



Performance In House Maintenance Peralatan Medis Terhadap Kepuasan Pengguna Alat Medis menggunakan Kano's Model dan Quality Function Development (Studi Kasus Di RS X Jakarta Pusat)

Sulaiman Metere^a, Yasinta Dewi Kristianti^{a,b}, Okta Zenita Siti Fatimah^a

^a Universitas Mohammad Husni Thamrin, Jakarta, Indonesia

^b Indonesia Universitas Padjajaran, Bandung, Indonesia

Email korespondensi: yasintakristianti@gmail.com

Abstract

Medical devices is a very vital component in hospitals because it is used to treat and diagnose patients. Electromedical technicians as home care for medical equipment in hospitals need to guarantee the availability and reliability of all medical equipment because it is related to patient safety. Therefore it is necessary to measure the performance (performance) of electromedical technicians in hospitals. The user-based-approach method is used to quantify the satisfaction of medical device users through the Kano model and Quality Function Deployment (QFD) where the coefficients of satisfaction and dissatisfaction are calculated using the Extent of Satisfaction (ES) and Extent of Dissatisfaction (ED) formulas. The results of this study note that from 15 performance attributes there are 9 attributes including the One Dimensional (O) category, namely service quality (ES=1), computerized maintenance management system or CMMS (ES=1), administration (ES=1), dependability (ES=0.89), knowledge sharing (ES=0.89), clarity of SPO (ES=0.89), type of equipment (ES=0.67), attitude (ES=0.67), accuracy of diagnosis (ES=0.56) and 2 attributes included in the Must be category (M), namely flexibility and routine reporting (ES = 0.56) and 4 categories of Attractive attributes (A) namely human resources (ES = 1), technical ability (ES = 1), turn around time (ES = 0.78), availability of spare parts (ES = 0.67). Performance in house maintenance attributes that need to be improved are the implementation of manual procedures, the number of trainings and competency tests because they have the highest Relative Weight (RW = 11%) and Technical Important Rating (TIR = 573.1; 544.8).

Keywords: *in house maintenance, Medical Device, Kano Model, QFD*

Abstrak

Peralatan medis merupakan komponen yang sangat vital di rumah sakit karena digunakan untuk mengobati dan mendiagnosis pasien. Teknisi elektromedis sebagai *in house maintenance* peralatan medis di rumah sakit perlu menjamin *Availability* dan *reliability* seluruh peralatan medis karena berkaitan dengan keselamatan pasien. Oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran kinerja (*performance*) teknisi elektromedis di rumah sakit. Metode *user based-approach* digunakan untuk mengkuantifikasikan kepuasan pengguna peralatan medis melalui model Kano dan *Quality Function Deployment (QFD)* dimana Koefisien kepuasan dan ketidakpuasan dihitung menggunakan rumus *Extent of Satisfaction (ES)* dan *Extent of Dissatisfaction (ED)*. Hasil Penelitian ini diketahui bahwa dari 15 atribut *performance* ada 9 atribut termasuk kategori *One Dimensional (O)* yaitu *service quality* (ES=1), *computerized maintenance management system* atau CMMS (ES=1), administrasi Sulaiman Metere, et al, *Performace In House Maintanace*



(ES=1), *dependability* (ES=0,89), *knowledge sharing* (ES=0,89), kejelasan SPO (ES=0,89), *equipment types* (ES=0,67), *attitude* (ES=0,67), ketepatan diagnosa (ES=0,56) dan 2 atribut termasuk kategori *Must be* (M) yaitu fleksibilitas dan pelaporan rutin (ES=0,56) serta 4 atribut kategori *Attractive* (A) yaitu *human resources* (ES=1), kemampuan teknis (ES=1), *turn around time* (ES=0,78), ketersediaan *spare part* (ES=0,67). Atribut *Performance in house maintenance* yang perlu ditingkatkan adalah implementasi manual prosedur, jumlah pelatihan dan uji kompetensi karena memiliki *Relative Weight* (RW =11%) dan *Technical Important Rating* yang paling tinggi (TIR=573,1;544,8).

Kata Kunci : *In House Maintenance*, Peralatan Medis, Model Kano, QFD

PENDAHULUAN

Berdasarkan data *World Health Organization* (WHO) tahun 2006 bahwa lebih dari 50 % peralatan kesehatan di negara berkembang tidak berfungsi atau tidak dapat dipergunakan secara optimal disebabkan karena kurangnya upaya dalam pemeliharaan.

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa 46,3 persen dari panggilan perbaikan disebabkan oleh kegagalan acak dan tak terduga yang terkait dengan keandalan peralatan medis. 32,2 persen panggilan perbaikan disebabkan oleh masalah manajemen peralatan seperti aksesoris, stres fisik, stres lingkungan, dan terkait pengguna. 7,8 persen panggilan perbaikan berhubungan dengan baterai. 13,7 persen terkait dengan pemeliharaan

prevention (*Preventive Maintenance*) yang tidak memadai, panggilan set-up

dan perbaikan yang tidak dikategorikan (Khalaf, A. B., Hamam, Y., Alayli, Y., & Djouani, 2013).

Dalam industri kesehatan seperti rumah sakit kegiatan pemeliharaan pencegahan (*Preventive Maintenance*) peralatan kesehatan merupakan hal yang berkaitan langsung dengan keselamatan pasien dan pengguna peralatan medis di rumah sakit. Namun tidak semua rumah sakit menerapkan program khusus pemeliharaan peralatan kesehatan sehingga sulit untuk mengidentifikasi kegagalan alat kesehatan tersebut berfungsi optimal. Hal ini disebabkan karena dalam melakukan pemeliharaan alat kesehatan para teknisi alat medis di rumah sakit hanya mengikuti rekomendasi pabrikan untuk perawatan pencegahan. Akibatnya banyak organisasi kesehatan mengalami kesulitan saat mengidentifikasi kegagalan alat untuk berfungsi optimal



(Jamshidi et al., 2014).

Permasalahan lain yang timbul akibat kerusakan dan kegagalan fungsi optimal dari peralatan kesehatan tersebut adalah besarnya biaya pemeliharaan peralatan kesehatan dan waktu tunggu perbaikan komponen peralatan kesehatan yang cukup lama untuk dapat digunakan kembali oleh operator rumah sakit serta rendahnya *availability* dari peralatan medis tersebut sehingga berpotensi menimbulkan resiko yang besar pada pasien. Untuk mencegah resiko dan permasalahan tersebut maka sistem pemeliharaan peralatan medis dirumah sakit terutama pemeliharaan pencegahan (*Preventive Maintenance*) menjadi prioritas utama yang harus dilakukan oleh teknisi elektromedik sebagai *in house maintenance* peralatan medik di rumah sakit. Kualitas Kinerja (*Performance*) dari teknisi elektromedis menjadi sangat penting di rumah sakit karena dapat menentukan berhasil atau tidaknya program pemeliharaan peralatan kesehatan di rumah sakit.

Aktivitas pemeliharaan peralatan kesehatan di rumah sakit yang dilakukan oleh teknisi elektromedis diklasifikasikan menjadi dua, yaitu *corrective*

maintenance dan *preventive maintenance*. *Corrective maintenance* adalah kegiatan perawatan yang dilakukan setelah sistem mengalami kegagalan. *Preventive maintenance* adalah kegiatan perawatan yang dilakukan sebelum sistem mengalami kegagalan termasuk kegiatan inspeksi sistematis dan penggantian dengan tujuan mempertahankan peralatan berada dalam kondisi tertentu. Tujuan lain dari *preventive maintenance* adalah dapat meningkatkan beberapa kriteria penting dari evaluasi performansi seperti, biaya perbaikan, *reliability* dan *availability* peralatan medis (Nosoohi & Hejazi, 2011).

Berdasarkan data KPI (*Key Performance Indicator*) dari instalasi pemeliharaan sarana RSUD dr.Iskak tulungagung pada periode Januari – april 2019 terlihat bahwa capaian respon terhadap permintaan perbaikan yang dicapai dalam waktu kurang dari 15 menit masih berada di bawah standar yang telah ditetapkan yaitu sebesar 80 persen (Abdullah, K, 2020).

Belum adanya penelitian mengenai pengukuran kinerja (*Performance*) dari teknisi elektromedis di rumah sakit



terhadap tingkat kepuasan pengguna peralatan medis menjadi alasan utama penelitian ini dilakukan. Analisis kinerja (*Performance*) dari teknisi elektromedis perlu dilakukan sebagai indikator kuantitatif untuk mengetahui kemajuan suatu program pemeliharaan peralatan yang dilakukan oleh teknisi elektromedis rumah sakit karena *performance* dari teknisi elektromedik sebagai *in house maintenance* di rumah sakit dapat mempengaruhi kualitas pelayanan di rumah sakit (Dewangan & Godse ,2014).

Berdasarkan latarbelakang tersebut maka tujuan khusus penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja dari teknisi elektromedik rumah sakit (*performance in house maintanance*) terhadap kepuasan pengguna alat medik dengan menggunakan pendekatan model *Kano* dan *Quality Function Deployment*. Dengan mengintegrasikan kedua model ini diharapkan dapat diketahui apakah kualitas kinerja teknisi elektromedis telah sesuai atau tidak dengan prasyarat yang diinginkan oleh pengguna peralatan medis di rumah sakit)

METODE

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan *user based-approach* dengan

mengukur kinerja (*performance*) atau kualitas jasa pelayanan teknisi elektromedis di rumah sakit dan mengkuantifikasikan kepuasan pengguna peralatan medis kedalam persamaan matematis dengan pendekatan Model Kano yang terintegrasi ke dalam *House Of Quality* (HOQ) pada *Quality Function Deployment* (QFD) sehingga menghasilkan model karakteristik teknis (*engineering characteristic*) yang sesuai dengan kebutuhan operator peralatan medis di rumah sakit.

Dalam pendekatan model Kano , kriteria akan dikelompokkan berdasarkan tingkat pentingnya bagi pengguna. Dengan mengakui pentingnya setiap kriteria penyedia layanan pemeliharaan yang dilakukan oleh teknisi elektromedis rumah sakit dapat lebih fokus pada pengembangan layanan yang penting oleh operator peralatan di rumah sakit.

Instrumen penelitian yang digunakan adalah kuesioner Model Kano dengan melibatkan operator peralatan medis dan teknisi elektromedis rumah sakit sebagai responden. Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 135 sampel terdiri dari pengguna alat (operator) alat medis dan teknisi elektromedis yang ada di rumah sakit X di Jakarta. Teknik pengambilan data dilakukan dengan menggunakan kuesioner model Kano dimana setiap

kolom *functional* (keberadaan suatu atribut) dan kolom *dysfunctional* (tidak adanya suatu atribut). Setiap responden akan memberikan *checklist* jawaban yang dianggap paling sesuai untuk memberikan respon apabila sebuah kriteria x terdapat pada *In House Maintenance* dan jika apabila sebuah kriteria x tidak terdapat pada *In House Maintenance* dengan memberikan bobot 1-5, dimana bobot 1 berguna dan bobot 5 tidak berguna. Kombinasi dari hasil

Tabel 1. Matriks Respon Model Kano

Customer Requirement		Dysfunctional				
		Berguna (1)	Mengharapkan (2)	Netral (3)	Toleransi (4)	Tidak Berguna (5)
Functional	Berguna (1)	Q	A	A	A	O
	Mengharapkan (2)	R	I	I	I	M
	Netral (3)	R	I	I	I	M
	Toleransi (4)	R	I	I	I	M
	Tidak Berguna (5)	R	R	R	R	O

responden diminta mengisi 2 kolom penilaian terhadap pernyataan yang diberikan. Kolom tersebut terdiri dari

responden menghasilkan dimensi kategori kriteria model Kano seperti pada Tabel 1.

Keterangan: kriteria Model Kano dibagi menjadi lima dimensi, yaitu *must-be* (M), *one dimensional* (O), *attractive* (A), *indifferent* (I) dan *reverse* (R).

Tahap pertama yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah pemetaan dimensi Model Kano dengan melakukan identifikasi tingkat kepentingan kriteria. Kriteria yang tidak mempengaruhi hasil akan dieliminasi dari daftar kriteria yang mempengaruhi kinerja penyedia layanan pemeliharaan (*in house maintenance*). Tahapan kedua adalah mengembangkan kuisisioner kano. Tahap ketiga adalah membuat matriks kano dengan menghitung tingkat kepuasan dan ketidakpuasan menggunakan hasil dari tahap pertama dan tahap kedua.

Kategori kriteria terdiri dari tiga kategori, yaitu '*must be*' yang merupakan atribut dasar, '*one-dimensional*' merupakan atribut *performance* dan '*attractive*' atau atribut *excitemen* (Basfirinci & Mitra ,2015).

Jumlah masing-masing kategori Kano pada tiap-tiap atribut kuesioner tersebut dihitung dengan menggunakan rumus *Blauth's Formula* sedangkan perhitungan koefisien kepuasan dan

ketidakpuasan dari operator pengguna peralatan dihitung secara matematis menggunakan rumus *Extent of satisfaction* (ES) dan *Extent of dissatisfaction* (ED). Formula yang digunakan adalah :

Nilai Kepuasan (*Extent to satisfaction*) =

$$\frac{A+O}{A+O+M+I}$$

Nilai Ketidakpuasan (*Extent to dissatisfaction*) =

$$\frac{O+M}{(A+O+M+I) \times (-1)}$$

Setelah *Extent satisfaction* dan *Extent dissatisfaction* dihitung maka dilakukan *plotting diagram* pada kuadran Kano sehingga didapatkan dimensi dari masing-masing kriteria.

HASIL dan PEMBAHASAN

Berdasarkan respon terhadap pertanyaan *functional* dan *dysfunctional* dapat dipetakan kriteria berdasarkan dimensi Kano untuk dilakukan rekapitulasi. Hasil Rekapitulasi Pengolongan Kriteria Model Kano diperoleh 15 atribut seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Rekapitulasi Penggolongan Kriteria Model Kano

NO	CUSTOMER REQUIRMENTS	A	O	M	I	Q	R	Total	Blauth's Formula		Kategori Kano	Kode
									A+O+M	I+Q+R		
K1	Dependability	1	7	0	1	0	0	9	8	1	One dimensional	O
K2	Fleksibilitas	3	2	4	0	0	0	9	9	0	Must be	M
K3	Service Quality	1	8	0	0	0	0	9	9	0	One dimensional	O
K4	Human Resources	6	3	0	0	0	0	9	9	0	Attractive	A
K5	Turn Around Time	4	3	1	1	0	0	9	8	1	Attractive	A
K6	CMMS	1	8	0	0	0	0	9	9	0	One dimensional	O
K7	Knowledge sharing	1	7	1	0	0	0	9	9	0	One dimensional	O
K8	Equipment Types	1	5	1	2	0	0	9	7	2	One dimensional	O
K9	Kemampuan teknisi	5	4	0	0	0	0	9	9	0	Attractive	A
K10	Administrasi	0	9	0	0	0	0	9	9	0	One dimensional	O
K11	Ketepatan diagnosa	0	5	4	0	0	0	9	9	0	One dimensional	O
K12	Kesediaan Spare part	4	2	3	0	0	0	9	9	0	Attractive	A
K13	Kejelasan SPO	0	8	1	0	0	0	9	9	0	One dimensional	O
K14	Pelaporan rutin	3	2	4	0	0	0	9	9	0	Must be	M
K15	Attitude	0	6	3	0	0	0	9	9	0	One dimensional	O
TOTAL BLAETH'S FORMULA									131	4		

Dari table 2 diketahui bahwa dari 15 atribut ada 2 atribut kategori *Must Be* yang merupakan atribut dasar yaitu fleksibilitas dan pelaporan rutin. Ada 9 atribut termasuk dalam kategori *One Dimensional* sebagai atribut *performance* yaitu *Dependability*, *Service Quality*, *Computerized Maintenance Management System (CMMS)*, *Knowledge Sharing*, *Equipment Types*, *Administrasi*, *Ketepatan Diagnosa*, *Kejelasan SPO*, *Attitude* serta ada 4 atribut termasuk dalam kategori *Attractive* sebagai atribut *excitement* yaitu *Human Resources*, *Turn Around Time*, kemampuan Teknis dan Ketersediaan *Spare Part*.

Hasil rekapitulasi penggolongan kriteria dengan Model Kano pada table 2 dijadikan sebagai data untuk menghitung secara matematis koefisien kepuasan dan ketidakpuasan operator sebagai pengguna peralatan medis di rumah sakit dengan memakai formula *Extent Satisfaction (ES)* dan *Extent Dissatisfaction (ED)* sehingga dapat diperoleh hasil perhitungan untuk membuat nilai plot dimensi Kano. Hasil nilai Plot Dimensi Kano seperti pada table 3.

Tabel 3. Nilai Plot Dimensi kano

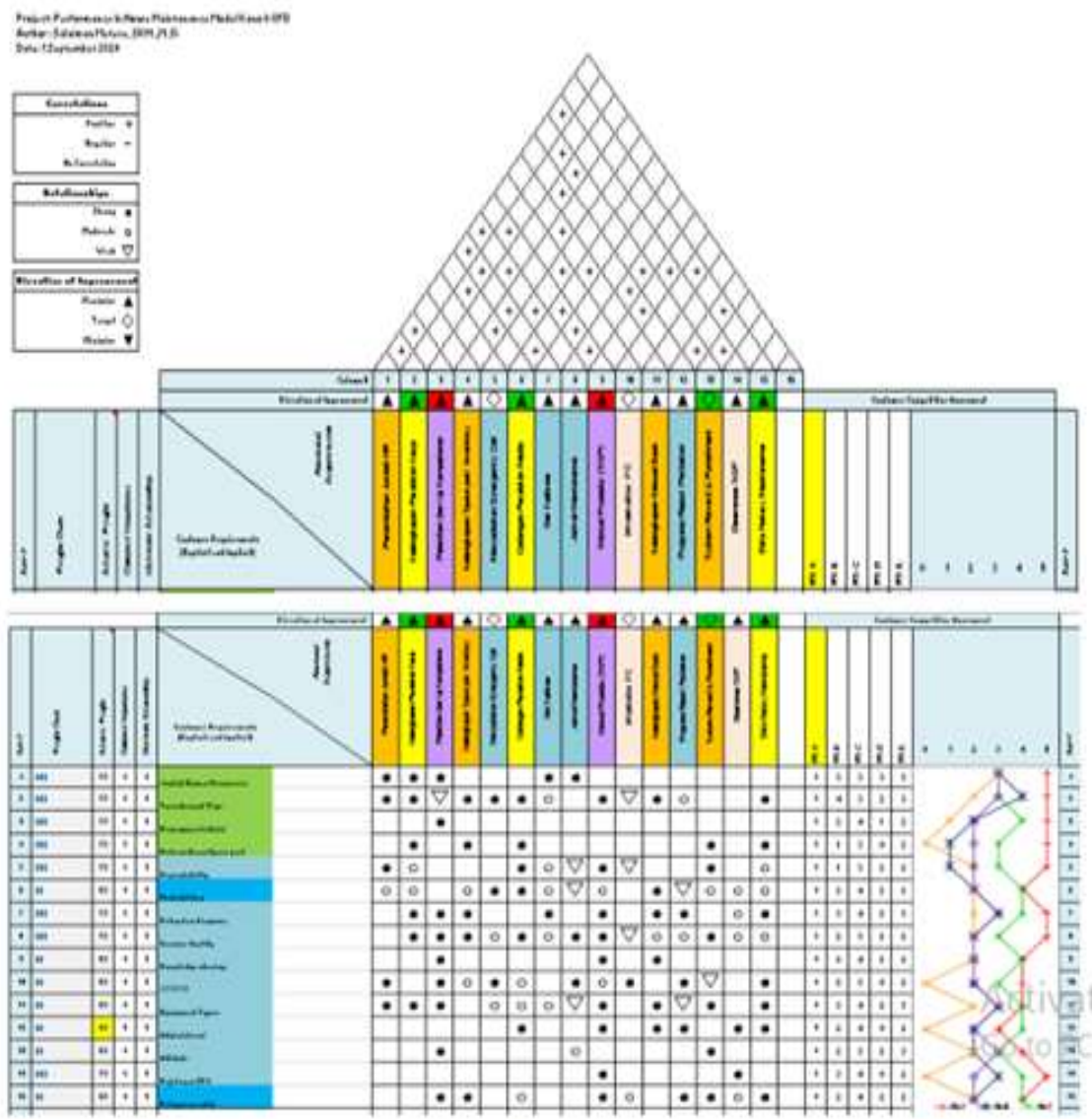
No	Atribut	Kategori Kano	KODE	Extent to satisfaction	Extent to dissatisfaction
				(ES)	(ED)
1	Fleksibilitas	Must be	M	0.56	-0.67
2	Pelaporan rutin	Must be	M	0.56	-0.67
3	Service Quality	One dimensional	O	1.00	-0.89
4	CMMS	One dimensional	O	1.00	-0.89
5	Administrasi	One dimensional	O	1.00	-1.00
6	Dependability	One dimensional	O	0.89	-0.78
7	Knowledge sharing	One dimensional	O	0.89	-0.89
8	Kejelasan SPO	One dimensional	O	0.89	-1.00
9	Equipment Types	One dimensional	O	0.67	-0.67
10	Attitude	One dimensional	O	0.67	-1.00
11	Ketepatan diagnosa	One dimensional	O	0.56	-1.00
12	Human Resources	Attractive	A	1.00	-0.33
13	Kemampuan teknisi	Attractive	A	1.00	-0.44
14	Turn Around Time	Attractive	A	0.78	-0.44
15	Kesediaan Spare part	Attractive	A	0.67	-0.56

Langkah selanjutnya memasuki tahap perancangan kualitas layanan dari teknisi elektromedis sebagai *in house maintenance* peralatan medik di rumah sakit dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)*. Pada tahap *Voice Of Customer (VOC)* digunakan data dari preferensi Operator sebagai pengguna peralatan medis dari 15 atribut ada 9 Atribut *One Dimensional (O)* yang dijadikan *Voice Of Customer (VOC)*. Tahap berikutnya adalah menjawab kebutuhan operator atau pengguna peralatan medis dengan *Technical Requirement* sebagai prasyarat teknis yang harus diberikan oleh teknisi elektromedis sebagai *in house maintenance* peralatan medis di rumah sakit. Tahapan ini memunculkan respon teknis yang dilakukan untuk memenuhi atribut pelayanan yang

dibutuhkan operator atau pengguna peralatan medis di rumah sakit.Selanjutnya dari *Matrix House of Quality* pada *Quality Function Deployment* dihitung *Relative Weight (RW)* yang menjadi model keseluruhan kepentingan teknisi elektromedis sebagai *in house maintenance* peralatan medis di rumah sakit untuk pemenuhan terhadap setiap kebutuhan konsumen

Dengan mempertimbangkan tingkat hubungan dengan respon teknis dengan atribut pelayanan dan *Relative Weight (RW)* dari masing-masing diperoleh nilai bobot dari setiap respon teknis yang telah ditentukan. Nilai bobot dari respon teknis ini akan dijadikan prioritas perbaikan yang akan diberikan oleh teknisi elektromedis sebagai *in house*

maintenance peralatan medis untuk memenuhi kebutuhan operator atau pengguna peralatan medis di rumah sakit. Rangka pemenuhan respon teknis ditunjukkan pada *Matrix*



Gambar 1. Matrix House of Quality -Quality Function Deployment

dominan memiliki hubungan yang

Dari gambar 1 diketahui *Technical Requirement* sebagai prasyarat teknis yang harus diberikan oleh teknisi elektromedis sebagai *in house maintenance* peralatan medis kepada operator atau pengguna peralatan medis

positif. Nilai bobot dari respon teknis yang akan dijadikan prioritas perbaikan oleh teknisi elektromedis untuk pemenuhan kebutuhan operator atau pengguna peralatan medis di rumah sakit seperti pada gambar 2.

Target	3 orang	5 set	3 kali	langkah	ICU/CCU/ICU/CCU	1 set	langkah	By Sistem	Langkah	CMMS	langkah	Wak. Oper. langkah	kebutuhan pasien	By Sistem	By sistem
Man Relationship	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Technical Importance Rating	326.9	429.9	544.8	358.2	294.9	416.4	237.3	225.4	573.1	94.03	350.2	271.6	306.6	188.1	465.7
Relative Weight	6%	7%	11%	7%	4%	6%	5%	4%	11%	2%	7%	5%	6%	4%	7%
Weight Chart	-	■	■	■	-	■	-	-	■	-	■	-	■	-	■
RSX	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5
RSB	2	3	5	3	2	3	5	3	2	3	5	3	3	5	3

Gambar 2. Nilai Technical Importance Rating (TIR)

Dari gambar 2 diketahui bahwa *Technical Importance Rating (TIR)* yang paling tertinggi (Ranking 1) adalah manual prosedur (TIR=573,1) dengan *Relative Weight* (RW=11%) sedangkan pelatihan dan uji kompetensi menempati Ranking 2 dengan *Technical Importance Rating* sebesar (TIR=544,8) dan *Relative Weight* (RW=11%).

KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagian besar kriteria yang dipakai pada penelitian ini mengadopsi dari penelitian Cruz et al. (2013) dan Liou & Chuang (2010) dan dielaborasi dengan atribut yang didapat dari identifikasi kebutuhan pengguna melalui *brainstorming* dengan operator atau



pengguna peralatan medis dan teknisi elektromedis di rumah sakit sehingga didapatkan kriteria yang lengkap dan relevan dengan kebutuhan pengguna.

2. Ada 2 atribut kategori *Must Be* yang merupakan atribut dasar sebagai kriteria yang harus dipenuhi (*basic requirements*) oleh teknisi elektromedis sebagai *in house maintenance* yaitu atribut fleksibilitas dan pelaporan rutin

3. Dari hasil rekapitulasi Model Kano ada 9 atribut *One Dimensional* sebagai atribut *performance*. Artinya apabila atribut tersebut dipenuhi oleh teknisi elektromedis sebagai *in house maintenance* peralatan medis di rumah sakit maka kepuasan operator atau pengguna peralatan medik di rumah sakit semakin meningkat dan apabila atribut tersebut tidak terpenuhi maka operator atau pengguna peralatan medik di rumah sakit akan kecewa.

4. Ranking tertinggi *Technical Importance Rating (TIR)* adalah manual prosedur dan pelatihan serta uji kompetensi sehingga kedua atribut ini harus diperbaiki oleh teknisi elektromedis bersama pihak manajemen rumah sakit.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah

1. Teknisi Elektromedis di rumah sakit perlu mendapatkan tambahan pelatihan

dan uji kompetensi melalui Lembaga sertifikasi profesi yang ditetapkan Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP).

2. Hasil penelitian ini dapat dikembangkan menjadi penelitian terapan berupa pengembangan Aplikasi Sistem Informasi Pemeliharaan Peralatan Medis Rumah Sakit Berbasis *Kano's Model* dan *Quality Function Development*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada operator peralatan medik dan teknisi elektromedis di rumah sakit yang menjadi responden serta semua pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat selesai sesuai yang direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, K. (2020, December). Pendekatan metode Lean Sig Sigma dan Prinsip 5R Dalam Rangka Meningkatkan Capaian Mutu Respon Terhadap Permintaan Perbaikan. In *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan Poltekkes Kemenkes Surabaya 2020* (Vol. 2, No. 1).

Basfirinci, C., & Mitra, A. (2015). A cross cultural investigation of airlines service



quality through integration of Servqual and the Kano model. *Journal of Air Transport Management*, 42, 239-248.

Cruz, A. M., Rincon, A. M. R., & Haugan, G. L. (2013). Measuring the performance of maintenance service outsourcing. *Biomedical instrumentation & technology*, 47(6), 524-535.

Dewangan, V., & Godse, M. (2014). Towards a holistic enterprise innovation performance measurement system. *Technovation*, 34(9), 536-545.

Jamshidi, A., Rahimi, S. A., Ait-Kadi, D., & Bartolome, A. R. (2014). Medical devices inspection and maintenance; a literature review. In *IIE annual conference. Proceedings* (p. 3895). Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE).

Khalaf, A. B., Hamam, Y., Alayli, Y., & Djouani, K. (2013). The effect of maintenance on the survival of medical equipment. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 11(2), 142-157.

Liou, J. J., & Chuang, Y. T. (2010). Developing a hybrid multi-criteria model for selection of outsourcing

providers. *Expert Systems with Applications*, 37(5), 3755-3761.

Nosoohi, I., & Hejazi, S. R. (2011). A multi-objective approach to simultaneous determination of spare part numbers and preventive replacement times. *Applied Mathematical Modelling*, 35(3), 1157-1166