

Analisis Pusat Data Berdasarkan Standar TIA-942 Menggunakan Metode PDCA pada Instansi XYZ

1st Dega Fauzan Rahman
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
degaf@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Umar Yunan Kurnia Septo Hedyanto
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
umaryunan@telkomuniversity.ac.id

3rd Muhammad Fathinuddin
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
muhammadfathinuddin@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Perkembangan teknologi dengan pesat saat ini dapat dilihat dalam hal pertukaran data yang sangat cepat dan dinamis. Oleh karena itu, perlu ada teknologi yang dapat mengelola, memproses, menyusun, dan menyimpan pertukaran data yang terjadi. Data center menjadi salah satu teknologi yang mampu mengakomodir hal-hal tersebut. Karena fungsinya yang mumpuni, data center banyak digunakan di berbagai industri seperti pemerintahan, bank, telekomunikasi, dll. Penelitian kali ini akan menganalisis kondisi eksisting data center berdasarkan standar TIA-942:2005 dengan metode PDCA (*plan-do-check-action*). Penilaian dilakukan menggunakan *worksheet asesment* dari *annex G TIA-942:2005* yang mencakup aspek telekomunikasi, arsitektural, elektrik, dan mekanikal. Hasil awal menunjukkan ketercapaian tier 1–4 masing-masing sebesar 76,11%, 66,67%, 58,57%, dan 47,03%. Setelah pengecualian sistem pendingin berbasis air, nilai ketercapaian meningkat menjadi 91,49%, 76,56%, 64,40%, dan 51,50%. Dari hasil tersebut akan dilakukan analisis kesenjangan dan pemberian rekomendasi untuk meningkatkan kualitas data center sesuai ketentuan tier 2. Berdasarkan 30 poin kesenjangan yang ada, rekomendasi yang diberikan dapat menjadi acuan untuk menuju tier yang ditentukan.

Kata kunci — data center, TIA-942, PDCA

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini sangat cepat dan dinamis baik dalam bentuk *software* maupun *hardware* [1]. Salah satu bidang teknologi yang berkembang adalah teknologi informasi. Teknologi informasi berkaitan dengan pertukaran data dalam bentuk digital dengan jumlah yang sangat banyak [2]. Sejalan dengan banyaknya informasi dan data digital yang dikelola saat ini, membuat timbulnya kebutuhan akan teknologi informasi yang dapat mengolah, mengelola, dan menyimpan data dengan jumlah yang sangat banyak [3].

Salah satu teknologi yang digunakan untuk mengakomodir pertukaran data yang banyak adalah *data center*. *Data center* menjadi tempat berkumpulnya semua pemrosesan informasi suatu organisasi karena semua data yang diproses akan disimpan dan dihasilkan dari *data center* [4]. Karena perannya yang krusial, *data center* dituntut untuk dapat beroperasi 24 jam sepanjang hari dengan *downtime* yang minim sehingga memastikan data yang tersimpan aman dan cepat diakses saat dibutuhkan [5]. Hal ini dapat dicapai jika *data center* memiliki kualitas yang sesuai dan telah mengikuti standar yang telah dibuat oleh praktisi ahli pada bidangnya.

Salah satu standar acuan *data center* adalah TIA-942. TIA-942 menjadi salah satu acuan untuk menentukan kualitas *data center* yang diakui secara internasional karena memudahkan perancangan *data center* dengan membantu proses identifikasi dalam perencanaan dan penerapan *data center* [6].

Pemanfaatan *data center* sangatlah luas, salah satu yang memanfaatkannya adalah instansi XYZ yang bergerak pada bidang transportasi laut. Pada tahun 2023, dilakukan kajian akademis pada instansi XYZ untuk membuat kriteria *regional data center*. Kajian tersebut bertujuan untuk memastikan *data center* akan sesuai dengan kebutuhan tiap-tiap organisasi. Namun, kajian tersebut dirasa perlu diperdalam dengan menggunakan pendekatan praktik baik sekaligus melihat kondisi eksisting pada instansi XYZ. Dengan adanya pengkajian ulang ini, diharapkan dapat memberikan pengetahuan baru dalam penyusunan *regional data center*.

Dalam membantu penelitian yang akan dilakukan, akan digunakan metode *plan-do-check-action* (PDCA). Dalam PDCA, terdapat 4 langkah untuk memperhatikan dan memperbaiki kesalahan yang terjadi sehingga dapat mendukung tujuan utama untuk menjadi lebih baik secara terus menerus [7]. Oleh karena itu, PDCA merupakan salah satu metode yang efektif untuk meningkatkan sistem operasional secara berkelanjutan [8].

Berdasarkan pembahasan tersebut, akan dilakukan analisis data center pada instansi XYZ berdasarkan standar TIA-942 dengan metode *plan-do-check-action* (PDCA). Selain menganalisis kondisi eksisting juga akan diberikan rekomendasi untuk membantu *data center* instansi XYZ mencapai tier yang lebih tinggi berdasarkan TIA-942. Hasil pembahasan diharapkan dapat menjadikan tambahan wawasan dalam perancangan dan pengembangan *data center*.

II. KAJIAN TEORI

A. Data Center

Data center adalah suatu infrastruktur pemrosesan dimana sistem komputer dari suatu organisasi dikumpulkan secara fisik [4]. *Data center* adalah fasilitas yang menaungi sistem teknologi informasi baik berupa perangkat keras maupun perangkat lunak dalam organisasi seperti suatu perusahaan, pemerintahan, bank, atau universitas [9]. *Data center* berisi perangkat elektronik yang mendukung operasional perusahaan dengan membantu pemrosesan data, penyimpanan data, dan komunikasi data [6]. Berdasarkan

definisi-definisi tersebut, data center adalah tempat pengelolaan informasi-informasi organisasi secara terpusat yang terdiri dari perangkat lunak dan perangkat keras yang bekerja sama untuk mendukung kegiatan operasional organisasi terutama dalam penyebaran, pengolahan, dan penyimpanan data dalam suatu organisasi.

Dalam membangun dan operasional *data center*, terdapat kriteria ketersediaan, skalabilitas dan fleksibilitas, serta keamanan yang wajib dipenuhi [5]. Ketersediaan mengharuskan *data center* beroperasi terus menerus dengan baik dengan *downtime* seminimal mungkin [10] [11]. Skalabilitas dan fleksibilitas mengharuskan *data center* dapat beradaptasi dengan penambahan layanan serta kebutuhan perangkat keras yang akan semakin banyak tanpa mengubah *data center* secara signifikan [12] [13]. Keamanan berarti *data center* harus terlindungi dari ancaman keamanan fisik maupun nonfisik [14].

B. TIA-942

TIA-942 merupakan standar nasional yang digunakan di Amerika Serikat dalam menentukan persyaratan minimum untuk infrastruktur dari *data center* dan ruang komputer [15]. Penggunaan standar TIA-942 dapat membantu organisasi untuk menciptakan suatu *data center* yang ideal [16]. Kemudahan yang ditawarkan TIA-942 dalam proses perencanaan dan pengelolaan data center, membuat standar ini diakui secara global sebagai standar dalam pembuatan *data center* [6]. TIA-942 TIA-942 adalah sebuah standar berisi praktik baik dalam pengelolaan data center yang telah diakui secara global karena mempermudah organisasi membuat *data center* sesuai kebutuhan organisasi.

Dalam TIA-942 [17], terdapat 4 *tier data center* berdasarkan tingkat ketahanan fasilitas *data center* yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan organisasi. Keempat *tier* tersebut dimulai dari yang terendah ke tertinggi adalah *tier I – basic*, *tier II - redundant component availability*, *tier III – concurrently maintainability availability*, dan *tier IV - fault tolerant*.

TIA-942 akan digunakan sebagai acuan dalam penelitian kali ini karena TIA-942 tidak terlalu mendetail sehingga cocok sebagai dasar permulaan dalam analisis pusat data. Hal ini selaras dengan anggapan mayoritas profesional *data center* yang setuju jika TIA-942 adalah acuan dasar sedangkan ANSI/BICSI 002 adalah acuan lanjutan pada analisis kualitas *data center* [18].

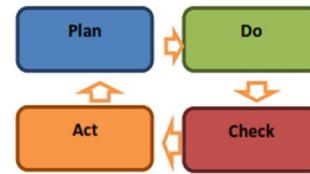
C. Instansi XYZ

Instansi XYZ adalah UPT (unit pelaksana teknis) yang dipimpin oleh kepala pada lingkungan kementerian perhubungan yang berada dibawah dan bertanggung jawab kepada direktur jenderal perhubungan laut [19].

D. PDCA (*plan-do-check-action*)

PDCA merupakan konsep dasar dari proses perbaikan terus menerus yang turut menanamkan budaya organisasi [8]. Dalam metode PDCA, terdapat 4 langkah untuk memperhatikan dan memperbaiki kesalahan pada proses

menjadi lebih baik secara terus menerus untuk mencapai hasil yang optimal, yaitu *plan*, *do*, *check*, dan *action* [20].

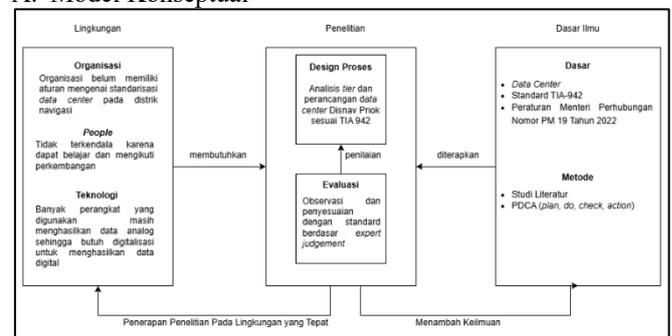


GAMBAR 1
(Siklus PDCA [21])

Pada gambar 1 menunjukkan empat tahapan pada PDCA yang terus berulang membentuk suatu siklus. Pada bagian *plan* akan dilakukan penentuan tujuan dan bagaimana cara untuk mencapai tujuan dengan lancar [7] serta menentukan apa saja yang harus diperbaiki beserta prioritasnya [22]. Pada tahap *do* akan melaksanakan apa yang sudah direncanakan pada tahap sebelumnya [7]. Pada tahap *check*, data yang terkumpul dari implementasi akan dianalisis untuk mengetahui perbandingan dengan tujuan yang sudah ditentukan [8]. Terakhir, pada tahap *action*, akan ada perbaikan atas kekurangan yang dianalisis dan dievaluasi sebelumnya untuk dapat memenuhi ketentuan yang sudah dibuat [7].

III. METODE

A. Model Konseptual



GAMBAR 2
(Model Konseptual)

Pada gambar 2 menunjukkan ada tiga bagian pada model konseptual yaitu bagian lingkungan, penelitian, dan dasar ilmu. Pada bagian lingkungan menunjukkan kondisi terkait 3 aspek pada objek penelitian, yaitu sisi organisasi instansi XYZ yang belum memiliki aturan mengenai standarisasi *data center*, sisi *people* yang tidak ada kendala, dan sisi teknologi masih ketinggalan zaman. Pada bagian penelitian menjelaskan akan dilakukan aktifitas analisis *tiering* sekaligus perancangan data center Instansi XYZ berdasarkan standard TIA-942. Perancangan dan analisis tersebut akan dilakukan evaluasi dari observasi yang sudah dilakukan serta akan disesuaikan dengan standard berdasarkan *expert judgement*. Pada bagian dasar ilmu berisi mengenai dasar teori yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu *data center*, TIA-942:2005, dan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 19 tahun 2022. Dalam bagian ini juga terdapat metode yang digunakan yaitu studi literatur dan PDCA (*plan-do-check-action*).

B. Sistematika Pemecahan Masalah

Sistematika penyelesaian masalah adalah urutan langkah-langkah pengerjaan penelitian dari awal hingga akhir. Dalam penelitian kali ini, penyelesaian masalah akan dilakukan dalam 6 tahapan utama, yaitu tahap pendahuluan, tahap

perencanaan, tahap pelaksanaan, tahap pengecekan, tahap analisis, dan tahap akhir.

Tahap pendahuluan mencakup identifikasi, perumusan masalah, dan penentuan batasan penelitian. Pada tahap perencanaan, disusun *worksheet* asesmen berdasarkan standar TIA-942:2005 sebagai dasar evaluasi *data center*. Tahap pelaksanaan akan dilakukan *assessment* kondisi eksisting ke dalam *worksheet*. Tahap pengecekan akan dilakukan mengidentifikasi kesenjangan antara kondisi aktual dengan standar *tier* yang ditentukan. Selanjutnya, tahap analisis akan dirumuskan rekomendasi peningkatan berdasarkan *gap* yang ditemukan. Di tahap akhir, disusun kesimpulan atas keseluruhan proses yang sudah dilakukan.

Data kondisi eksisting yang digunakan diperoleh dari wawancara dengan asesor proyek perancangan *data center* tahun 2023 berdasar ketentuan dalam annex G TIA-942:2005. Data diolah dengan mengelompokkan berdasarkan aspek dan *tier*, lalu dianalisis ketercapaiannya. Evaluasi hasil dilakukan menggunakan metode *expert judgment*, yang dipilih karena sesuai untuk validasi berbasis rancangan tanpa uji langsung, serta melibatkan penilaian dari ahli di bidang *data center*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kondisi Eksisting

Pelaksanaan asesmen kondisi eksisting diawali dengan membuat *worksheet assesment* berdasarkan annex G TIA-942:2005 yang terdiri dari 4 aspek utama, dengan jumlah poin total sebesar 225 yang tersebar dari aspek telekomunikasi (12 poin), struktural (109 poin), elektrik (69 poin), dan mekanikal (35 poin). Pelaksanaan asesmen akan dilakukan berdasarkan *tier* yang ada pada TIA-942:2005, mulai dari *tier* terendah (*tier 1*), dilanjutkan ke *tier 2* kemudian ke *tier 3* hingga *tier* tertinggi (*tier 4*) dengan ketentuannya masing-masing yang tercantum pada annex G.

Penentuan jumlah poin yang wajib terpenuhi akan dilihat dari ketentuan poin tersebut. Apabila poin tersebut berisi ketentuan “*no requirement*”, “*na*”, “*no restriction*” atau “*no*” akan tidak dihitung dalam jumlah ketercapaian dalam assesment karena poin dengan ketentuan tersebut tidak harus dipenuhi atau diadakan pada suatu *tier*. Poin yang wajib dipenuhi pada tiap *tier* akan diuji dengan kondisi eksisting untuk mengetahui apakah kondisi eksisting sudah memenuhi atau belum memenuhi ketentuan di *tier* tertentu.

TABEL 1
(Hasil Asesmen Kondisi Eksisting)

Aspek	Jumlah Poin Terpenuhi dari Wajib Terpenuhi			
	<i>Tier 1</i>	<i>Tier 2</i>	<i>Tier 3</i>	<i>Tier 4</i>
Telekomunikasi	1 dari 2	2 dari 5	5 dari 10	7 dari 12
Arsitektural	40 dari 41	50 dari 61	74 dari 106	56 dari 108
Elektrikal	35 dari 41	36 dari 47	35 dari 59	31 dari 64
Mekanikal	10 dari 29	10 dari 34	9 dari 35	9 dari 35
Total	86 dari 113 (76,11%)	98 dari 147 (66,67%)	123 dari 210 (58,57%)	103 dari 219 (47,03%)

Berdasarkan hasil perhitungan dapat terlihat bahwa kondisi eksisting yang memenuhi *tier 1* sebesar 76,11%, *tier 2* sebesar 66,67%, *tier 3* sebesar 58,57%, dan *tier 4* sebesar 47,03%. Persentase tersebut didapatkan dari menjumlahkan jumlah poin terpenuhi pada tiap *tier* dan membaginya terhadap jumlah poin yang harus terpenuhi pada tiap *tier*-nya.

Dalam menentukan *tier* yang ingin dicapai, akan dilakukan penyesuaian perhitungan dengan mengurangi beberapa poin yang dianggap kurang relevan dalam implementasinya dilapangan. Salah satu poin yang dipertimbangkan untuk dikurangi berada pada aspek mekanikal subaspek *water cooled system, chilled water system*, dan *plumbing*. Alasan mengesampingkan ketiga subaspek tersebut karena *data center* sudah menggunakan sistem pendingin berbasis udara dan tidak menggunakan pendingin berbasis air sehingga pada poin terpenuhi pada aspek mekanikal mengalami perubahan pada *tier 1* terpenuhi 10 dari 10 poin wajib terpenuhi, *tier 2* terpenuhi 10 dari 15 poin wajib terpenuhi, *tier 3* terpenuhi 9 dari 16 poin wajib terpenuhi, dan *tier 4* terpenuhi 9 dari 16 poin wajib terpenuhi. Dari perubahan jumlah poin pada aspek mekanikal, maka diperoleh hasil persentase ketercapaian menjadi pada *tier 1* terpenuhi 86 dari 94 poin wajib terpenuhi (91,49%), *tier 2* terpenuhi 98 dari 128 poin wajib terpenuhi (76,56%), *tier 3* terpenuhi 123 dari 191 poin wajib terpenuhi (64,40%), dan *tier 4* terpenuhi 103 dari 200 poin wajib terpenuhi (51,50%).

Berdasarkan hasil asesmen terhadap standar TIA-942:2005, ditemukan bahwa pada *tier 1*, terdapat 8 dari 94 poin yang belum terpenuhi. Poin-poin tersebut mencakup hal-hal seperti pelabelan rak, pencegahan *piggyback/passback*, sistem pemadam otomatis, dan pengujian UPS serta generator. Di antara poin tersebut, pelabelan rak dinilai paling mudah, sementara pemasangan sistem pemadam otomatis adalah yang paling kompleks. Secara keseluruhan, rekomendasi pada *tier 1* masih tergolong mudah untuk diimplementasikan.

Pada *tier 2*, terdapat 30 dari 128 poin yang belum terpenuhi, dengan tantangan utama berupa pengintegrasian sistem pemadam kebakaran dan penambahan perangkat. Meskipun begitu, keseluruhan rekomendasi masih dapat diterapkan tanpa upaya besar karena tidak melibatkan perubahan struktural bangunan.

Pada *tier 3*, terdapat 68 dari 191 poin yang belum terpenuhi. Beberapa poin membutuhkan perubahan besar seperti penambahan dinding, pintu, penguatan struktur bangunan, dan perlindungan fisik. Karena itu, hanya sebagian rekomendasi yang dinilai dapat diimplementasikan secara realistis, sementara sisanya memerlukan investasi dan rekonstruksi besar.

Sementara itu, *tier 4* menunjukkan 97 dari 200 poin belum terpenuhi, dengan tantangan yang sangat kompleks seperti perombakan besar-besaran hingga relokasi *data center*. Oleh karena itu, banyak rekomendasi pada *tier* ini tidak dapat diimplementasikan secara penuh.

Dengan mempertimbangkan jumlah kesenjangan, tingkat kompleksitas, serta kelayakan implementasi, *tier 2* dipilih sebagai target perancangan rekomendasi. Sebanyak 30 kesenjangan atau sekitar 23,44% dari total poin masih realistis untuk dipenuhi, menjadikannya pilihan paling ideal dibandingkan *tier* lainnya.

B. Perancangan Rekomendasi

Perancangan rekomendasi dimulai dengan melakukan analisis kesenjangan terhadap 30 poin wajib terpenuhi yang masih belum terpenuhi. Dari hasil analisis kesenjangan ditemukan ada 3 poin yang belum terpenuhi pada aspek telekomunikasi berupa belum adanya pelabelan perangkat serta dokumentasinya. Selain itu terdapat juga kesenjangan

belum adanya redundansi catu daya dan prosesor pada perangkat telekomunikasi. Pada aspek arsitektural ditemukan 11 poin yang belum terpenuhi. 11 poin tersebut tersebar pada berbagai subaspek arsitektural, yaitu pintu dan jendela sebanyak 1 poin, ruang keamanan sebanyak 2 poin, area pengiriman dan penerimaan sebanyak 1 poin, dan *monitoring* keamanan serta akses kontrol sebanyak 7 poin. Pada aspek elektrik, terdapat 11 poin kesenjangan yang tersebar pada berbagai subaspek elektrik yaitu, *general/umum* sebanyak 1 poin, UPS sebanyak 2 poin, EPO (*emergency power off*) pada ruang komputer sebanyak 1 poin, EPO (*emergency power off*) pada ruang baterai sebanyak 1 poin, konfigurasi baterai sebanyak 1 poin, sistem generator siaga sebanyak 2 poin, dan pengujian *loadbank* sebanyak 3 poin. Pada aspek mekanikal terdapat 5 poin kesenjangan pada berbagai subaspek yaitu, pada subaspek sistem kontrol HVAC sebanyak 1 poin, sistem bahan bakar sebanyak 1 poin, dan sistem pemadam kebakaran sebanyak 3 poin.

Rekomendasi yang disusun untuk menyelesaikan kesenjangan pada aspek telekomunikasi adalah mengganti teknologi *eksisting* dengan menggunakan *switch* dan *router* yang lebih bagus dengan standar *enterprise* yang memiliki spesifikasi multiprosesor yang dapat tetap bekerja dengan baik meski prosesor utama bermasalah. Selain itu, diperlukan juga untuk memiliki *dual power input*, misal dapat memperoleh daya dari PoE (*Power over Ethernet*) sekaligus dari listrik AC atau DC atau dari kombinasi ketiganya untuk menjamin kontinuitas layanan. Selain penggantian perangkat, rekomendasi juga diberikan dengan pemberian label pada bagian depan dan belakang rak dengan ketentuan sesuai annex B pada TIA-942:2005. Penempelan label harus dilakukan pada bagian depan dan belakang rak dengan ketentuan tiap rak harus dinamai dengan satu atau lebih huruf diikuti dengan satu atau lebih angka serta karena *data center* hanya berada pada satu lantai, maka untuk identifikasinya tidak perlu memasukkan posisi lantainya. Contoh pelabelan rak adalah AJ05 atau AM10 yang menunjukkan koordinat letak rak pada ruangan *data center*. Label juga sebaiknya dicetak dengan kertas yang bagus sehingga tinta tidak mudah luntur. Rekomendasi terakhir yang diberikan pada aspek telekomunikasi adalah pemberian label pada *cords* dan *jumper* sesuai dengan ketentuan sesuai annex B pada TIA-942:2005. Ketentuannya adalah harus diberikan label pada kedua ujungnya serta dapat juga diklasifikasikan berdasarkan kegunaannya dan tipe kabel dengan menggunakan kode warna. Pelabelan tersebut sebaiknya juga didokumentasi dengan baik dengan mencatatnya pada buku panduan atau secara digital agar memudahkan dalam identifikasi kedepannya.

Rekomendasi yang disusun untuk menyelesaikan kesenjangan pada aspek arsitektural adalah dengan pemasangan pintu khusus yang hanya dapat dilewati oleh satu orang pada saat bersamaan dikombinasikan dengan penggunaan kartu akses untuk membuka pintu. Hal tersebut dapat mencegah *piggybacking*. Untuk mencegah *passback* dapat dilakukan dengan ketentuan bahwa satu kartu akses tidak bisa digunakan dalam rentang waktu yang berdekatan serta direkomendasikan juga untuk membuat peraturan yang menekankan pengawasan dan kedisiplinan pegawai untuk mencegah aksi *piggybacking* dan *passback*. Rekomendasi diberikan juga untuk subaspek kantor keamanan dengan memasang lubang intip pada pintu ruang keamanan yang mampu mengintip area luar dengan derajat penglihatan

minimal sebesar 180° disertai dengan penutup pada bagian dalam untuk lebih menjaga privasi. Selain itu direkomendasikan juga untuk menggunakan pelapis pada dinding menggunakan kayu pelapis dengan ketebalan minimal 16 mm serta diperkuat dengan sekrup setiap 300 mm untuk menambah proteksi pada kantor keamanan dari ancaman pihak luar. Pada subaspek area pengiriman dan penerimaan, diberikan rekomendasi dengan memisahkannya dapat di beri tanda pemisah seperti tali atau label pemisah untuk menunjukkan bahwa daerah tersebut merupakan daerah khusus untuk area penerimaan dan pengiriman barang. Pada subaspek kontrol akses dan *monitoring* keamanan diberikan susunan rekomendasi dengan memasang peralatan *intrusion detection* yang dapat mengirim alarm memanfaatkan sensor yang dimilikinya sekaligus mampu mengurangi interferensi sinyal dan mengidentifikasi penyusup dengan tepat sehingga dapat mencegah *false alarm*. Penempatan *intrusion detection* pada ruang *generators*, *UPS*, *fiber vaults*, *accessible exterior windows*, *security equipment*, dan *perimeter building doors*. Selain menggunakan *intrusion detection*, diperlukan juga peralatan kartu akses pada pintu di lobi yang menuju ruang *data center*. *Card access* ini mewajibkan penggunaan kartu karyawan untuk memasuki ruang *data center* sehingga memastikan hanya pihak yang berwenang yang dapat memasuki ruang *data center*. Penggunaan *card access* dapat dikombinasikan dengan pintu yang sudah didesain untuk mencegah *piggybacking* dan *passback*.

Rekomendasi yang disusun untuk menyelesaikan kesenjangan pada aspek elektrik antara lain dengan menyesuaikan perangkat komputer dan telekomunikasi agar memiliki dual PSU (*power supply unit*) yang dapat dihubungkan dengan 2 sumber listrik yang berbeda, dimana jika jalur utama mengalami pemutusan listrik maka jalur listrik cadangan dapat mengambil alih untuk tetap menjaga keberlangsungan operasional *data center*. Jika perangkat tidak memungkinkan memiliki dual PSU maka dapat diberikan opsi asalkan perangkat tetap memiliki dua jalur masuk listrik, misal perangkat dapat memperoleh daya dari PoE (*Power over Ethernet*) sekaligus dari listrik AC atau DC atau dari kombinasi ketiganya. Meskipun sudah dapat mengambil daya dari dua jalur listrik, perlu dipastikan juga agar daya tidak terputus seperseki detik. Hal tersebut dapat diantisipasi dengan menggunakan UPS pada salah satu atau kedua jalur listrik. Selain pada perangkat, pada UPS juga diberikan rekomendasi berupa menambahkan redundansi UPS sebagai cadangan untuk menjaga ketersediaan daya. Selain itu, direkomendasikan juga agar dalam penyusunan UPS harus menggunakan topologi paralel atau terdistribusi. Kedua topologi tersebut memungkinkan tiap UPS untuk dapat berbagi tugas dalam menjaga pasokan daya tetap tersedia. Perbedaan terletak pada topologi paralel UPS akan membagi bebannya secara paralel dalam jalur yang sama sedangkan topologi terdistribusi UPS akan menyuplai daya dari jalur yang berbeda. Selanjutnya akan diberikan rekomendasi pada sistem EPO pada ruang komputer dengan menambahkan integrasi sistem pelepasan pemadam api pada ruang komputer secara otomatis jika tombol *shutdown* darurat ditekan. Pelepasan *fire suppressant* direkomendasikan dalam bentuk gas seperti FM-200 (HFC-227ea) dan Novec 1230. Pertimbangan menggunakan *fire suppressant* dengan bentuk gas karena tidak menimbulkan residu dan aman untuk perangkat elektronik. Selain itu, diberikan pula jeda pengeluaran untuk memberikan waktu evakuasi. Untuk mengorganisirnya, perlu juga dibuat *standard operation*

procedure jika harus menggunakan sistem EPO pada ruang komputer. Selain EPO pada ruang komputer, rekomendasi sistem EPO pada ruang baterai adalah dengan menggunakan *fire suppressant* pada ruang baterai. *fire suppressant* akan tetap dapat beroperasi di ruang baterai meskipun tombol EPO telah ditekan. Jenis *fire suppressant* yang digunakan berbentuk gas seperti FM-200 (HFC-227ea) dan Novec 1230. Pertimbangan menggunakan *fire suppressant* dengan bentuk gas karena tidak menimbulkan residu dan aman untuk perangkat elektronik. Dalam implementasinya sebaiknya menggunakan verifikasi berlapis dengan harus terdeteksi panas dan asap sebelum *fire suppressant* dilepaskan di ruang baterai. Untuk mengorganisirnya, perlu juga dibuat *standard operation procedure* jika harus menggunakan sistem EPO dan pengaktifan *fire suppressant* pada ruang baterai. Pada kesenjangan subaspek *battery configuration*, rekomendasi diberikan dengan menambah kapasitas baterai sebanyak dua kali lipat sehingga dapat menopang kebutuhan listrik selama minimal 10 menit dalam keadaan terisi penuh saat terjadinya pemadaman listrik dan tidak ada daya yang masuk. Pada ruang baterai direkomendasikan untuk memisahkan ruang baterai dengan ruang *switchgear*. Pemisahan ruangan ini harus dilakukan menggunakan dinding yang kuat dan dapat membatasi penyebaran api jika terjadi kebakaran pada salah satu ruang sehingga api tidak cepat menyebar ke ruangan lainnya serta memudahkan akses perawatan dan penanganan baterai serta meminimalisir dampak terhadap ruangan lain jika terjadi insiden. Pada sistem generator siaga, rekomendasi yang diberikan adalah dengan menambah satu generator cadangan dengan kualitas dan keluaran daya yang serupa atau lebih baik dari generator yang sudah dimiliki. Generator cadangan akan meningkatkan redundansi sehingga dapat menghindari kegagalan generator utama dalam menyuplai daya saat dibutuhkan serta memungkinkan dilakukan perawatan secara bergantian dengan kondisi tetap ada generator yang siaga. Selain penambahan generator, rekomendasi juga diberikan dengan memberikan perlindungan terhadap arus bocor ke tanah antar generator yang kemungkinan terjadi karena adanya kerusakan isolator, kesalahan perkabelan, atau kecatatan lainnya. Tiap generator harus dilindungi dengan memperoleh proteksi dari *ground fault* dengan jarak minimal 25,3 meter. Proteksi *ground fault* bermanfaat untuk meminimalkan resiko gangguan sistem generator serta turut menjaga keselamatan kerja dari resiko tersetrum. Terakhir, pada aspek elektrikal akan diberikan rekomendasi untuk subaspek pengujian *loadbank*. Rekomendasi yang diberikan pada subaspek ini adalah dengan melakukan kegiatan pengujian perangkat elektronik secara berkala. Pengujian yang dilakukan akan melihat performa perangkat elektronik dalam menangani beban listrik tertentu dengan mensimulasikan kondisi nyata. Hal ini perlu dilakukan untuk memastikan apakah peralatan elektronik masih mampu memberi kinerja sesuai kebutuhan atau sudah menurun sehingga dapat melihat apakah perangkat elektronik bermasalah atau tidak. Pengujian perlu dilakukan pada UPS dan generator. Pengujian dilakukan secara terpisah dan bergantian sehingga akan diperoleh hasil yang akurat. Apabila tidak memiliki peralatan untuk melakukan *loadbank testing*, direkomendasikan untuk menggunakan jasa vendor yang menyediakan pengujian *loadbank*. Pengujian *loadbank* diharapkan dilakukan secara berkala.

Pada aspek mekanikal, rekomendasi yang diberikan adalah dengan menggunakan kontrol sistem HVAC yang redundan agar pendinginan pada area kritis tidak terganggu. Sistem HVAC akan terdiri dari satu kontrol aktif dan satu

kontrol cadangan. Kontrol cadangan akan langsung mengambil alih komunikasi dengan sistem pendingin jika kontrol utama bermasalah secara otomatis. Selain adanya perangkat cadangan, direkomendasikan juga untuk menggunakan termometer elektronik yang dapat mengontrol sistem pendingin apabila suhu yang dicatat kurang dari standar. Selanjutnya, rekomendasi diberikan untuk sistem bahan bakar dengan membuat beberapa jalur penyaluran bahan bakar yang masing-masing dilengkapi dengan pompa dan jalur yang mandiri. Setiap jalur harus memiliki kemampuan untuk mengalirkan bahan bakar secara penuh tanpa bergantung pada jalur lainnya. Adanya beberapa jalur yang dapat digunakan akan memastikan bahan bakar dapat disuplai dengan baik saat dibutuhkan guna menjamin ketersediaan *data center* serta memungkinkan adanya perawatan secara berkala tanpa harus memutuskan pasokan bahan bakar. Terakhir, rekomendasi diberikan pada subaspek pemadam api dengan mengganti sistem *fire sprinkle* yang sudah ada menggunakan sistem *fire sprinkle* tipe *pre-action*. *Fire sprinkle* tipe *pre-action* bekerja dengan mekanisme pemicu ganda (*dual trigger*) yang lebih pasti sebelum mengeluarkan air. Selain itu, diharuskan memasang pendeteksi asap untuk mengidentifikasi sumber api sedini mungkin. *Smoke detector* yang direkomendasikan bertipe *aspirating smoke detector* yang dapat mendeteksi asap atau gas sedini mungkin karena melakukan pemantauan secara terus menerus dengan mengambil sampel udara. Selain itu, diberikan rekomendasi dengan penerapan sistem deteksi kebocoran air. Sistem deteksi ini bertujuan untuk memantau area tertentu dari kebocoran air dan memberikan peringatan dini ketika adanya kebocoran, kondensasi, atau tumpahan air dari berbagai sumber semisal dari pendingin ruangan atau dari pipa air. Umumnya sistem ini menggunakan kabel dalam pendeteksian kebocoran air. Sistem deteksi kebocoran air diharapkan dapat terintegrasi dan dapat mengirim peringatan kebocoran air karena kebocoran air dapat berpotensi menimbulkan konsleting yang menimbulkan kerugian seperti rusaknya peralatan elektronik hingga kebakaran. Diharapkan sistem pemadam api saling terintegrasi pada *fire alarm control panel* (FACP) serta secara rutin melakukan pengecekan dan perawatan pada peralatan pemadam kebakaran untuk memastikan bahwa peralatan dapat berfungsi dengan baik saat dibutuhkan.

Berdasarkan rekomendasi yang sudah dibuat, dapat menyelesaikan kesenjangan pada *tier 2* secara keseluruhan. Hal tersebut dapat diketahui dari rekomendasi yang diberikan sudah dapat menyelesaikan kesenjangan yang sudah dianalisis. Rekomendasi yang diberikan dapat dijadikan acuan untuk membantu meningkatkan kualitas *data center*.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode *plan-do-check-action* (PDCA) dapat mengetahui kualitas *data center* berdasar seluruh aspek dalam annex G standar TIA-942:2005. Hasil asesmen menunjukkan bahwa tingkat keterpenuhan awal mencapai 76,11% untuk *tier 1*, 66,67% untuk *tier 2*, 58,57% untuk *tier 3*, dan 47,03% untuk *tier 4*. Setelah mempertimbangkan pengecualian sistem pendingin berbasis air, tingkat keterpenuhan meningkat menjadi 91,49% (*tier 1*), 76,56% (*tier 2*), 64,40% (*tier 3*), dan 51,50% (*tier 4*). Dari analisis kesenjangan terhadap target *tier 2*, ditemukan 30 poin yang belum sesuai dan menjadi dasar penyusunan rekomendasi perbaikan. Rekomendasi yang dirancang terbukti efektif

untuk menjadi acuan dalam pemenuhan ketentuan standar TIA-942:2005 pada tier 2.

REFERENSI

- [1] L. Afriyanti, "Optimalisasi Data Center Dengan Mengembangkan Virtualisasi Server (Studi Kasus : UIN Sultan Syarif Kasim Riau)," vol. 2, no. 2, hlm. 73–81, 2022.
- [2] A. Rosano dan D. Sudaradjat, "Rancangan Power Management Dengan Metode NDLC Berdasarkan Standar TIA -942 Tier 1 pada Unit Pusat Data PT . BPR Artha Sejahtera," *Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, vol. 8, no. 2, hlm. 452–463, 2024.
- [3] A. K. Yeremia, R. R. Saedudin, dan A. Almaarif, "Perancangan Power Management Menggunakan Metode NDLC Dengan Standar Tia-942 Pada Data Center CV Media Smart Semarang," vol. 7, no. 2, hlm. 7451–7462, 2020.
- [4] A. F. Santos, P. D. Gaspar, dan H. J. L. de Souza, "New data center performance index: Perfect design data center—pdd," *Climate*, vol. 8, no. 10, hlm. 1–13, 2020, doi: 10.3390/cli8100110.
- [5] L. Wibisono, M. Rachman, dan T. Riyanto, "Aplikasi Standar TIA-942 pada Data Center Disinfolahtau dalam Meningkatkan Layanan Sistem Informasi TNI AU," vol. 4, no. September, hlm. 446–459, 2022.
- [6] J. Sidabutar, "Desain Perangkat Aktif Data Center Berdasarkan Standar TIA-942 Tingkat 3," *JIMP (Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan)*, vol. 7, no. 1, hlm. 19–26, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <http://ejurnal.unmerpas.ac.id/index.php/informatika/article/view/421>
- [7] S. Isniah, H. Hardi Purba, dan F. Debora, "Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues," *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, vol. 4, no. 1, hlm. 72–81, 2020, doi: 10.30656/jsmi.v4i1.2186.
- [8] M. N. Wirawan, M. Lubis, dan U. Y. K. S. Hedyanto, "Penilaian Manajemen Kesalahan Jaringan pada PT XYZ dengan Plan-Do-Check-Act," *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 9, no. 2, hlm. 507–517, 2024, doi: 10.29100/jupi.v9i2.4568.
- [9] N. Xuan-Truong, V. Ngo, dan X. Nguyen, "Data Center Infrastructure: Network Design Concept," *IEEE Power and Energy Society General Meeting*, no. October, 2020, doi: 10.13140/RG.2.2.24957.18406.
- [10] N. M. V. A. Suryanti, I. N. Suweden, dan I. W. Arta Wijaya, "Rancangan Sistem Kelistrikan Data Center Berstandar Tier 3 Pada Perbankan," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 10, no. 4, hlm. 357, 2023, doi: 10.24843/spektrum.2023.v10.i04.p41.
- [11] S. F. Sulaiman dan A. H. Priambodo, "Downtime Data Center: Memahami Penyebab, Dampak, dan Solusi Efektif," 2024. doi: 10.58812/smb.v2i02.297.
- [12] A. A. W. Fatimah, M. T. Kurniawan, dan U. Y. K. S. Hedyanto, "Network Traffic Data Center Based on TIA-942 Standard: A Case Study in Bogor Government Office," *Journal of Advances in Computer Networks*, vol. 8, no. 1, hlm. 21–25, 2020, doi: 10.18178/jacn.2020.8.1.275.
- [13] A. Hadi, H. Herkules, dan N. Norhayati, "Perencanaan Layout Data Center Dinas Komunikasi Informatika Persandian dan Statistik Provinsi Kalimantan Tengah," *Jurnal Sains Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 1, hlm. 9–16, 2021, doi: 10.33084/jsakti.v4i1.2275.
- [14] S. Nuzuli dan A. Budiyo, "Analisis Dan Perancangan Keamanan Fisik Data Center Berdasarkan Standar TIA-942 Menggunakan PPDIIO Life-Cycle Approach Di Pemerintahan Kabupaten Bandung Barat," 2020.
- [15] I. D. P. G. W. Putra dan M. D. W. Aristana, "Implementasi Tia-942 Pada Pembangunan Ruang Server (Studi Kasus : Upt Simjar Stmik Stikom Indonesia)," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 8, no. 1, hlm. 25–31, 2022, doi: 10.36002/jutik.v8i1.1580.
- [16] M. Patria, "Rancang Bangun Aplikasi Keamanan Database Dengan Backup Otomatis Menggunakan Sistem Cloud," *Jurnal Tera*, vol. 1, no. 2, hlm. 213–226, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.undira.ac.id/index.php/tera>
- [17] TIA, "Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers TIA-942," no. April, 2005, [Daring]. Tersedia pada: <http://www.tiaonline.org/about/faqDetail.cfm?id=18>
- [18] J. Borgini, "Key Differences between BICSI and TIA/EIA standards." [Daring]. Tersedia pada: <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/tip/Key-differences-between-BICSI-and-TIA-EIA-standards>
- [19] Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 19 Tahun 2022 Tentang Organisasi dan Tata Kerja Distrik Navigasi," 2022.
- [20] A. M. Fridayanti dan L. Wachidah, "Siklus PDCA (Plan, Do, Check, Act) untuk Mengurangi Cacat Produk Sosis di PT.Serena Harsa Utama," *Bandung Conference Series: Statistics*, vol. 2, no. 2, hlm. 197–206, 2022, doi: 10.29313/bcss.v2i2.3848.
- [21] E. Riana, M. E. S. Sulistyawati, dan O. P. Putra, "Analisis Tingkat Kematangan (Maturity Level) Dan PDCA (Plan-Do-Check-Act) Dalam Penerapan Audit Sistem Manajemen Keamanan Informasi Pada PT Indonesia Game Menggunakan Metode ISO 27001:2013," *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 4, no. 2, hlm. 632–640, 2023, doi: 10.47065/josh.v4i2.2552.
- [22] H. Setiawan dan S. Supriyadi, "Penerapan Konsep Siklus Plan-Do-Check-Action (PDCA) Untuk Meningkatkan Kinerja Load Lugger," *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, vol. 11, no. 2, hlm. 71–78, 2021, doi: 10.36040/industri.v11i2.3637.