

PERANCANGAN ALAT PENGAMBIL SAMPEL BIJIH NIKEL BERPENGGERAK MOTOR HIDROLIK

*Fauzaan Alfian Furqontaka¹, Susilo Adi Widyanto², Paryanto²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: fauzaanalfan123@gmail.com

Abstrak

Dalam kegiatan penambangan bijih nikel dilakukan proses pengambilan sampel (*sampling*). Proses pengambilan sampel adalah kegiatan pengambilan suatu material di lokasi tambang yang bertujuan untuk mengetahui kadar atau kualitas material nikel yang telah ditambang secara keseluruhan. Pengambilan sampel yang dilakukan saat ini rata-rata menggunakan sekop JIS (*Japanese Industrial Standard*) secara manual. Pada proses pengambilan sampel bijih nikel secara manual akan menghasilkan sampel yang tidak representatif. Tugas akhir ini bertujuan untuk mendesain alat pengambil sampel bijih nikel secara otomatis yang dapat menghasilkan sampel representatif. Proses perancangan alat pengambil sampel bijih nikel meliputi studi literatur dan pengumpulan data, perancangan desain, serta penentuan komponen-komponen penyusun alat pengambil sampel bijih nikel dengan bantuan *software* Solidworks. Perancangan desain yang dilakukan menghasilkan spesifikasi alat pengambil sampel bijih nikel dengan daya angkut sampel (*m*): ± 20 kg, kecepatan pengambilan sampel (*f*): 1 meter/menit, tinggi alat (*p*): 1422 mm, lebar alat (*l*): 225 mm, dan estimasi berat alat 85 kg. Komponen alat pengambil sampel bijih nikel berupa poros *screw*, tabung *screw*, *flange*, serta *bracket* motor hidrolik dengan material AISI 1045. Komponen pendukung berupa 2 buah *tapper roller bearing* tipe 30208 dan sebuah *bearing support* tipe 6005 dengan sumber penggerak alat berupa motor hidrolik bertenaga 0,1 kW dan bertorsi 7,9 Nm.

Kata kunci: jis; nikel; *sampling*; *screw*; solidworks

Abstract

*In nickel ore mining activities, a sampling process is carried out. The sampling process is the activity of taking a material at the mine site which aims to determine the level or quality of nickel material that has been mined as a whole. The sampling carried out currently is on average using a JIS (Japanese Industrial Standard) shovel manually. In the process of sampling nickel ore manually, it will produce a non-representative sample. This final project aims to design an automatic nickel ore sampling device that can produce representative samples. The process of designing a nickel ore sampling device includes literature study and data collection, design design, and determination of the components that make up the nickel ore sampling device with the help of Solidworks software. The design design carried out resulted in specifications for nickel ore sampling equipment with sample carrying capacity (*m*): ± 20 kg, sampling speed (*f*): 1 meter/min, tool height (*p*): 1422 mm, tool width (*l*): 225 mm, and estimated equipment weight of 85 kg. Components of the nickel ore sampling tool are in the form of screw shafts, screw tubes, flanges, and hydraulic motor brackets with AISI 1045 material. The supporting components are 2 taper roller bearings type 30208 and a type 6005 support bearing with a tool drive source in the form of a hydraulic motor with a power of 0.1 kW and a torque of 7.9 Nm.*

Keywords: jis; nickel; *sampling*; *screw*; solidworks

1. Pendahuluan

Bijih nikel merupakan salah satu bahan tambang yang penting di dunia. Nikel memiliki manfaat yang sangat besar bagi kehidupan sehari-hari, seperti pembuatan logam anti karat, campuran dalam pembuatan *stainless steel*, baterai *nickel-metal hybride*, dan berbagai jenis barang lainnya [1]. Pada proses penambangan bijih nikel, kegiatan pengambilan sampel sangat sering dilakukan. Sampel bijih nikel diambil untuk mengetahui kadar kandungan nikel dari setiap material yang telah di tambang. Adapun penentuan kadar produksi bijih nikel dilakukan melalui dua tahap, yaitu tahap pertama penentuan kadar produksi ETO (*Eksport Transite Ore*), hal ini dilakukan sebagai koreksi dari hasil penentuan kadar eksplorasi. Tahap yang kedua adalah penentuan kadar hasil produksi EFO (*Eksport Final Ore*), hal ini dilakukan dengan

tujuan untuk mengetahui kadar rata-rata harian pada *stockpile* sebelum bijih nikel dikirim ke pabrik pengolahan atau diekspor [2]. Proses *sampling* pada industri pertambangan nikel sangat menentukan kualitas dari bijih nikel yang akan dipasarkan sesuai permintaan pasar, sehingga proses *sampling* ini menentukan kadar bijih nikel yang akan dipasarkan oleh pihak buyer untuk diolah dipabrik nikel lebih lanjut

Cara pengambilan sampel nikel didasarkan pada JIS M-8109-1996 yang berisi tentang metode *sampling* dan metode penentuan kadar air dari bijih nikel garnierit [3]. Pengambilan sampel bijih nikel masih dilakukan secara manual dengan menggunakan sekop 125D. Cara konvensional seperti ini akan menghasilkan sampel yang tidak representatif. Hal ini dapat mengakibatkan kesalahan analisis kimia saat pengujian nilai kandungan nikel [4]. Untuk mengatasi masalah tersebut maka diperlukan alat pengambil sampel bijih nikel otomatis berpengerak motor hidrolik yang dapat menghasilkan sampel representatif.

2. Bahan dan Metode Penelitian

2.1 Karakteristik Bijih Nikel Laterit

Bijih nikel yang telah ditambang memiliki properti keteknikan yang berbeda sesuai dengan jenis dan zona laterit. Pada daerah Tobimeita-Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, karakteristik endapan nikel laterit menurut penelitian [5] di berbagai zona lapisan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Properti Keteknikan Endapan Nikel laterit

Zona	Kandungan Ni (%)	Properti Keteknikan
Red Limonite	0,75 - 1,15	Tanah lanau inorganik berpasir plastisitas tinggi, berat isi 15,98 kN/m ³ . Kekuatan geser kohesi: 40,2kPa dengan sudut geser dalam 24,7°.
Yellow Limonite	1,15 - 1,33	Tanah lanau inorganik berpasir plastisitas tinggi, berat isi 13,53 kN/m ³ . Kekuatan geser kohesi: 43,15kPa dengan sudut geser dalam 26,56°.
Saprolite	0,86 – 1,33	Tanah berpasir sortasi baik dengan lanau inorganik plastisitas sedang, berat isi 17,85 kN/m ³ . Kekuatan geser kohesi: 58,84kPa dengan sudut geser dalam 36,87°.
Bedrock	0,78 – 0,86	Peridotit terserpentinisasi dengan nilai kuat tekan (UCS) 13,85-49,45 MPa. Berat isi 32,67 kN/m ³ . Kekuatan geser kohesi: 281,3kPa dan sudut geser dalam 45,3°.

2.2 Pengambilan Sampel Bijih Nikel

Proses pengambilan sampel nikel mengacu pada dokumen JIS-M 8109 (*Japan Industrial Standart*) [6]. Berdasarkan JIS (*Japanese Industrial Standart*) terdapat 2 cara pengambilan sampel nikel yaitu:

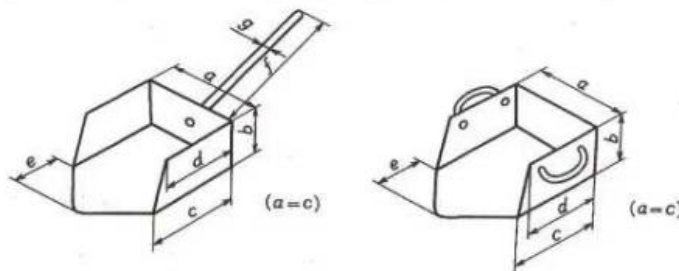
a. Two Stage Sampling

Two stage sampling adalah pengambilan sampel melalui dua tahap secara sistematis yaitu pada tahap pertama dilakukan pengambilan sampel pada dua titik yang berhadapan sebanyak 10 kg pada masing-masing sisi. Sedangkan pada tahap kedua dilakukan penggabungan sampel keseluruhan pada suatu tempat yang sama.

b. Devision Method of Increment

Devision method of increament adalah pengambilan sampel yang dibagi dalam beberapa divisi yang dilakukan untuk pekerjaan preparasi sampel. Jumlah sampel bijih nikel yang di ambil tergantung pada tipe endapan dan tingkat pengembangannya, apakah suatu *prospecting* atau suatu eksplorasi detail, sebagian atau seluruh *development mine*.

Dalam dokumen JIS-M 8109-1996 alat yang digunakan untuk mengambil sampel yaitu sekop standar JIS (*Japan Industrial Standart*) yang ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Sekop Sampel JIS

Kegiatan pengambilan sampel yang sering dilakukan yaitu pengambilan sampel cek dan pengambilan sampel produksi. Sampel produksi adalah sampel yang diambil dari hasil penambangan *selective mining* dan telah mengalami

mixing dengan sempurna. Pengambilan sampel produksi dilakukan oleh *crew* di atas *sampler house* yang telah disediakan. Sampel diambil dari dalam *vessel dump truck* pada beberapa titik secara proporsional seperti pada Gambar 2 berikut [7].



Gambar 2. Pengambilan Sampel Produksi di atas *Sampler House*

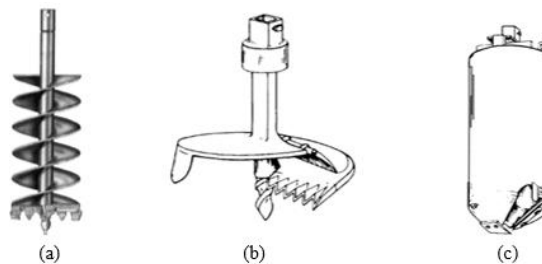
2.3 Kesalahan Dalam Pengambilan Sampel Bijih Nikel

Beberapa kesalahan yang dapat terjadi dalam proses pengambilan sampel bijih nikel diantaranya [4]:

- Salting* yaitu peningkatan kadar pada sampel yang diambil sebagai akibat masuknya material lain dengan kadar tinggi.
- Dilution*, yaitu pengurangan kadar bijih nikel akibat masuknya *waste* kedalam *ore* sampel.
- Erratic high assay*, yaitu kesalahan akibat kekeliruan dalam penentuan posisi (lokasi) *sampling* karena tidak memperhatikan kondisi geologi.
- Kesalahan dalam analisis kimia, akibat sampel yang diambil kurang representatif.

2.4 Jenis Alat Pengambil Sampel Tanah

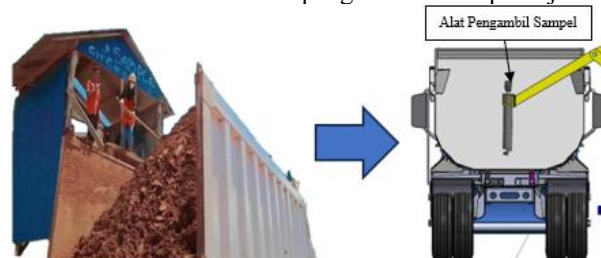
Pengambilan sampel tanah dangkal dapat dilakukan dengan menggunakan metode *auger borings*. Pengeboran metode *auger* merupakan metode pengambilan sampel tanah yang paling sederhana. Menurut dokumen ASTM D1452-*Machine-operated augers* menjadi 3 jenis yaitu *Helical Auger*, *Disk Auger*, dan *Bucket Auger* yang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut [8].



Gambar 3. (a) *Helical Auger*, (b) *Disk Auger*, (c) *Bucket Auger*

2.5 Konsep Desain Alat Pengambil Sampel Bijih Nikel

Perancangan alat pengambil sampel bijih nikel berguna untuk mengambil sampel yang representatif. Pengambilan tidak lagi dilakukan secara manual, tetapi otomatis dengan menggunakan prinsip pengeboran tanah. Pengeboran dilakukan dengan mata bor berbentuk *helical screw* yang dapat mengebor sekaligus mengambil sampel di dalam *vessel dumptruck* ke arah vertikal. Perbedaan sistem pengambilan sampel bijih nikel terlihat pada Gambar 4.

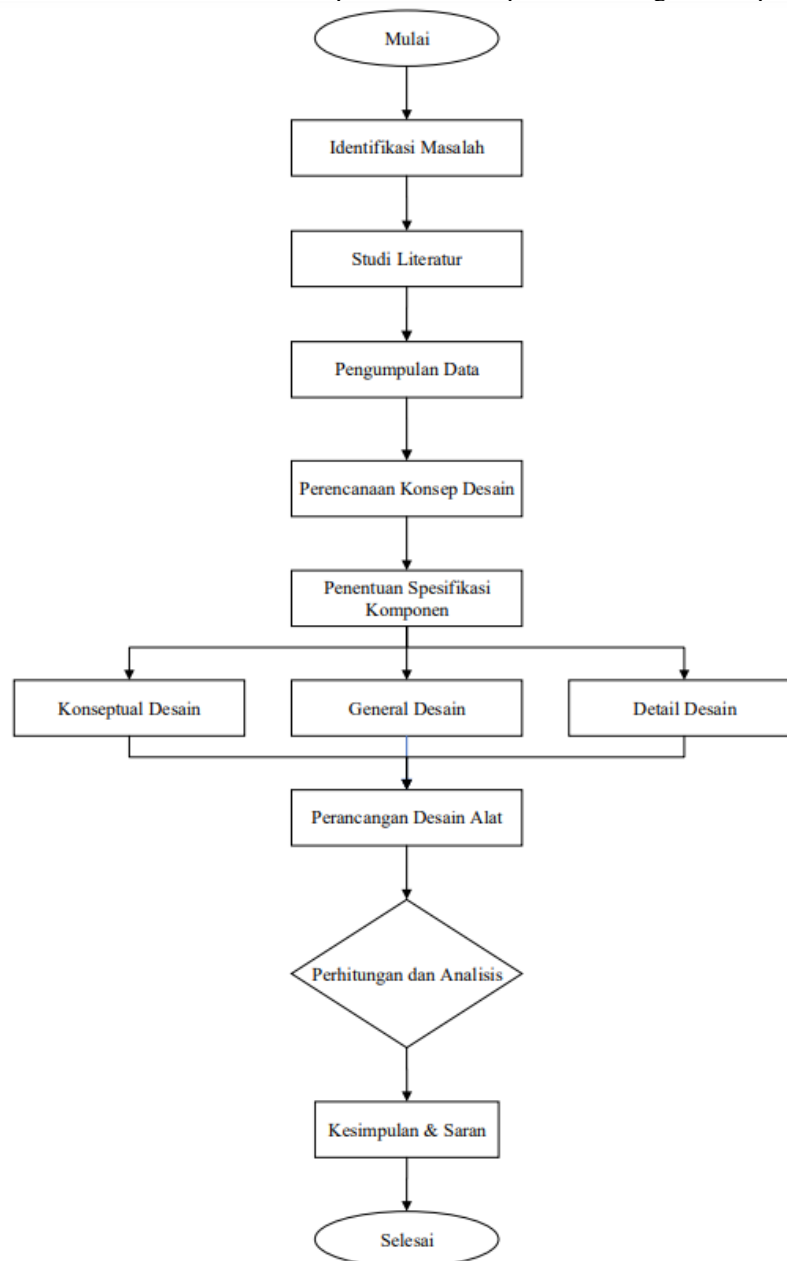


Gambar 4. Perbedaan sistem pengambilan sampel bijih nikel

Metode konvensional untuk mengambil sampel dilakukan dengan sekop tangan JIS hanya dapat megambil sampel di permukaan *vessel dumptruck* saja. Dengan desain alat otomatis seperti Gambar 4 maka pengambilan sampel dapat dilakukan hingga ke dalam *dumptruck*. Alat ini nantinya dapat dipasang pada lengan ekskavator ataupun lengan *crane* untuk menjalankan fungsinya. Perancangan kali ini hanya berfokus pada modul alat untuk mengambil sampel bijih nikel didalam *dumptruck* saja. Untuk fungsi naik turun modul dapat memanfaatkan produk lengan fleksibel yang sudah ada di pasaran.

2.6 Diagram Alir Penelitian

Untuk mempermudah dalam melaksanakan penelitian ini dapat dilihat diagram alir penelitian pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Spesifikasi Alat Pengambil Sampel Bijih Nikel

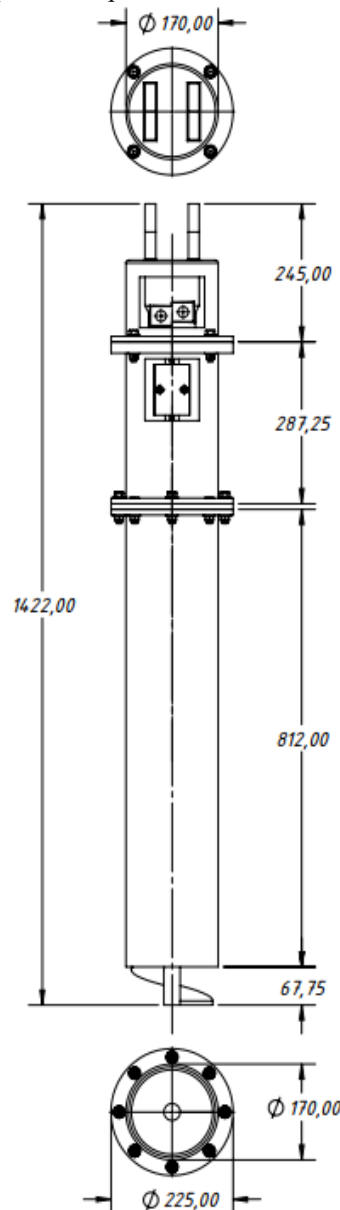
Pembuatan alat pengambil sampel bijih nikel ini berguna untuk mengambil sampel bijih nikel hasil penambangan *selective mining* yang berada di dalam *vessel dumptruck*. Spesifikasi dari alat pengambil sampel yang dirancang sesuai dengan Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi alat pengambil sampel bijih nikel

No.	Spesifikasi	Deskripsi
1	Estimasi berat alat	85 kg
2	Kapasitas	± 20 kg
3	Panjang alat	1442 mm
4	Lebar alat	225 mm

No.	Spesifikasi	Deskripsi
5	Penggerak mata bor	Motor hidrolik
6	Bentuk mata bor	<i>Helical screw</i>
7	Panjang <i>screw</i>	900 mm
8	Diameter <i>screw</i>	150 mm
9	Pitch <i>screw</i>	125 mm
10	Putaran <i>screw</i>	50-100 rpm

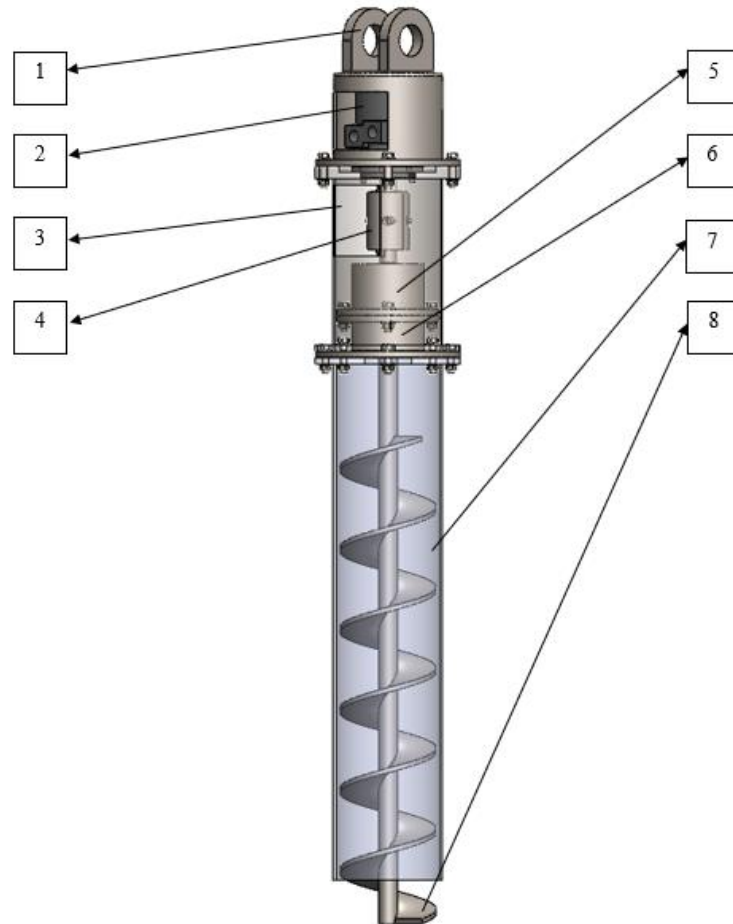
Drawing Desain menampilkan gagasan atau ide yang ditampilkan dalam bentuk gambar, baik dalam bentuk gambar teknik maupun gambar visual. Berdasarkan desain alat yang akan dibuat harus mampu untuk memenuhi kebutuhan dari ruang yang sudah ditentukan. Alat *sampler* ini memiliki dimensi berdiameter 225 mm dan tinggi sebesar 1422 mm dengan *drawing* keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Drawing* desain rancangan alat pengambil sampel bijih nikel

3.2 Detail Komponen

Setelah seluruh proses desain dari komponen selesai dilakukan, maka dilanjutkan proses *assembly* yang berguna untuk menggabungkan seluruh komponen yang ada. Hasil dari desain alat penambil sampel bijih nikel ditunjukkan pada Gambar 7 dan Tabel 3 menjelaskan komponen yang ada pada alat tersebut.



Gambar 7. Detail komponen alat pengambil sampel bijih nikel

Tabel 3. Detail komponen alat pengambil sampel bijih nikel

No.	Komponen	Deskripsi
1	Hook	Cantolan ke lengan ekskavator dan <i>cover</i> motor hidrolik
2	Motor Hidrolik	Memutar <i>screw auger</i>
3	Tabung Kopling	Tempat motor hidrolik dan <i>cover flange</i>
4	Kopling	Penghubung poros <i>screw</i> & poros motor hidrolik
5	Flange atas	Dudukan bearing bagian atas
6	Flange Bawah	Dudukan bearing bagian bawah
7	Tabung <i>Screw Auger</i>	Tempat <i>screw auger</i> dan menampung sampel nikel
8	<i>Screw auger</i>	Poros untuk mengambil sampel bijih nikel

3.3 Perhitungan Motor Hidrolik Pemutar Mata Bor

Motor hidrolik digunakan untuk memutar mata bor saat melakukan pengeboran dan pengambilan sampel bijih nikel. Motor hidrolik diharapkan mampu menghasilkan torsi minimum yang dibutuhkan pada proses pengambilan sampel bijih nikel.

a. Kuat Geser Tanah

Besar kuat geser tanah dapat dicari dengan persamaan Mohr Coulumb berikut:

$$\begin{aligned}\tau &= c + (y \times h) \tan \theta \dots\dots\dots(1) \\ \tau &= 58840 + (17850 \times 1) \tan 37^\circ \\ \tau &= 71,8 \times 10^3 \text{ N/m}^2\end{aligned}$$

b. Gaya Pengeboran

Gaya pengeboran yaitu akumulasi dari gaya potong dengan gaya gesek dengan persamaan berikut [9]:

$$F_t = \left(\tau \times \frac{d-d_1}{2} \times \frac{f}{2} \times \frac{\cos(\eta-\gamma_0)}{\sin\phi \cos(\phi+\eta-\gamma_0)} \right) + \left(k_f \times \frac{d-d_1}{2 \sin k_r} \right) \dots\dots\dots(2)$$

$$F_t = \left(71,8 \times 10^3 \times \frac{015 - 0,03}{2} \times \frac{0,02}{2} \times \frac{\cos(20 - 20)}{\sin 37 \cos (37 + 20 - 20)} \right) + \left(235,2 \times \frac{0,15 - 0,03}{2 \sin 90^\circ} \right)$$

$$F_t = 89,6 \text{ N} + 14,11 \text{ N} = 103,7 \text{ N} = 105 \text{ N}$$

$$F_t = 103,7 \text{ N} = 105 \text{ N}$$

c. Torsi Motor Hidrolik

Besar torsi yang dibutuhkan dapat dihitung dengan mengalikan besar gaya tangensial dengan panjang jari-jari dari mata bor sebagai berikut:

$$T = F_t \times r \dots\dots\dots(3)$$

$$T = 105 \times 0,075 = 7,9 \text{ Nm}$$

$$T = 7,9 \text{ Nm}$$

d. Daya Mekanik Motor Hidrolik

Daya mekanik yang dikeluarkan oleh motor hidrolik dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$P = T \times \frac{2\pi \times n}{60} \dots\dots\dots(4)$$

$$P = 7,9 \times \frac{2\pi \times 100}{60} = 82,6 \text{ W}$$

$$P = 82,6 \text{ W}$$

3.4 Perhitungan Poros

Alat pengambil sampel membutuhkan poros yang dapat menerima beban puntir dari motor hidrolik. Berdasarkan pertimbangan yang digunakan untuk poros, dapat digunakan persamaan sebagai berikut [10]:

a. Daya Rencana

Besar daya yang direncanakan dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$P_d = f_c \times P \dots\dots\dots(5)$$

$$P_d = 82,6 \text{ W} \times 2$$

$$P_d = 165,2 \text{ W}$$

b. Momen Puntir

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \left(\frac{P_d}{n_1} \right) \dots\dots\dots(6)$$

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \left(\frac{0,165 \text{ kW}}{100} \right)$$

$$T = 1607,1 \text{ kg. mm}$$

c. Tegangan Geser Izin

Tegangan geser yang diizinkan dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$\tau_a = \frac{\tau_b}{sf_1 sf_2} \dots\dots\dots(7)$$

$$\tau_a = \frac{58}{6 \times 2}$$

$$\tau_a = 4,83 \text{ kg/mm}^2$$

d. Diameter Poros

Sehingga diameter poros minimum dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$ds \geq \left[\frac{5,1}{\tau_a} \times K_t \times C_b \times T \right]^{1/3} \dots\dots\dots(8)$$

$$ds \geq \left[\frac{5,1}{4,83} \times 1,5 \times 2 \times 1607,1 \right]^{1/3}$$

$$ds \geq 17,23 \text{ mm}$$

4. Kesimpulan

- Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :
- Metode pengambilan sampel bijih nikel di dalam *vessel dumptruck* untuk mendapatkan sampel yang representatif yaitu menggunakan metode pengeboran tanah dengan alat bor berbentuk *helical screw* dengan *casing* yang dapat mengambil serta menampung sampel secara sekaligus hingga kedalaman tertentu.
 - Perancangan desain yang dilakukan menghasilkan spesifikasi alat pengambil sampel bijih nikel dengan daya angkut sampel (m): ± 20 kg, kecepatan pengambilan sampel (f): 1 meter/menit, tinggi alat (p): 1422 mm, lebar alat (l): 225 mm, dan estimasi berat alat 85 kg.
 - Komponen alat pengambil sampel bijih nikel berupa poros *screw*, tabung *screw*, *flange*, *bracket* motor hidrolik yang menggunakan material AISI 1045. Komponen untuk penghubung poros berupa kopling. Komponen pendukung berupa 2 buah *tapper roler bearing* tipe 30208 dan sebuah *bearing support* tipe 6005. Untuk komponen sumber penggerak berupa motor hidrolik bertenaga 0,1 kW dan bertorsi 7,9 Nm.

5. Daftar Pustaka

- [1] Razak, S. (2022). Analisis Perbandingan Nilai Kadar Ni-Fe Antara Blok Model Dengan Aktual Penambangan di PT Stargate Pasific Resourcees. *Jurnal Inovasi Pertambangan Dan Lingkungan*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.15408/jipl.v2i1.24468>.
- [2] Djainal, H., Djunaidi, M., & Arif, A. D. (2022). Evaluasi Teknis Perbedaan Kadar Ore Front Penambangan Dengan Pengapalan Di Cv. Akram Mekongga Raya Kabupaten Kolaka Utara Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Teknik*, 15(1), 96–105.
- [3] Solang, G. D., Rande, S. A., & Wardana, N. K. (2021). Kajian Proses Blending Pengapalan Bijih Nikel Di Site Moronopo Pt Antam Tbk Ubpn Provinsi Maluku Utara. *Mining Insight*, 02(02), 79–90.
- [4] Masuara, A. H. (2018). Evaluasi Kadar Produksi Nikel Laterit Di Pt. Antam Tbk. *Jurnal Dintek*, 11(Nomor 2), 33–45.
- [5] Masri, M., Mili, M. Z., Awaliah, W. R., Tugo, L. J., & Rifai, L. A. (2023). Mineralogi dan Properti Keteknikan Endapan Nikel Laterit Daerah Tobimeita-Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Sulawesi Tenggara. *Jurnal GEOSAPTA*, 9(2), 117. <https://doi.org/10.20527/jg.v9i2.14860>.
- [6] Sambari, V. E. G. (2021). Studi Perbandingan Kadar Ni dan Fe Berdasarkan Sampel Cek Pit dan Sampel Cek Stock Pile Mining Nikel pada PT. Bintangdelapan Mineral Sulawesi Tengah. *Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 4(1), 41–45. <https://doi.org/10.58487/akrabjuara.v6i1.1397>.
- [7] Asri, H. H., & Anaperta, Y. M. (2018). Metode Selective Mining untuk Antisipasi Penurunan Kadar Bijih Nikel dari Data Pemboran terhadap Realisasi Hasil Penambangan pada Blok Yudistira PT. *Jurnal Bina Tambang*, 3(4), 1771–1783.
- [8] ASTM. (2000). ASTM D 1452-80 Standard Practice for Soil Investigation and Sampling by Auger Borings. *Current*, 80(Reapproved), 1–2. <https://doi.org/10.1520/D1452-09.2>.
- [9] T. Rochim, *Teori & Teknologi Proses Pemesinan*. 1993
- [10] Sularso, & Suga, K. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*.