

## Pengaturan Kecepatan *Spindle* Mesin Bubut Retrofit Menggunakan VSD (*Variable Speed Drive*)

<sup>1)\*</sup>Andhi Akhmad Ismail, <sup>2)</sup>I. Aris Hendaryanto

<sup>(1,2)</sup>Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada,  
Jl. Yacaranda Sekip Unit IV, Yogyakarta, Indonesia

\*Email: andhi\_akhmad@ugm.ac.id

Diterima: 08.11.2023, Disetujui: 26.05.2024, Diterbitkan: 28.05.2024

### ABSTRACT

*Retrofitted lathe machines are usually not equipped with a gear box to control spindle rotation, so they will experience difficulties if varied spindle shaft rotation is desired. The commonly used way to adjust the rotation of the spindle shaft so that it can vary is by adjusting the rotation of the spindle drive induction motor using a Variable Speed Drive (VSD). The research started by removing the old single phase induction motor and replacing it with a three phase induction motor, then creating a control circuit so that the VSD could work automatically with commands from the breakout board. The rotation adjustment is carried out using a potentiometer installed on the VSD. Spindle shaft rotation is detected using a pulse meter which gets a signal from an inductive proximity sensor and is installed on the spindle shaft. Experiments during the research showed that the spindle rotation could be adjusted using VSD properly, starting from a speed of 0 rpm to 2000 rpm. The spindle experiences a decrease in speed when subjected to a load, most likely due to slippage that occurs from the drive pulley which is rotated by the drive induction motor to the spindle pulley because it uses a belt transmission.*

**Keywords:** *induction motor, motor rotation setting, variable speed drive*

### ABSTRAK

Mesin bubut hasil retrofit biasanya sudah tidak dilengkapi dengan *gear box* sebagai pengatur putaran *spindle*, sehingga akan mengalami kesulitan jika diinginkan putaran poros *spindle* yang variatif. Cara yang umum digunakan untuk mengatur putaran poros *spindle* agar dapat bervariasi adalah dengan mengatur putaran motor induksi penggerak *spindle* menggunakan *Variable Speed Drive* (VSD). Penelitian dimulai dari melepaskan motor induksi satu fasa lama diganti dengan motor induksi tiga fasa, kemudian membuat rangkaian kontrol supaya VSD dapat bekerja secara otomatis dengan perintah dari *breakout board*. Pengaturan putaran dilakukan dengan menggunakan potensiometer yang dipasang pada VSD. Putaran poros *spindle* dideteksi menggunakan *pulse meter* yang mendapat sinyal dari *inductive proximity sensor* dan dipasang pada poros *spindle*. Percobaan selama penelitian menunjukkan bahwa putaran poros *spindle* dapat diatur menggunakan VSD dengan baik, dilakukan mulai dari kecepatan 0 rpm sampai 2000 rpm. *Spindle* mengalami penurunan kecepatan ketika dikenai beban, kemungkinan besar karena adanya slip yang terjadi dari puli penggerak yang diputar oleh motor induksi penggerak ke puli *spindle* karena menggunakan transmisi sabuk.

**Kata Kunci:** motor induksi, pengaturan putaran motor, *variable speed drive*

### I. Pendahuluan

Metode *retrofit* merupakan salah satu metode yang relatif mudah dalam upaya pengadaan mesin perkakas *CNC* berbiaya murah, khususnya untuk dipakai sebagai media pembelajaran (Koradiya et al., 2018). Metode *retrofit* dilakukan dengan cara memodifikasi konstruksi mekanik mesin dan menambahkan sistem kontrol *CNC* untuk mengontrol gerakan pahat dan fungsi mesin yang lain, sehingga dihasilkan sebuah mesin bubut *CNC* (Ade Iskandar & Muhammad, 2022). Tetapi walaupun metode *retrofit* ini berbiaya murah,

diharapkan mesin bubut *CNC* yang dihasilkan tetap memiliki kemampuan yang lebih tinggi dalam hal ketelitian, ketepatan, produktivitas serta kompleksitas pekerjaan yang dapat ditangani (Prapti Mahandari, 2014).

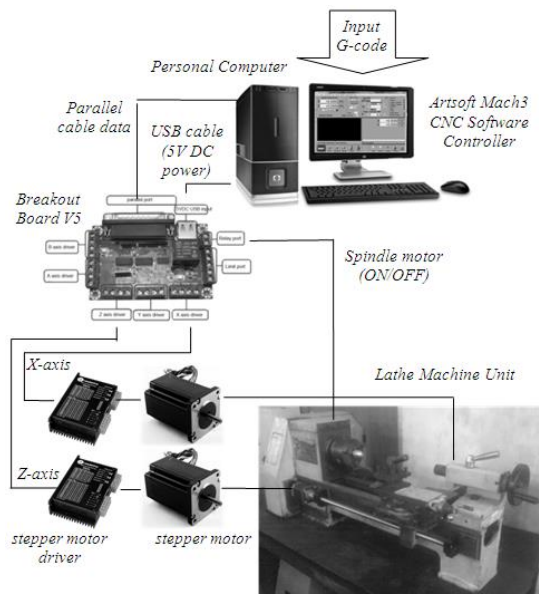
Salah satu faktor yang sulit dilakukan adalah pengontrolan kecepatan putar *spindle*, karena mesin bubut hasil *retrofit* yang sudah dibuat tidak dilengkapi lagi dengan *gear box* (Hendaryanto & Ismail, 2014), yang biasanya digunakan untuk mengatur kecepatan dan arah putaran *spindlenya* (Erdani et al., 2021). Dengan menggunakan VSD (*Variable Speed*

*Drive*) diharapkan pengontrolan kecepatan putar *spindle* dapat dilakukan dengan mengubah frekuensi listrik motor penggerak *spindle* mesin bubut hasil *retrofit* (Zulfikar et al., 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengatur kecepatan putar *spindle* mesin bubut hasil *retrofit* yang sudah tidak dilengkapi dengan *gear box*.

## II. Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada mesin bubut *Automatic Feed Bench Lathe BV20* yang ada di Laboratorium Teknologi Mekanik Program Diploma Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM yang sudah dilakukan proses *retrofit* pada penelitian sebelumnya seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin Bubut Hasil Retrofit

Dari Gambar 1. Dapat dilihat dapat dilihat bahwa mesin bubut sudah dilakukan proses retrofit berupa penambahan motor penggerak sumbu-x dan sumbu-z mesin. Sedangkan pada *spindle* belum dilakukan perubahan, masih menggunakan putaran langsung dari motor listrik. Hal ini menyebabkan putaran *spindle* tidak dapat diatur.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Motor induksi satu fasa sebelumnya yang terpasang pada mesin bubut retrofit diganti dengan motor induksi tiga fasa supaya dapat diatur kecepatannya menggunakan VSD. Motor pengganti yang digunakan adalah merek Toshiba 3 phase induction motor

dengan daya 0,75 kW (1 HP) dan jumlah pole 4.



Gambar 2. Toshiba 3 phase induction motor

2. VSD TOSVERT VF-nC3 merek Toshiba 3PH, 0,75 kW.



Gambar 3. VSD Toshiba VF-nC3

3. *Pulse meter* digunakan untuk mengukur kecepatan putar *spindle* mesin bubut yang akan diatur kecepatan putarnya oleh VSD. *Pulse meter* yang digunakan adalah *pulse meter* MP5W-4N produk Autonics.



Gambar 4. Autonics Pulse meter MP5W-4N

4. *Inductive Proximity Sensor* PRD12-8DN produk Autonics untuk mendapatkan sinyal pulsa.



Gambar 5. Autonics Inductive proximity sensor PRD12-8DN

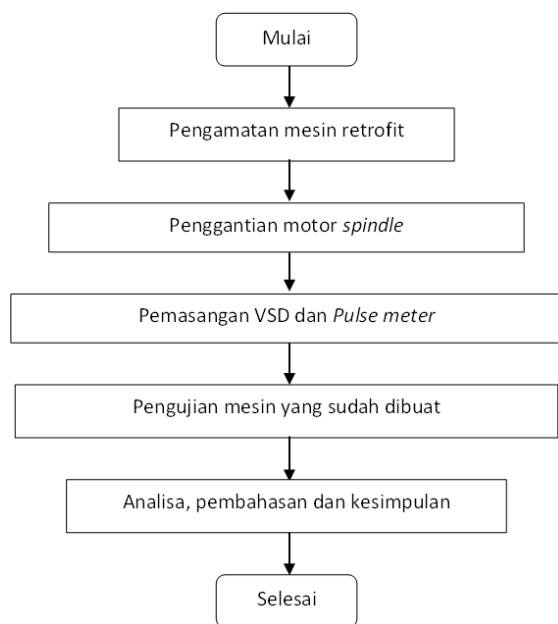
Alat yang digunakan dalam penelitian adalah berupa *digital tachometer* untuk membandingkan putaran yang tertera pada *pulse meter* dengan pengukuran menggunakan digital tachometer.



Gambar.6. Digital Tachometer

Metode Penelitian:

Pengaturan kecepatan *spindle* dilakukan dengan cara mengganti motor penggerak yang sebelumnya motor listrik satu fase diganti dengan motor listrik tiga fase. Hal ini dilakukan supaya kecepatan putar motor listrik tersebut dapat dikendalikan dengan VSD, dengan cara mengubah-ubah frekuensi listrik yang masuk ke motor. Perubahan frekuensi sinyal listrik dilakukan dengan cara memutar potensiometer yang terhubung dengan VSD. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 7.

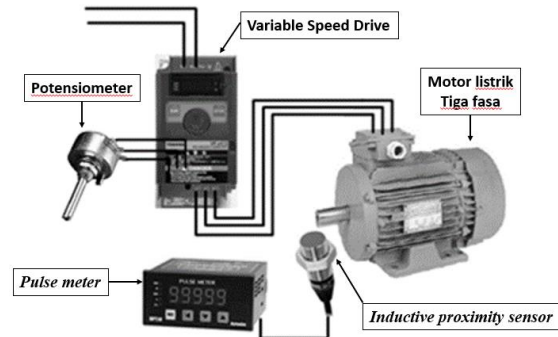


Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara pengamatan pada mesin retrofit yang sudah dibuat, dilanjutkan dengan penggantian motor listrik penggerak *spindle* yang dihubungkan dengan VSD dan dipasang *pulse meter* yang sudah dihubungkan dengan *proximity sensor* pada *spindle* untuk mengukur kecepatan putar motor. Pengaturan kecepatan motor dilakukan oleh VSD yang sudah diprogram supaya frekuensi listrik yang dihasilkan VSD dapat berubah-

ubah dengan cara memutar potensiometer yang dipasang pada VSD.

Rangkaian lengkap untuk yang menghubungkan antara VSD, motor listrik, dan *pulse meter* ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian Wiring Penelitian

VSD diberi masukan sinyal listrik 220 V dari sumber, keluaran dari VSD dimasukkan ke motor induksi tiga fase. Motor induksi tidak langsung digunakan untuk memutar *spindle* mesin bubut, tapi menggunakan mekanisme puli dan *belt*.

*Pulse meter* diberi masukan sinyal dari *inductive proximity sensor* untuk mendeteksi kecepatan putar *spindle* mesin bubut. Selain menggunakan *Pulse meter* sebagai pengukur kecepatan putar *spindle*, digunakan pula tachometer digital untuk membandingkan putaran *spindle* yang ditunjukkan oleh *Pulse meter* dan yang terukur pada tachometer. Potensiometer dipasang pada VSD, digunakan untuk mengubah-ubah nilai frekuensi sinyal listrik keluaran VSD.

### III. Hasil dan Pembahasan

Proses pengambilan data dilakukan sebanyak dua kali. Pengambilan data pertama adalah dengan mengubah nilai frekuensi kemudian mengukur kecepatan putar *spindle*.

Data kedua diperoleh dengan mengukur kecepatan putar *spindle* pada putaran-putaran tertentu, kemudian dicatat nilai frekuensi yang ditunjukkan pada VSD. Kedua data pengamatan ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut:

Tabel 1. Frekuensi vs Putaran spindle

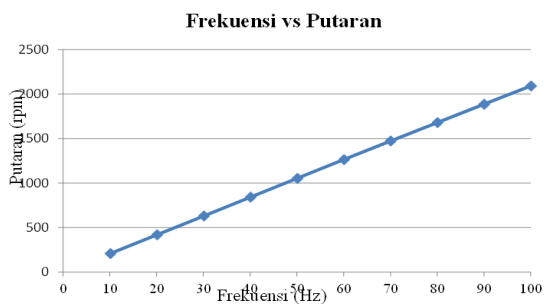
No.	Frekuensi (Hz)	Putaran (rpm)
1	10	207,5
2	20	418
3	30	629
4	40	841
5	50	1053

6	60	1264
7	70	1472
8	80	1679
9	90	1886
10	100	2091

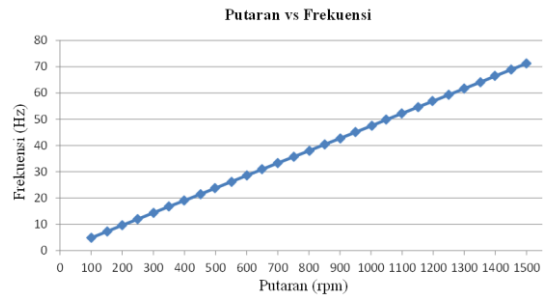
Tabel 2. Putaran spindle vs Frekuensi

No.	Putaran (rpm)	Frekuensi (Hz)
1	100,5	4,9
2	150,5	7,3
3	200	9,7
4	249,5	12
5	299,6	14,4
6	349,8	16,8
7	400	19,1
8	450,8	21,5
9	499,3	23,8
10	549,6	26,2
11	599,6	28,6
12	650,6	31
13	699	33,3
14	750,7	35,7
15	800	38
16	850	40,4
17	899,4	42,7
18	950,1	45,1
19	1001	47,5
20	1050	49,9
21	1099	52,2
22	1150	54,6
23	1199	56,9
24	1250	59,3
25	1300	61,7
26	1351	64,1
27	1400	66,5
28	1451	68,9
29	1499	71,2

Kedua data pengamatan ditunjukkan pada grafik berikut:



Gambar 9. Grafik Frekuensi vs Putaran



Gambar 10. Grafik Putaran vs Frekuensi

Tabel 1. menunjukkan frekuensi input motor vs putaran riil pada spindle. Jika frekuensi tersebut digunakan untuk menghitung putaran sinkron motor, didapatkan tabel hubungan antara frekuensi dan putaran sinkron (ns).

Tabel 3. Hubungan Frekuensi dan ns

No	Frekuensi (Hz)	ns (rpm)
1	10	300
2	20	600
3	30	900
4	40	1200
5	50	1500
6	60	1800
7	70	2100
8	80	2400
9	90	2700
10	100	3000

Dari Tabel 1. Frekuensi vs Putaran spindle dan Tabel 3. Hubungan Frekuensi dan ns, pada kolom putaran, terdapat perbedaan besarnya putaran pada tiap frekuensi listrik yang diberikan. Perbedaan ini terjadi karena adanya slip pada motor dan adanya perbandingan puli pada mesin bubut. Besarnya slip dapat dihitung dari persamaan:

$$N = \frac{120f_1}{P} (1 - s) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- N = kecepatan mekanis (rpm)
- f<sub>1</sub> = frekuensi dasar sinyal listrik (Hz)
- P = jumlah pole
- s = slip

Persen slip yang terjadi pada tiap putaran motor adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Slip dan perbandingan transmisi pada tiap putaran

No.	ns (rpm)	nr (rpm)	Slip (%)
1	300	207,5	30,83
2	600	418	30,33
3	900	629	30,11
4	1200	841	29,92
5	1500	1053	29,80
6	1800	1264	29,78
7	2100	1472	29,90
8	2400	1679	30,04
9	2700	1886	30,15
10	3000	2091	30,30

Data motor menunjukkan putaran poros motor pada 50 Hz adalah 1410 rpm, sedangkan jika dihitung putaran medan magnet pada stator adalah 1500 rpm, sehingga besarnya slip sebenarnya adalah 6%. Dari Tabel 4, dapat dihitung besarnya perbandingan transmisi dari motor ke *spindle*, yaitu sekitar 1:5.

Dari kedua grafik (Gambar 9 dan Gambar 10) dapat dilihat bahwa putaran *spindle* akan berubah jika frekuensi listrik diubah secara linier, tidak mengikuti persamaan putaran motor pada persamaan (1), karena masih menggunakan transmisi sabuk.

#### IV. Kesimpulan

Pengaturan kecepatan putar *spindle* mesin bubut *retrofit* dapat dilakukan dengan baik. Putaran yang ditunjukkan oleh *Pulse meter* dengan pengukuran menggunakan *tachometer* tidak menunjukkan perbedaan.

#### Daftar Pustaka

Ade Iskandar, M., & Muhammad. (2022). Retrofit Mesin Bubut Konvensional Menjadi Sistem Mesin CNC 2 Axis. *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 592–597.

de Almeida, A. T., Ferreira, F. J. T. E., & Both, D. (2005). Technical and economical considerations in the application of variable-speed drives with electric motor systems. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 41(1), 188–199. <https://doi.org/10.1109/TIA.2004.841022>

Dhayaneswaran, Y., & Ashok Kumar, L. (2014). A study on current characteristics of induction motor while operating at its base

frequency in textile industry. *Energy*, 74(C), 340–345.

<https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.06.092>

Erdani, Y., Abadi, S. C., & Hidayatulloh, F. J. (2021). Retrofitting a Conventional Lathe Machine Type BV20-1L to a Semi CNC Lathe Machine. *ISMEE 2021 - 2021 3rd International Symposium on Material and Electrical Engineering Conference: Enhancing Research Quality in the Field of Materials and Electrical Engineering for a Better Life*, 315–319. <https://doi.org/10.1109/ISMEE54273.2021.9774165>

Evalina, N. (2019). Penggunaan Inverter 3G3MX2 Untuk Merubah Kecepatan Putar Motor Induksi 3 Phasa. In *Journal of Electrical Technology* (Vol. 4, Issue 2).

Hendaryanto, I. A., & Ismail, A. A. (2014). Retrofit Mesin Bubut di Laboratorium Teknologi Mekanik Diploma Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada. *SNTT*.

Koradiya, Perry. S., Kania, Aman. H., Vankhede, Hemanshu. S., Patel, Parth. A., & Desai, Chinmay. K. (2018). Conversion of a Conventional Bench Lathe to CNC Machine. *International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR)*, 8(12), 19–23.

Nasution, E. S., & Hasibuan, A. (2018). Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Phasa Dengan Merubah Frekuensi Menggunakan Inverter ALTIVAR 12P. *Jurnal Sistem Informasi*, 2, 25–34.

Prapti Mahandari, C. (2014). Retrofit Mesin Bubut Konvensional Menggunakan Kendali CNC GSK 928 TE II. *Universitas Gunadarma-Depok*, 8.

Saidur, R., Mekhilef, S., Ali, M. B., Safari, A., & Mohammed, H. A. (2012). Applications of variable speed drive (VSD) in electrical motors energy savings. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 16, Issue 1, pp. 543–550). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.08.020>

Sugiyantoro, B., Haryono, T., & Farqadain, Y. (2012). Perancangan Dan Pengujian Motor Induksi Tiga Fase Multi-Kutub. In *44 JNTETI* (Vol. 1, Issue 1).

Zulfikar, Evalina, N., & A, A. (2019). Analisis Perubahan Kecepatan Motor Induksi 3 Phasa Dengan Menggunakan Inverter 3G3MX2. *Journal of Electrical Technology*, *4*(2), 93–96.