ&usg=AOvVaw1YdiF2tdgiNRM_ojNxCSps.

[12] A. Adlianda, "Analisis Pengaruh Sand Content Terhadap Kenaikan Tekanan Hidrolik Pada Pompa Hpu," 2019. [Online]. Available: https://repository.uir.ac.id/5769/.

[13] L. Okanminiwei and S. A. Oke, "Optimization of Maintenance Downtime for Handling equipment in a Container Terminal using Taguchi Scheme, Taguchi-*Pareto* Method and Taguchi-ABC Method," *IJIEM - Indones. J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 1, no. 2, p. 69, 2020, doi: 10.22441/ijiem.v1i2.9912.

[14] O. M. Parahna, M. A. Wahid, and S. Bellia, "Pengembangan Alat Peraga Sistem Pompa Hidrolik Sederhana Pada Materi Fluida Statis Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik," *J. Phi J. Pendidik. Fis. dan Fis. Terap.*, vol. 3, no. 4, p. 7, 2022, [Online]. Available: https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/jurnalphi/article/view/15741.

[15] M. H. Hari, Imamatu Ummah, and Humaidillah Kurniadi Wardana, "Sistem Hidrolik Pada Mesin Injection Moulding Di Pt. Preshion Engineering Plastec Surabaya," *Elconika J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 23–31, 2023, doi: 10.33752/elconika.v1i2.3859.