

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas berbagai teori dan referensi yang menjadi dasar dalam perancangan dan pembuatan alat optimalisasi spidol menggunakan teknologi sentrifugal. Materi dalam bab ini meliputi penjelasan mengenai prinsip kerja gaya sentrifugal, karakteristik dan konstruksi spidol *whiteboard*, komponen-komponen elektronik dan mekanik yang digunakan dalam alat, serta tinjauan terhadap penelitian terdahulu yang relevan. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk memperkuat landasan teori dan mendukung metode perancangan yang digunakan dalam proyek akhir ini

2.1 Dasar Teori

Mesin optimalisasi spidol berbasis teknologi sentrifugal merupakan perangkat mekanis yang dirancang untuk mengembalikan fungsi spidol yang mengalami gangguan aliran tinta akibat distribusi tinta yang tidak merata di dalam tabung. Prinsip utama kerja mesin ini adalah memanfaatkan gaya sentrifugal yang dihasilkan dari gerakan rotasi untuk mendorong tinta cair menuju ujung mata spidol secara paksa dan terkontrol.

Secara umum, mesin ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu motor listrik AC sebagai penggerak,udukan atau penjepit spidol, poros pemutar, rangka penopang, serta sistem kelistrikan pendukung. Motor listrik AC digunakan untuk menghasilkan kecepatan putar tertentu yang mampu menciptakan gaya sentrifugal

cukup besar tanpa menimbulkan getaran berlebih. Spidol diposisikan sejajar dengan arah radial putaran sehingga tinta di dalam tabung terdorong menjauhi pusat rotasi dan terkumpul di bagian ujung mata spidol.

Gaya sentrifugal yang bekerja pada tinta mengikuti persamaan dasar mekanika rotasi:

$$F = m \cdot \omega^2 \cdot r \quad (2.1)$$

Sumber: Hibbeler (2016a)

di mana gaya sentrifugal meningkat seiring bertambahnya kecepatan sudut dan jari-jari putaran. Dalam sistem yang mengalami rotasi, gaya sentrifugal bekerja pada massa fluida ke arah radial luar sebagai fungsi massa, kecepatan sudut, dan jarak dari sumbu putar. Konsep gaya sentrifugal ini telah dibahas dalam studi-studi mengenai manipulasi aliran fluida pada platform mikrofluidik yang berputar, di mana gaya tersebut digunakan untuk memindahkan fluida secara radially outward saat putaran terjadi (Azimi-Boulali et al., 2020; Kong & Salin, 2010). Pemanfaatan teknologi sentrifugal untuk distribusi fluida telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang teknik, seperti centrifuge laboratorium, sistem pemisahan fluida, dan perangkat mikrofluida. Menurut (Du et al., 2025) gaya sentrifugal dapat menggantikan sistem pompa dalam mendorong fluida pada ruang terbatas secara efisien. Prinsip serupa diadaptasi pada mesin optimalisasi spidol, di mana tinta dipindahkan tanpa perlu pembongkaran atau intervensi langsung terhadap struktur internal spidol.

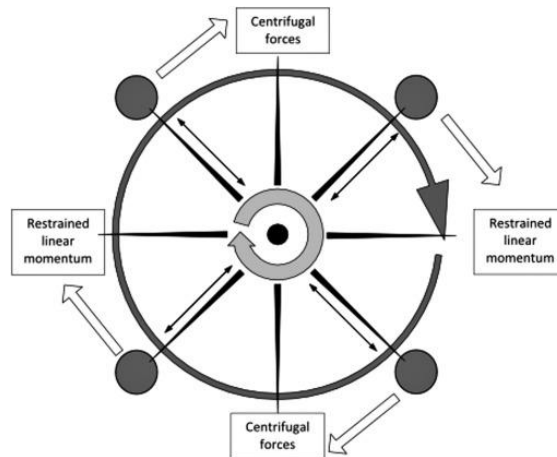
Keunggulan utama mesin optimalisasi spidol berbasis teknologi sentrifugal adalah kesederhanaan sistem, efisiensi waktu, serta kemampuannya untuk

digunakan berulang kali tanpa merusak spidol. Selain itu, mesin ini relatif aman karena bekerja pada tegangan rendah dan tidak melibatkan tekanan internal berlebih. Dibandingkan metode manual seperti mengocok atau menyimpan spidol terbalik (Dong et al., 2024). pendekatan mekanis dengan gaya sentrifugal memberikan hasil yang lebih konsisten dan terkontrol

2.1.1 Prinsip Kerja Gaya Centrifugal

Gaya centrifugal merupakan gaya semu yang timbul akibat gerakan melingkar yang menyebabkan benda cenderung menjauh dari pusat rotasi. Dalam sistem teknik, gaya ini sering dimanfaatkan untuk menggerakkan fluida.

Gaya sentrifugal adalah sesuatu yang kita kenal saat kita mengemudikan mobil di tikungan atau bundaran dengan kecepatan yang terlalu tinggi. Gaya ini muncul dari inersia (atau momentum linier) benda yang bekerja pada benda yang bergerak dalam arah melingkar, dengan gaya yang diarahkan menjauh dari titik sumbu tempat benda tersebut bergerak. Gaya sentrifugal selalu bekerja dengan gaya sentripetal. Gaya sentrifugal adalah komponen gaya yang bekerja pada benda dalam gerak lengkung yang diarahkan ke pusat kelengkungan atau sumbu rotasi.



Gambar 2. 1 Prinsip Gaya *Centrifugal*
(Horwood & Chockalingam, 2023)

2.2 Kriteria Perancangan

Membangun kriteria sangatlah dibutuhkan karena akan menentukan kebutuhan yang akan di pakai untuk merancang alat atau mesin (Armanto et al., 2012). Selanjutnya (Yosef Sutadi et al., 2012) mengemukakan 2 kriteria utama yaitu kriteria “musts” dan “wants”. Dalam Perancangan mesin optimalisasi spidol berbasis teknologi sentrifugal ini maka kriteria musts dan wants adalah:

a. Kriteria musts

Kriteria musts yaitu kriteria yang harus dipenuhi dalam perancangan, meliputi:

- Alat mampu menghasilkan gaya sentrifugal melalui sistem rotasi untuk mendorong tinta spidol ke arah ujung mata spidol.
- Alat mampu menahan dan menjepit spidol dengan aman selama proses pemutaran.

- Kecepatan putar alat dapat dikendalikan dan disesuaikan dengan kebutuhan pengujian.
 - Sistem penggerak bekerja secara stabil tanpa menimbulkan getaran berlebih.
 - Alat aman digunakan oleh operator dan tidak menimbulkan risiko selama pengoperasian. Alat bersifat portabel dan mudah dipindahkan.
- b. Kriteria Wants

Kriteria wants merupakan persyaratan tambahan yang diharapkan dapat dipenuhi dalam perancangan alat, meliputi:

- Alat mudah dirakit dan dioperasikan oleh pengguna.
- Perawatan dan perbaikan alat relatif mudah.
- Biaya pembuatan alat relatif rendah dan ekonomis.
- Desain alat ringkas dan ergonomis.

2.3 Spidol dan Permasalahan Penggunaannya

Spidol *whiteboard* adalah alat tulis berbasis tinta cair yang bekerja dengan prinsip kapilaritas untuk mengalirkan tinta dari tabung ke mata spidol. Permasalahan klasik yang sering dijumpai adalah tinta tidak keluar dengan lancar, terutama akibat tinta yang mengendap, mengering, atau tersumbat di bagian ujung.

Menurut (Kim et al., 2011) aliran tinta dari alat tulis sangat dipengaruhi oleh tekanan internal, viskositas tinta, serta gaya luar yang bekerja terhadap cairan

tersebut. Ketika spidol tidak disimpan dengan baik, gaya gravitasi dan tekanan internal tidak cukup untuk mendorong tinta kembali ke ujung mata spidol.

2.4 Kerangka Teori

Kerangka teori menggabungkan konsep:

1. Distribusi tinta yang terhambat akibat viskositas dan gravitasi.
2. Pemanfaatan gaya centrifugal untuk mendorong cairan ke arah mata spidol.
3. Perbandingan metode manual (mengocok atau menyimpan spidol terbalik) dengan metode mekanik (putaran centrifugal).

2.5 Pemanfaatan Gaya Centrifugal untuk Distribusi Cairan

Centrifuge adalah alat untuk memutar sampel pada kecepatan tinggi, memaksa partikel yang lebih berat terkumpul ke dasar tabung centrifuge. Pemakaian Centrifuge yang paling sering adalah untuk pemisahan komponen sel darah dari cairannya sehingga cairannya bisa dipakai untuk pemeriksaan. Teknologi mikrofluida telah banyak menggunakan prinsip sentrifugal untuk memindahkan cairan dalam saluran sempit. Dalam jurnal (Du et al., 2025) dijelaskan bahwa gaya sentrifugal mampu menggantikan sistem pompa dalam mengalirkan fluida pada perangkat mikro.

Aplikasi serupa dapat diadaptasi untuk sistem spidol, di mana tinta dapat dianggap sebagai cairan yang perlu didorong dari belakang tabung menuju ujung

pena. Gaya sentrifugal dapat membantu mengatasi hambatan akibat viskositas atau endapan tinta.

1. Perangkat yang dirancang dalam proyek ini menggunakan:
2. Motor listrik AC untuk menghasilkan gaya putar.
3. Dudukan spidol sebagai tempat rotasi.
4. Rangka alat yang stabil untuk menjaga keamanan saat rotasi.
5. Sumber daya berupa kabel power dan listrik PLN

Dari jurnal (Dong et al., 2024), disebutkan bahwa perlakuan sentrifugal terhadap tinta dapat memperbaiki aliran dan performa garis hasil tulisan. Ini membuktikan efektivitas teknologi putar dalam memperbaiki performa tinta alat tulis.

2.6 Penelitian dan Inovasi Terkait

Penelitian oleh Hawa et al. (2019) menunjukkan bahwa teknologi sentrifugal mampu memisahkan komponen berdasarkan perbedaan massa jenis melalui gaya sentrifugal yang dihasilkan selama proses pemutaran. Variasi suhu dan kecepatan putar memengaruhi efisiensi proses pemisahan, yang ditunjukkan oleh perubahan densitas, viskositas, rendemen, kadar air, dan konduktivitas krim susu. Hasil tersebut membuktikan bahwa kecepatan putar merupakan faktor penting yang menentukan efektivitas distribusi dan pemisahan material pada sistem sentrifugal.

Dari sisi kandungan gizi, kadar lemak merupakan parameter yang paling dipengaruhi oleh proses sentrifugasi. Kadar lemak tertinggi diperoleh pada suhu 30°C dan kecepatan 6000 G, sedangkan peningkatan suhu menyebabkan

penurunan kadar lemak. Temuan ini memperlihatkan bahwa gaya sentrifugal efektif menggerakkan komponen dengan massa jenis berbeda menuju posisi yang berbeda selama rotasi. Prinsip kerja tersebut sejalan dengan penelitian ini, yaitu memanfaatkan gaya sentrifugal untuk mendistribusikan kembali tinta di dalam reservoir spidol sehingga aliran tinta menuju ujung spidol dapat kembali optimal.