

PEMILIHAN MOTOR LISTRIK PENGGERAK PADA RANJANG BERPENGGERAK MOTOR LISTRIK DENGAN BANTUAN METODE DATUM SATU TINGKAT

Michael E. Rembet, Markus K. Umboh, Pingkan A. K. Pratisis

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado

Abstrak

Sebagian besar rumah sakit di Indonesia bagian timur seperti di Provinsi Sulawesi Utara, dibangun dalam lahan yang cenderung lebih luas dibandingkan dengan rumah sakit di Indonesia bagian lainnya. Dengan demikian, gedung rumah sakit dibuat menyebar horisontal bukan vertikal dengan jumlah lantai bangunan cenderung sedikit. Ini berarti pemindahan pasien dari satu ruangan ke ruangan lain dilakukan dengan cara tenaga medis mendorong ranjang pasien, bukan dengan bantuan lift atau elevator. Kegiatan mendorong ranjang pasien ini merupakan salah satu kegiatan yang cukup menyita tenaga sehingga dapat menurunkan konsentrasi tenaga medis. Penggunaan ranjang penggerak motor listrik sangat menghemat tenaga sehingga konsentrasi tenaga medis dapat dipertahankan lebih lama. Karenanya, penelitian ini bertujuan untuk merancang ranjang berpenggerak motor listrik. Namun, penelitian ini masih dapat dikategorikan sebagai pembuktian konsep (*proof-of-concept*) fungsi motor listrik secara analitis.

Pada penelitian ini, kesesuaian spesifikasi empat jenis dan merek motor listrik dianalisis. Masing-masing spesifikasi dibandingkan dengan kondisi dan kenyamanan standar. Keempat jenis dan merek motor listrik tersebut kemudian dibandingkan dengan bantuan Metode Datum. Jenis dan merek motor listrik yang mendapat nilai tertinggi dipilih.

Jenis dan merek motor listrik yang mendapat nilai tertinggi adalah motor listrik yang dinamakan ML04. Bobot ML04 adalah sebesar 2,9 kg dan pada tanggal 10 Juni 2024, dihargai Rp. 2.850.000,-. Daya maksimum ML04 adalah 25 Watt pada putaran 4000 rpm.

Kata Kunci: Ranjang Berpenggerak Motor Listrik, Pemilihan Motor Listrik, Metode Datum

Abstract

Most hospitals in eastern Indonesia such as in North Sulawesi, are built on land that tends to be more broad than hospitals in Indonesia. Thus, the hospital building is made to spread horizontally instead of vertical. This means that mobilize of patients from one room to another is done by medical staff pushing the patient's bed. The activity of pushing the patient's bed is one of the activities that is quite upheaval. It can reduce the concentration of medical personnel. Electric motor driving beds greatly saves energy so the concentration of medical personnel can be maintained longer. Therefore, this study aims to design an electric motor moving bed. However, this research can still be categorized as a proof-of-concept of the function of the electric motor.

In this study, the suitability of the specifications of the four types and brands of electric motors was analyzed. Each specifications compared to standard conditions and comfort. The four types and brands of electric motors are then compared with the Datum Method. Types and brands of electric motors that get the highest score selected.

The type and brand of electric motors that get the highest score is an electric motor called ML04. The weight of ML04 is 2.9 kg and on June 10, 2024, valued at Rp. 2,850,000. The maximum power of ML04 is 25 watts at 4000 rpm.

Keywords: Electric Motor Motor Motor Bed, Electric Motor Selection, Datum Method

1. Pendahuluan

Rumah sakit merupakan bagian penting dalam kehidupan masyarakat. Dalam operasional dan pelayanan rumah sakit, sumber daya manusia seperti dokter dan perawat memegang peranan penting. Jika jumlah pasien yang berobat ke rumah sakit semakin meningkat maka akan menjadi masalah karena menyita banyak waktu dan tenaga. Salah satu pekerjaan yang selalu bergantung pada kerja dan tenaga seseorang adalah mengangkut pasien.

Pemindahan pasien biasanya dilakukan oleh perawat yang mendorong dan memindahkan ranjang pasien. Mendorong ranjang pasien adalah tugas yang menghabiskan energi bagi perawat.

Berkurangnya energi seorang pekerja rumah sakit dapat menyebabkan kehilangan konsentrasi pekerja ini. Hal itu dapat berakibat turunnyanya kemampuan pelayanan kesehatan di rumah sakit tersebut. Apalagi jika pekerja itu merupakan tenaga kesehatan di IGD. Dampak lebih luas adalah berkurangnya kualitas hidup masyarakat maupun pekerja itu sendiri. Ranjang berpenggerak motor listrik dapat menjadi solusi untuk menghemat energi para tenaga medis. Dengan adanya penggunaan ranjang berpenggerak motor listrik maka dapat berdampak sangat luas dalam pelayanan kesehatan masyarakat. Tindakan pekerja dengan konsentrasi yang masih baik pasti berbeda dengan tindakan pekerja yang kelelahan. Ini berarti

kesalahan dalam bertindak pada penyelamatan jiwa terutama di IGD akan minim.

Ranjang berpengerak motor listrik telah banyak dijual. Ranjang-ranjang tersebut dapat digerakan dengan bantuan *remote kontrol*. Namun, ranjang yang dijual itu dihargai cukup mahal. Harga ranjang pasien dapat mencapai puluhan juta rupiah^[1]. Hal ini tentu dapat memberatkan keuangan rumah sakit. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi langkah awal dalam penyediaan ranjang berpengerak motor listrik. Selain itu, sebagian besar ranjang berpengerak motor listrik yang tersedia masih berupa ranjang yang harus didorong. Pemakaian motor listrik masih terbatas pada proses menaikkan atau menurunkan sandaran kepala atau kaki. Saat ranjang akan dimobilisasi, ranjang itu harus didorong.

Penelitian ini masih dapat dikategorikan sebagai pembuktian konsep (*proof-of-concept*) fungsi motor listrik secara analitis. Karenanya, ranjang yang akan dirancang belum menggunakan sensor elektronik. Selain itu, gerak ranjang masih sepenuhnya dikendalikan oleh operator. Tambahan pula, karena ranjang tidak menggunakan sensor dan kontrol elektronik yang rumit, maka sistem keamanan sederhana masih dapat digunakan. Perancangan ranjang pada penelitian ini juga masih sebatas analisis pemilihan jenis dan merek motor listrik.

1. Spesifikasi Motor Listrik Sebagai Penggerak Ranjang

Spesifikasi motor listrik sebagai penggerak ranjang akan dianalisis agar nilai minimum maupun maksimum dapat diketahui. Motor listrik tersebut harus mampu menggerakan ranjang dengan percepatan sebesar 1,23 m/s². Nilai ini adalah nilai percepatan sua sehingga masih tergolong nyaman^[2]. Motor listrik itu akan menggerakan massa total ranjang. Massa total ranjang adalah jumlah massa ranjang, massa pasien dan massa tambahan. Massa ranjang adalah 200 kg. Massa pasien maksimum diasumsikan sebesar 150 kg. Kemudian, massa tambahan yang akan turut menjadi beban motor listrik diasumsikan sebesar 50 kg. Jadi, massa total yang dilambangkan dengan *mt* adalah sebagai berikut.

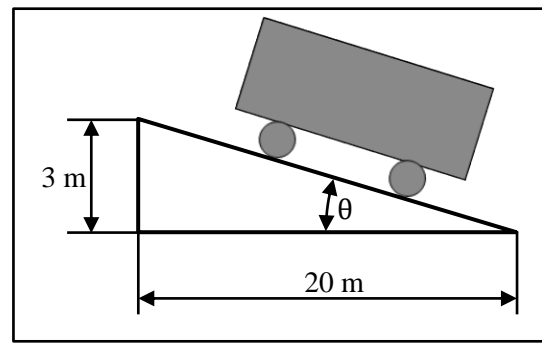
$$mt = 200 + 150 + 50 = 400 \text{ kg} \dots\dots\dots(2.1)$$

Ini berarti, gaya dorong yang dilambangkan dengan *Fr* pada roda ranjang adalah sebagai berikut.

$$Fr = 400 \cdot 1,23 = 492 \text{ N} \dots\dots\dots(2.2)$$

Gaya dorong juga harus mampu menggerakan ranjang pada *ramp* di rumah sakit. Kemiringan *ramp* rumah sakit dapat digambarkan secara sederhana seperti pada Gambar 2.1. Pada gambar ini terlihat bahwa sudut kemiringan yang dilambangkan dengan θ dapat dihitung sebagai berikut.

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{3}{20} \right) = 8,5^{\circ} \dots\dots\dots(2.3)$$



Gambar 2.1. Kemiringan Ramp

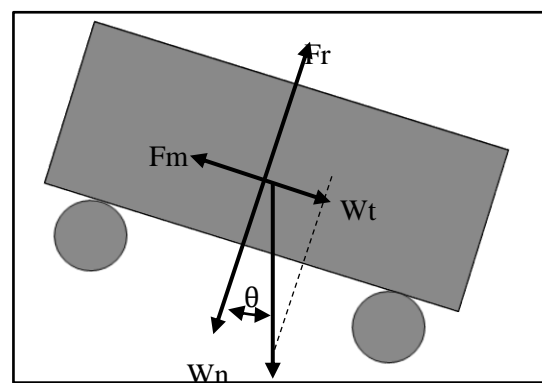
Diagram benda bebas ranjang saat berada di ramp dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.2. Pada gambar ini, gaya berat total ranjang dilambangkan dengan *W*. Gaya berat itu kemudian diproyeksikan ke sumbu normal dan sumbu tangensial. Sumbu normal adalah sumbu yang tegak lurus dengan permukaan *ramp* sedangkan sumbu tangensial adalah sumbu yang sejajar dengan permukaan *ramp*. Gaya berat yang diproyeksikan ke sumbu normal dilambangkan dengan *Wn* dan gaya berat yang diproyeksikan ke sumbu tangensial dilambangkan dengan *Wt*. Jika *g* adalah percepatan gravitasi, maka gaya *Wt* dapat dihitung sebagai berikut.

$$Wt = mt \cdot g \cdot \sin \theta = 400 \cdot 9,81 \cdot \sin 8,5^{\circ} = 580 \text{ N} \dots\dots\dots(2.4)$$

Pada gambar itu juga terlihat bahwa gaya reaksi permukaan *ramp* dilambangkan dengan *Fr*, sedangkan gaya minimum yang diperlukan agar ranjang dapat bergerak naik di *ramp* dilambangkan dengan *Fm*. Jika gaya hambat *rolling* pada roda ranjang dan gaya hambat angin diabaikan, maka gaya *Fm* dapat dihitung sebagai berikut.

$$Fm = Wt = 580 \text{ N} \dots\dots\dots(2.5)$$

Nilai *Fm* lebih besar dari nilai *Fr*. Ini berarti gaya minimum pada poros roda ranjang adalah 580 N.



Gambar 2.2. Diagram Benda Bebas Ranjang Saat Berada di Ramp

Di lain pihak, jari-jari roda pada ranjang yang dilambangkan dengan *rr* adalah sepanjang 0,10 m. Jadi, torsi minimum pada poros roda yang

dilambangkan dengan T_p dapat dihitung sebagai berikut.

$$T_p = F_m \cdot r_r = 580 \cdot 0,1 = 58 \text{ Nm} \dots\dots\dots(2.6)$$

Selanjutnya, kecepatan rata-rata berjalan dari manusia dewasa sehat adalah 1,34 hingga 1,43 m/det^[3]. Ini berarti kecepatan maksimum ranjang yang dilambangkan dengan v_r adalah 1,34 m/det. Jadi, putaran roda ranjang yang dilambangkan dengan ω_r dapat dihitung sebagai berikut.

$$\omega_r = \frac{v_r}{r_r} = \frac{1,34}{0,1} = 13,4 \text{ rad/det} \dots\dots\dots(2.7)$$

Jadi, putaran poros roda ranjang adalah 13,4 rad/det atau 128 rpm.

3. Pemilihan Motor Listrik

Pemilihan motor listrik dilakukan pada empat jenis dan merek. Jenis dan merek pertama yang dinamakan ML01 adalah motor listrik jenis DC. Beberapa spesifikasi ML01 adalah sebagai berikut. Bobot ML01 adalah 3,3 kg. ML01 dihargai Rp. 3.800.000,- pada tanggal 10 Juni 2024^[4]. Kecepatan putar poros motor ML01 adalah 1200 rpm. Ini berarti motor listrik ML01 akan dirangkaikan dengan transmisi dengan perbandingan 1200 berbanding 128. Di lain pihak, daya maksimum yang dapat disalurkan oleh poros ML01 adalah 85 Watt. Ini berarti jika daya maksimum pada poros roda ranjang dilambangkan dengan P01, maka P01 dapat dihitung sebagai berikut.

$$P01 = 85 \cdot \frac{1200}{128} = 797 \text{ W} \dots\dots\dots(3.1)$$

Akibatnya, jika torsi pada poros roda ranjang yang dapat dibangkitkan oleh ML01 dilambangkan dengan T01, maka T01 dapat dihitung sebagai berikut.

$$T01 = \frac{797}{13,4} = 59,5 \text{ Nm} \dots\dots\dots(3.2)$$

Nilai torsi T01 telah memenuhi syarat karena telah melebihi nilai T_p .

Jenis dan merek kedua dinamakan ML02. Motor ini adalah motor listrik jenis DC. Bobot ML02 adalah 3,7 kg. ML02 dihargai Rp. 5.650.000,- pada tanggal 10 Juni 2024^[4]. Kecepatan putar poros motor ML02 adalah 1500 rpm. Daya maksimum yang dapat disalurkan oleh ML02 adalah 100 Watt. Ini berarti jika daya maksimum pada poros roda ranjang dilambangkan dengan P02, maka P02 dapat dihitung sebagai berikut.

$$P02 = 100 \cdot \frac{1500}{128} = 1172 \text{ W} \dots\dots\dots(3.3)$$

Akibatnya, jika torsi pada poros roda ranjang yang dapat dibangkitkan oleh ML02 dilambangkan dengan T02, maka T02 dapat dihitung sebagai berikut.

$$T02 = \frac{1172}{13,4} = 87,5 \text{ Nm} \dots\dots\dots(3.4)$$

Nilai torsi T02 telah memenuhi syarat karena telah melebihi nilai T_p .

Kemudian, ML03 adalah nama jenis dan merek motor ketiga. Bobot ML03 adalah 3,3 kg. ML03

dihargai Rp. 5.250.000,- pada tanggal 10 Juni 2024^[4]. Kecepatan putar poros motor itu adalah sebesar 3000 rpm. Daya maksimum yang dapat disalurkan oleh ML03 adalah 45 Watt. Ini berarti jika daya maksimum pada poros roda ranjang dilambangkan dengan P03, maka P03 dapat dihitung sebagai berikut.

$$P03 = 45 \cdot \frac{3000}{128} = 1055 \text{ W} \dots\dots\dots(3.5)$$

Akibatnya, jika torsi pada poros roda ranjang yang dapat dibangkitkan oleh ML03 dilambangkan dengan T03, maka T03 dapat dihitung sebagai berikut.

$$T03 = \frac{1055}{13,4} = 79 \text{ Nm} \dots\dots\dots(3.6)$$

Nilai torsi T03 telah memenuhi syarat karena telah melebihi nilai T_p .

Jenis dan merek motor listrik jenis DC keempat adalah ML04. Bobot ML04 adalah sebesar 2,9 kg dan pada tanggal 10 Juni 2024, dihargai Rp. 2.850.000,-^[4]. Daya maksimum ML04 adalah 25 Watt pada putaran 4000 rpm. Ini berarti jika daya maksimum pada poros roda ranjang dilambangkan dengan P04, maka P04 dapat dihitung sebagai berikut.

$$P04 = 25 \cdot \frac{4000}{128} = 781 \text{ W} \dots\dots\dots(3.7)$$

Akibatnya, jika torsi pada poros roda ranjang yang dapat dibangkitkan oleh ML04 dilambangkan dengan T04, maka T04 dapat dihitung sebagai berikut.

$$T04 = \frac{781}{13,4} = 58,3 \text{ Nm} \dots\dots\dots(3.8)$$

Nilai torsi T04 telah memenuhi syarat karena telah melebihi nilai T_p .

Pemilihan motor listrik dilakukan dengan bantuan Metode Datum Satu Tingkat^[5]. Pemilihan ini motor listrik dapat dilihat pada Tabel 3.1. Pada tabel ini terlihat bahwa motor listrik ML01 dijadikan datum. Kemudian, kriteria yang dinilai sebagai pembanding ada tiga kriteria. Ketiga kriteria tersebut adalah torsi, harga dan bobot.

Tabel 3.1 Metode Datum untuk Pemilihan Motor listrik

Kriteria	ML 01	ML 02	ML 03	ML 04
Torsi	D A T U M	+	+	S
Harga		-	-	+
Bobot		-	+	+
Jumlah	0	-1	+1	+2

Kriteria pertama adalah torsi. Torsi yang dibandingkan adalah torsi pada poros roda ranjang. Ini karena motor listrik yang digunakan wajib mampu menyalurkan torsi minimum pada poros roda ranjang sebesar 58 Nm. Torsi motor listrik datum adalah 59,5 Nm. Jika torsi motor listrik lainnya dalam *range* 58 Nm hingga 62,5 Nm, maka nilai torsi motor listrik ini pada Tabel 3.1 akan dianggap sama. Nilai sama pada tabel itu akan diberi poin S. Jika torsi motor listrik lainnya lebih besar dari 62,5 Nm, maka poin torsi motor listrik ini akan diberi nilai positif. Sebaliknya, jika torsi motor listrik lainnya lebih rendah dari 58 Nm, maka poin torsi motor listrik ini akan mendapat nilai negatif.

Kriteria kedua adalah harga. Jika ketahanan motor diasumsikan sama, maka semakin rendah harga motor listrik akan dianggap semakin baik. Ini karena nilai beli motor listrik mempengaruhi ongkos produksi ranjang. Harga motor listrik datum adalah Rp. 3.800.000,-. Jika harga motor listrik lainnya dalam *range* Rp. 3.610.000,- hingga Rp. 3.990.000,-, maka nilai harga motor listrik ini pada Tabel 3.1 akan dianggap sama. Jika harga motor listrik lainnya lebih mahal dari Rp. 3.990.000,-, maka poin harga motor listrik ini akan diberi negatif. Sebaliknya, jika harga motor listrik lainnya lebih murah dari Rp. 3.610.000,-, maka motor listrik ini mendapat nilai positif.

Kriteria ketiga adalah bobot. Semakin ringan bobot motor listrik akan dianggap semakin baik. Ini karena bobot motor listrik merupakan beban yang harus dipikul oleh motor listrik. Semakin besar nilai beban, maka semakin besar pula energi yang dibutuhkan oleh motor listrik. Akibatnya, semakin besar energi yang dibutuhkan, semakin besar pula energi pada baterai yang akan disedot oleh motor listrik. Bobot motor listrik datum adalah 3,3 kg. Jika bobot motor listrik lainnya dalam *range* 3,315 kg hingga 3,465 kg, maka nilai bobot motor listrik ini pada Tabel 3.1 akan dianggap sama. Jika bobot motor listrik lainnya lebih berat dari 3,465 kg, maka poin bobot motor listrik ini akan diberi negatif. Sebaliknya, jika bobot motor listrik lainnya lebih ringan dari 3,315 kg, maka motor listrik ini mendapat nilai positif.

Pada Tabel 3.1, jumlah poin ML01 adalah nol. Ini karena ML01 merupakan referensi pembandingan bagi motor listrik lainnya. Kemudian, jumlah poin ML02, ML03 dan ML04 berturut-turut adalah -1, +1 dan +2. Ini berarti ML04 mendapat jumlah poin tertinggi. Jadi, jenis dan merek motor listrik yang akan digunakan adalah motor listrik ML04.

4. Kesimpulan

Jenis dan merek motor listrik yang dipilih adalah motor listrik yang dinamakan ML04. Bobot motor

listrik yang dipilih adalah sebesar 2,9 kg. Motor listrik itu dihargai Rp. 2.850.000,-. Daya maksimum motor listrik yang dipilih adalah 25 Watt pada putaran 4000 rpm.

5. Daftar Pustaka

- [1] Tokopedia. (2024, 10 Januari). *Harga Ranjang Pasien Elektrik*. Diakses pada 10 Juni 2024, dari https://www.tokopedia.com/alkes3satria/ranjang-pasien-elektrik-tempat-tidur-rumah-sakit-hospital-bed-pasien?extParam=ivf%3Dfalse%26keyword%3Dranjang+pasien+elektrik%26search_id%3D2024072608001805ECF5605016E62C0H10%26src%3Dsearch
- [2] Winkel, Ksander N. de, et al. "Standards for Passenger Comfort in Automated Vehicles: Acceleration and Jerk". *Applied Ergonomics*, Volume 106, January 2023, 103881
- [3] Cronkleton, E., Bubernis, D., Bassham, J. "Medically Reviewed". NASE Level II-CSS. Maret 14, 2019. NASM-CPT.
- [4] Tokopedia. (2024, 10 Juni). *Harga Motor Listrik DC*. Diakses pada 10 Juni 2024, dari https://www.tokopedia.com/search?st=&q=motor%20listrik%20dc&srp_component_id=02.01.00.00&srp_page_id=&srp_page_title=&navsource=
- [5] Hurst, Ken. "Prinsip-Prinsip Perancangan Teknik", 2006. Penerbit Erlangga, Jakarta.