



BAB 11
SISTEM UTILITAS-
MEKANIKAL, ELEKTRIKAL,
PLUMBING (MEP)

BAB II

SISTEM UTILITAS-MEKANIKAL, ELEKTRIKAL, PLUMBING (MEP)

11.1 KONTEKS MASTERPLAN UTILITAS

Perancangan sistem utilitas Mekanikal, Elektrikal dan Plumbing (MEP) dalam buku *master plan* ini berangkat dari pertimbangan suatu *master plan* yang sudah mempertimbangkan konsep *Eco Friendly* dan *Green Hospital*.

Sebagaimana sering dibahas bahwa prinsip-prinsip *green hospital* yang akan dituju berangkat dari pemenuhan konsep pembangunan berkelanjutan dalam bidang kesehatan dan rumah sakit, diikuti dengan penerapan konsep *Smart Hospital* disertai dengan penataan lingkungan yang diadopsi berdasarkan konsep *Eco Friendly* atau rumah sakit yang ramah lingkungan.

Salah satu gagasan yang dicita-citakan dalam implementasi *green hospital* adalah berangkat dari pemenuhan konsep:

1. *Healthy Hospital, Healthy Planet, Healthy People*

Konsep ini merupakan manifestasi dari model rumah sakit di masa mendatang yang perlu dikelola secara baik dengan selalu mempertimbangkan aspek kesehatan, ekonomi, ekologi dan sosial;

2. *Fungsi Taman Terapi*

Fungsi penataan lingkungan dan taman untuk memberikan kesegaran udara dan mata untuk pengunjung maupun pasien rumah sakit yang berguna sebagai bagian pendukung terapi fisik maupun psikologi. Pengembangan kawasan hijau dalam evaluasi *master plan* sampai 10 tahun yang akan datang bertumpu pada:

- a. Tuntutan kebutuhan pelayanan berbasis kenyamanan dan keamanan lingkungan rumah sakit;
- b. Mampu memberikan perlindungan dan kenyamanan bagi pasien dan pengunjung untuk memenuhi unsur kenyamanan ekologis sebagai pertimbangan pasien dalam pemilihan rumah sakit.

3. *Rancangan Utilitas Masterplan Rumah Sakit*

Pengembangan rumah sakit perlu didesain dengan mengakomodasi lingkungan hidup yang serasi dan pemanfaatan potensi sumber daya alam secara efisien

seperti air, energi, penggunaan material sehari-hari yang merupakan kebutuhan harian pengoperasian rumah sakit.

Perancangan dan pengoperasian sistem utilitas rumah sakit perlu dilandasi oleh prinsip *eco-efficiency*, sementara produk samping rumah sakit seperti limbah cair, padat dan gas perlu diolah sehingga targetnya tidak saja untuk memenuhi baku mutu limbah, tetapi juga untuk memenuhi kaidah *reduce, reuse, recycle* dan *recovery*.



Master Plan RSUD SOFIFI – Maluku Utara ini didesain berbasis penataan lingkungan mengacu pada kebijakan Kementerian Kesehatan tentang *green hospital* atau *rumah sakit ramah lingkungan*. Dengan mengacu konsep *eco friendly* / *green hospital*, agar beberapa potensi keuntungan/ manfaat berikut bisa didapat:

- a. Sebagai rumah sakit yang sudah mempertimbangkan faktor efisiensi dalam segala aspek;
- b. Sebagai penyaring udara kota;
- c. Hemat energi;
- d. Produksi O₂;
- e. Sebagai daerah resapan air; dan
- f. Menjaga kelestarian ekosistem kota dalam skala kecil.

11.1.1 Acuan Desain

Sebagaimana telah disampaikan dalam kajian arsitektural, kondisi fisik lahan berupaya tidak mengabaikan unsur lingkungan hijau melalui pemanfaatan penggunaan lahan untuk bangunan secara proporsional, dengan mengacu pada peraturan bangunan tentang Koefisien Dasar Bangunan (KDB), Koefisien Lantai Bangunan (KLB), Ketinggian Bangunan, dan berbagai persyaratan kenyamanan dan keamanan di dalam maupun di luar bangunan.

Kebijakan yang akan dijalankan diharapkan akan memberi kontribusi bagi peningkatan kualitas udara di dalam kawasan rumah sakit khususnya dan lingkungan di sekitarnya.

11.1.2 Filosofi Desain Sistem Jaringan Utilitas

Berbagai tipologi bangunan (termasuk ruang dalam) dan penataan ruang luar yang telah ada, akan dibangun secara bertahap. Kondisi ini memberi konsekuensi pada perlunya desain sarana utilitas secara utuh dengan tetap berpegang pada konsep *green hospital*.

Diharapkan dengan *master plan* ini diperoleh arahan grand design utilitas seutuhnya dengan meminimalisir perubahan sesuai kebutuhan, serta tanpa mengganggu aktivitas pelayanan rumah sakit yang harus tetap berjalan dengan baik selama masa pengembangannya.

11.1.3 Kriteria Sistem Utilitas

Minim mengonsumsi sumber daya energi dan mempertimbangkan penggunaan sumber energi terbarukan, mempertimbangkan penggunaan material lokal yang *low embodied energy* atau *low embodied carbon*, mempertimbangkan penghematan air dan mudah dalam pelaksanaannya. Minim memberikan dampak negatif terhadap alam, lingkungan dan manusia.

1. Kriteria Perancangan Utilitas

Kriteria penting yang harus dipenuhi di dalam desain sistem jaringan utilitas rumah sakit:

- a. Kualitas dan kontinuitas layanan dalam setiap kebutuhan penggunaan;
- b. Siap pakai serta harus memenuhi berbagai persyaratan dari kriteria layanan;
- c. Tidak mempengaruhi kegiatan operasional rumah sakit bila sudah beroperasi dalam arti: kontinuitas layanan harus tetap terjaga selama masa pengembangan rumah sakit;
- d. Instalasi harus direncanakan sesederhana mungkin untuk memudahkan dalam operasional dan pemeliharannya.

2. Sistem Pengelolaan Limbah Rumah Sakit

- a. Desain sarana pengelolaan limbah rumah sakit yang memadai dan tepat guna;
- b. Penataan tempat yang sesuai sehingga tidak mengganggu lingkungan dan kesehatan bagi orang sekitarnya;
- c. Konsep Eco Friendly dan *Green Hospital* harus menjadi pertimbangan utama dalam membuat desain sistem pengelolaan limbah, dengan mempertimbangkan konsep 4R (*Reduce, Reuse, Recycle, Replace*).

11.1.4 Target Masterplan Utilitas

1. Pemanfaatan air hujan yang diresapkan dalam lokasi dengan konsep *rain water harvesting* dan bila memungkinkan sedapat mungkin akan diterapkan konsep *zero run off*;
2. Terpenuhi sarana saluran pembuangan air hujan yang mencukupi dalam konsep *eco drainase*;
3. Pengelolaan limbah cair dan padat yang tepat dan aman;
4. Penataan jaringan listrik, air, dan telepon yang aman, rapi, mudah dalam pemeliharaan dan terintegrasi;
5. Hemat dalam penggunaan energi dan air.

11.1.5 Sistematika Penulisan Masterplan Utilitas

Penulisan *master plan* dari sisi utilitas akan berangkat dari tujuan utama dari implementasi *green hospital* yang bertumpu pada tiga unsur berikut:

1. Implementasi konsep hemat dalam penggunaan energi;
2. Implementasi konsep hemat dalam penggunaan air;
3. Implementasi konsep smart dalam arti penggunaan teknologi ICT (Information Communication Technology) untuk menunjang otomatisasi dalam pengendalian hemat energi dan hemat air.

Setelah dibahas tentang rencana implementasi *green hospital* di RSUD SOFIFI – Maluku Utara akan dilanjutkan dengan penulisan tentang konsepsi global sistem utilitas yang terdiri dari sistem mekanikal, sistem elektrikal dan plambing, yang akan dijelaskan pada sub bab selanjutnya.

11.2 IMPLEMENTASI KONSEP KONSERVASI ENERGI

Dari hasil observasi terdapat beberapa unsur yang terkait langsung dengan prinsip konservasi energi. Diantaranya adalah:

1. Sistem Penyediaan Air Panas dari Panas AC yang terbuang;
2. Penggunaan Photo Voltaic (PV) sebagai sumber energi alternatif untuk pencahayaan dan Kotak Kontak Bersama (KKB);
3. Penggunaan lampu jenis LED untuk meningkatkan efikasi pencahayaan.

11.2.1 Sistem Penyediaan Air Panas dari Panas AC yang Terbuang

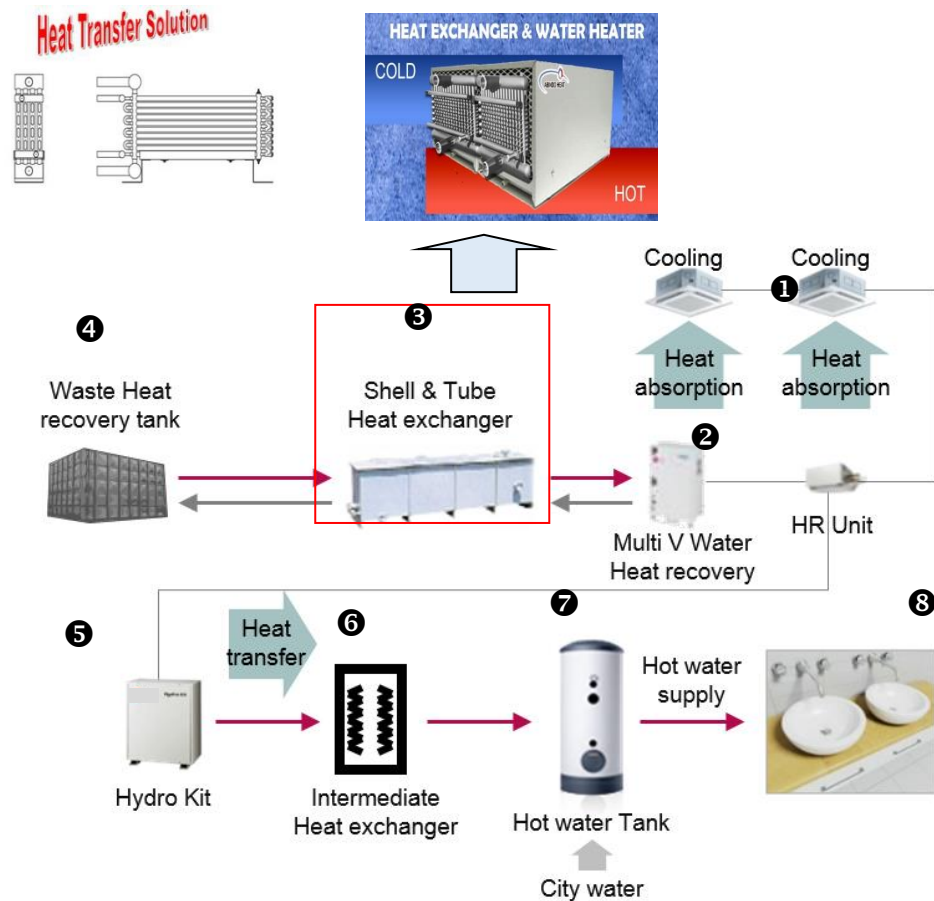
Sistem penyediaan air panas dari pemanfaatan panas AC yang terbuang akan dilaksanakan menggunakan mesin AC yang sudah menerapkan teknologi *heat recovery*.

1. Penyediaan Air Panas Menggunakan *Heat Exchanger*

Dengan melakukan penambahan *heat exchanger* dalam sistem tata udara dapat dihasilkan air panas gratis, dalam pengertian panas buangan AC dapat dimanfaatkan untuk memproduksi air panas.

Gambar 11. 1

Proses Pemanfaatan Panas Terbuang dari AC untuk Pembangkit Air Panas



Keterangan Gambar:

❶	:	Panas yang diserap (<i>heat absorption</i>) ketika melakukan proses pendinginan (<i>cooling</i>) dilakukan oleh <i>Indoor</i> Unit AC;
❷	:	Panas tersebut selanjutnya oleh <i>refrigerant</i> akan ditransfer oleh <i>outdoor</i> unit (dengan teknologi <i>heat recovery</i>) akan dipindahkan ke <i>heat exchanger</i> ❸, untuk diambil panas dan ditampung dalam <i>waste heat recovery tank</i> ❹ untuk pemanfaatan lebih lanjut;
❸	:	Merupakan tanki penampung air panas (<i>waste heat recovery tank</i>) yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk penyediaan sumber air panas;
❹	:	Merupakan sarana hidrokit yang berfungsi untuk mengambil panas yang berasal dari <i>outdoor</i> unit ke unit <i>heat exchanger</i> ❺ Yang bertugas melakukan ekstarki panas dari <i>refrigerant</i> ke <i>coil</i> penukar panas yang ada di dalam <i>heat exchanger</i> ;
❻	:	Merupakan mesin penukar panas yang berisi koil air panas untuk memindahkan panas dari hidrokit ke <i>storage</i> air panas berupa <i>hot water tank</i> ❼
❼	:	Merupakan tangki penyimpan air panas yang siap digunakan oleh user melalui <i>sink outlet</i> nomor ❸

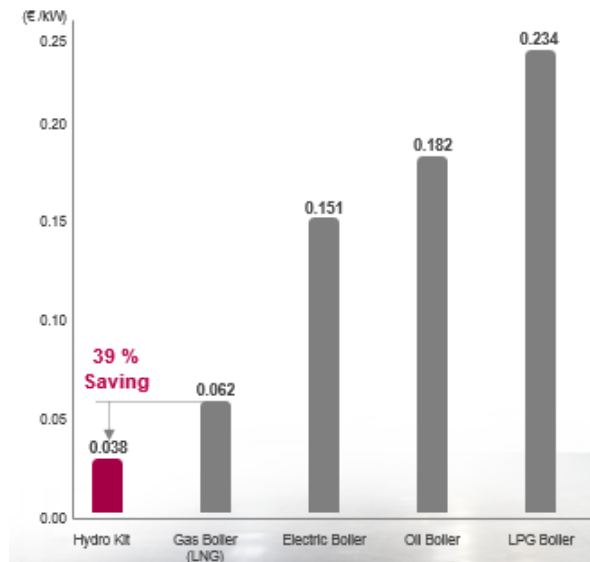
Pemanfaatan panas terbuang pada *outdoor* unit dikoneksikan dengan unit HE (*Heat Exchanger*) sudah menjadi salah satu trend di negara-negara maju karena dirasakan banyak sekali manfaatnya.

A. Keunggulan penambahan Heat Exchanger pada Sistem AC

- 1) *Green design* ramah lingkungan karena tidak menghasilkan limbah apapun pada proses dan sistem pemanas air serta penempatannya sama seperti *outdoor condensing unit* lainnya, membuat HE unit tidak mempunyai pengaruh terhadap ruangan dan unit lainnya;
- 2) *Low cost operasional* karena pada unit HE ini tidak menggunakan bahan bakar/ energi lainnya;
- 3) *Low maintenance* dikarenakan tidak adanya mesin atau unit elektrik di dalam unit ini sehingga *maintenance* hampir tidak diperlukan dalam unit ini;
- 4) *Long life time* masa ketahanan unit bisa sampai 10–15 tahun lamanya;
- 5) *Fast Break Event Point* jika dihitung dari nilai investasi untuk pembelian unit pemanas air lain berbanding dengan nilai investasi unit HE, lebih cepat pengembalian investasinya dikarenakan tidak adanya *cost* rutin perbulan yang dikeluarkan;
- 6) Mengurangi beban kerja *outdoor* unit AC dikarenakan proses *condensing* yang lebih panjang *disupport* dengan proses kerja HE dapat mengurangi beban pemakaian daya listrik;
- 7) Tidak perlu pengawasan rutin dibandingkan dengan produk pemanas air lain, jelas pengawasan pada kerja unit HE nyaris tidak dibutuhkan;
- 8) *Safety Supply* air panas. Unit HE ini juga masih dilengkapi dengan elektrik *heater* yang kegunaanya dipersiapkan untuk kondisi saat unit AC mengalami *trouble* atau tidak dalam kondisi *running*, maka kebutuhan air panas yang mendesak masih dapat disupply dengan pengoperasian elektrik *water heater*;

B. Analisa Ekonomi

Berikut di bawah ini diberikan gambaran tentang analisa ekonomi yang dilakukan pada unit Hidro kit di Eropa terkait pemanfaatan mesin *outdoor* unit AC yang sudah menerapkan teknologi *heat recovery* untuk penyediaan air panas.



It cost only 0.038 € per 1kWh by using Hydro Kit (39% Saving compared to Gas Boiler)

Analysis condition

Cost information

- Electricity cost : 0.143 € per kWh
- LNG cost : 0.054 € per kWh
- Oil cost : 1.642 € per liter
- LPG cost : 1.447 € per liter

Efficiency

- Hydro Kit : COP 3.75 (Reflect to A7W35 condition)
- Electric Boiler : 95%
- Boiler using LNG : 87%

Price information source : www.energy.eu (2013.7/ France)

sumber : www.energy.eu (2013.7/ France)

C. Skema Kerja Unit Heat Exchanger

Kompresor yang memompa freon/gas panas dialirkan ke dalam system HE secara *cross/* berlawanan arah dengan *flow water* guna mengambil panas dari gas tersebut dan setelah melewati HE dikembalikan lagi pada *water/ air cool condenser* dan proses ini terus berlangsung berkelanjutan.

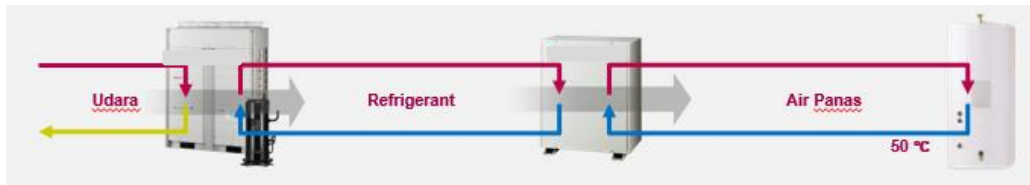
2. Sistem AC yang terintegrasi di Bangunan Rawat Inap

Untuk bangunan rawat inap kebutuhan air panas dapat dicukupi dengan pemilihan sistem AC yang sudah dilengkapi dengan teknologi *heat recovery*. Dengan melakukan pemilihan sistem AC yang sudah dilengkapi dengan teknologi *heat recovery*, dapat dihasilkan air panas gratis, dalam pengertian panas buangan AC dapat dimanfaatkan untuk memproduksi air panas.

Sistem dan peralatan tata udara (*air conditioning*) yang dipilih sudah menerapkan teknologi *heat recovery*, yang dapat dijelaskan melalui gambar gambar berikut:

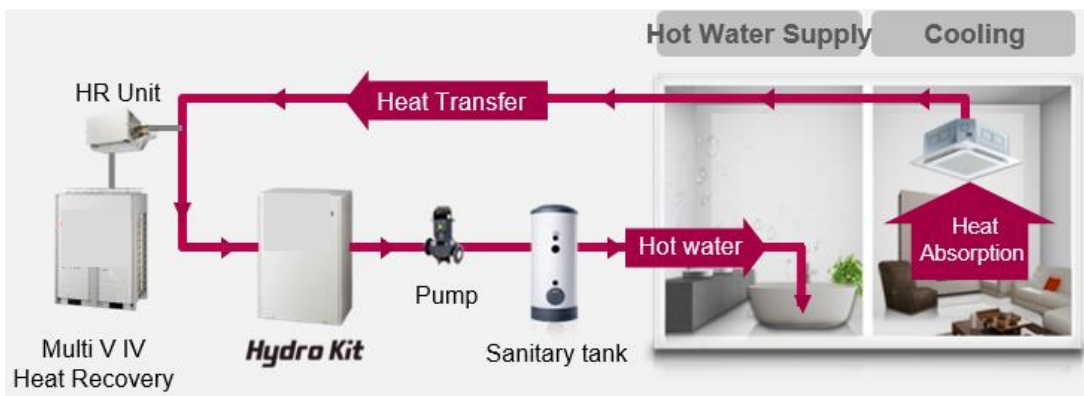
Gambar 11. 2

Proses Pemanfaatan Panas Terbuang dari AC untuk Pembangkit Air Panas Menggunakan Teknologi *Heat Exchanger*



Gambar 11. 3

Contoh Proses Penerapan Teknologi *Heat Recovery* pada Mesin AC untuk Pemanfaatan Panas Terbuang dari AC untuk Pembangkit Air Panas



Gambar 11. 4

Gambaran Proses Penerapan Teknologi *Heat Recovery* pada Mesin AC untuk Pemanfaatan Panas Terbuang dari AC



Gambar 11. 5

Gambaran Instalasi Mesin Pembangkit Air Panas pada Proses Penerapan Teknologi *Heat Recovery* pada Mesin AC untuk Pemanfaatan Panas Terbuang dari AC



Gambar 11. 6

Gambaran Instalasi *Storage Hot Water Tank* pada Proses Penerapan Teknologi *Heat Recovery* pada Mesin AC untuk Pemanfaatan Panas Terbuang dari AC



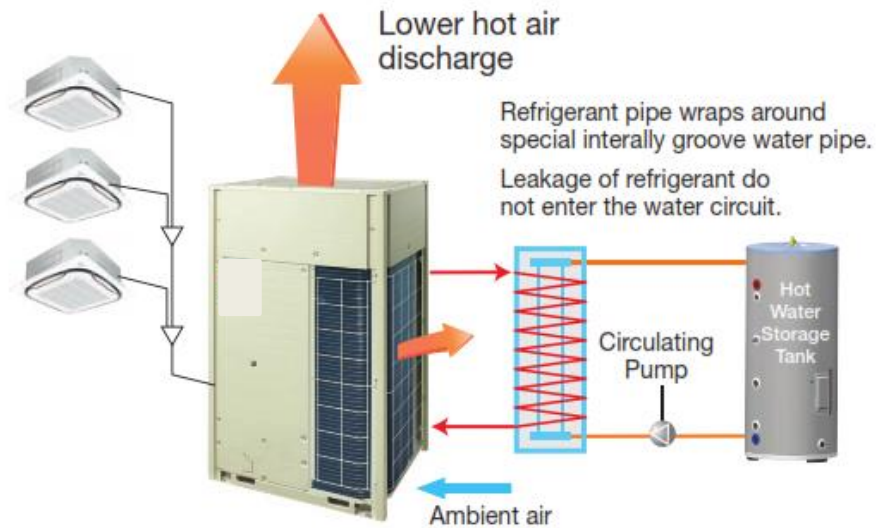
Gambar 11. 7

Gambaran Instalasi Pemipaan Air Panas pada Proses Penerapan Teknologi *Heat Recovery* pada Mesin AC untuk Pemanfaatan Panas Terbuang dari AC



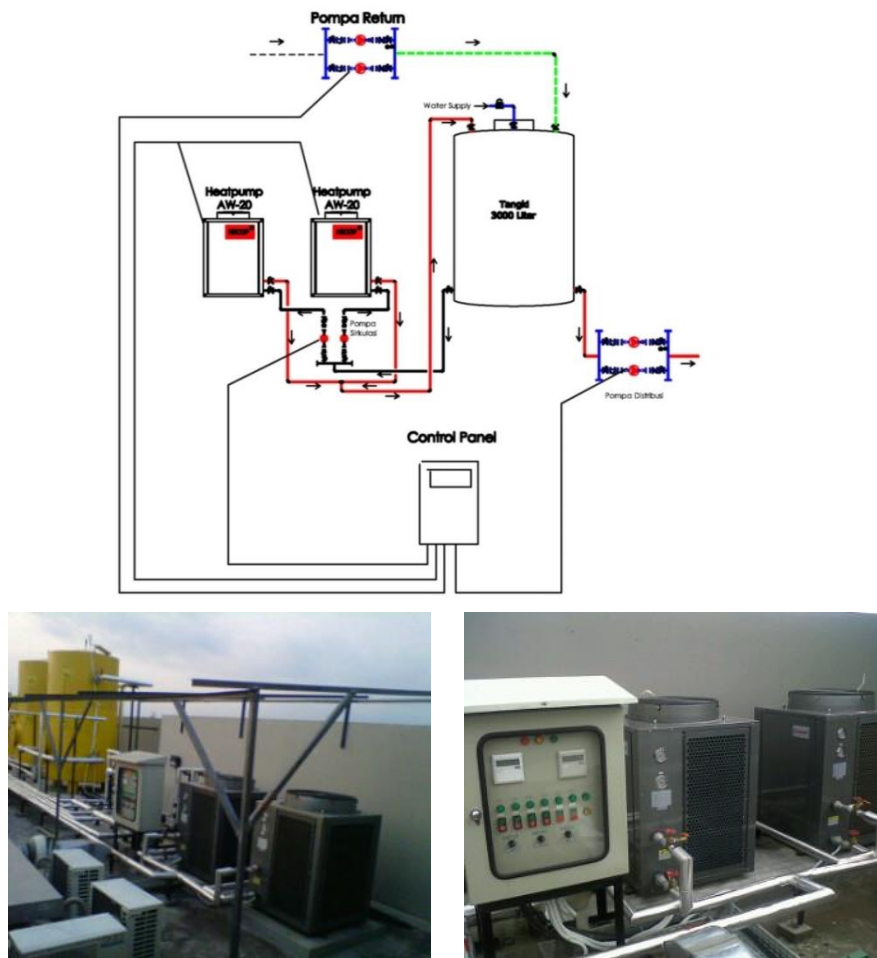
Gambar 11. 8

Proses Penerapan Teknologi *Heat Recovery* pada Mesin AC untuk Pemanfaatan Panas Terbuang untuk Pembangkit Air Panas



Gambar 11. 9

Alternatif Penggunaan Teknologi *Heat Pump* pada Mesin Pembangkit air panas di Rumah Sakit

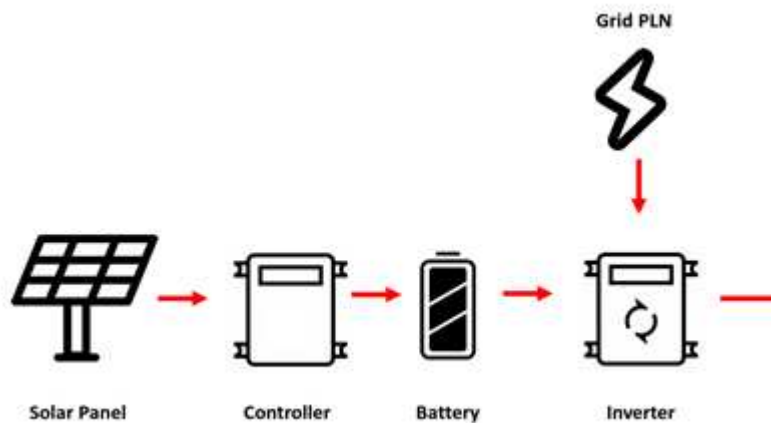


11.2.2 Penggunaan *Photo Voltaic* (PV) sebagai sumber energi alternatif dari Sel Surya

Melimpahnya sinar matahari di daerah tropis dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif menggunakan Sistem Solar *Panel on Grid*. Solar Sel Sistem *On Grid system* (juga disebut *Grid Tie System/ Grid Interactive*) menggunakan solar panel (*panel photovoltaic*) untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan dan bebas emisi. Pada siang hari ketika sinar matahari melimpah, Rangkaian listrik sistem ini akan tetap berhubungan dengan jaringan listrik gedung yang dipasok dari PLN, dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi dari panel surya untuk menghasilkan energi listrik semaksimal mungkin, seperti yang ditunjukkan dalam gambar berikut:

Gambar 11. 10

Skematik penerapan Solar Panel untuk Sumber Daya Alternatif Selain Pasokan dari Grid PLN



Sistem ini menggunakan Modul Surya (*Photovoltaic Module*) untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan dan bebas emisi. Dengan adanya sistem ini akan mengurangi tagihan listrik dari PLN, dan memberikan nilai tambah pada sisi konservasi energi. Sesuai namanya, On Grid, maka sistem ini akan tetap berhubungan dengan jaringan listrik rumah sakit yang dipasok dari PLN dengan mengoptimalkan pemanfaatan Modul Surya untuk menghasilkan energi listrik semaksimal mungkin.

Pada siang hari, Modul Surya yang terpasang pada atap akan mengkonversi sinar matahari menjadi Energi listrik Arus Searah (DC). Selanjutnya sebuah komponen yang disebut Grid-inverter merubah listrik arus searah (DC) dari PV menjadi listrik arus bolak-balik (AC) yang kemudian dapat digunakan untuk mensuplai berbagai peralatan bangunan seperti Lampu, Kotak Kontak Biasa (KKB) untuk melayani pasokan daya TV, Kulkas, Mesin Cuci, komputer, printer dll. Jadi pada siang hari, kebutuhan energi listrik berbagai peralatan disuplai langsung oleh Modul Surya.



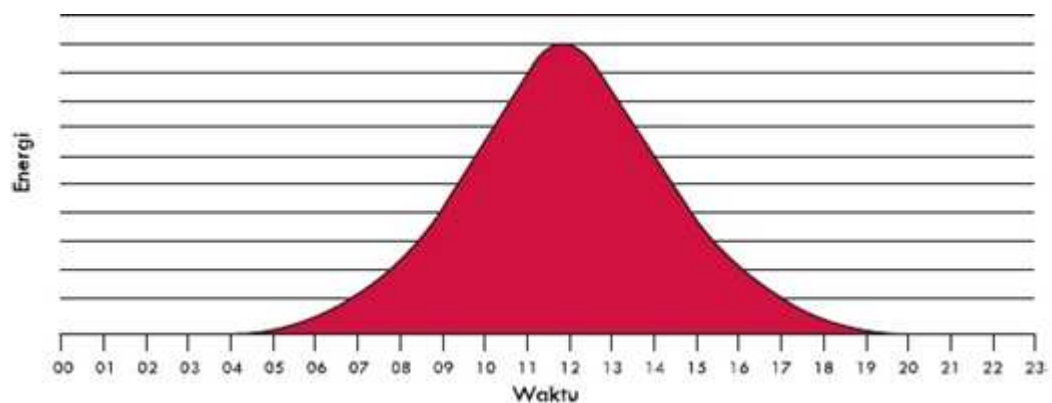
img source: www.kaukabuna.com

Jika pada kondisi ini terdapat kelebihan energi dari PV maka kelebihan energi ini dapat dijual ke PLN (tergantung kebijakan) namun sebaliknya pada malam hari atau jika kondisi cuaca mendung maka peralatan akan disupport oleh jaringan PLN. Hal ini dimungkinkan karena sistem ini tetap terkoneksi dengan jaringan PLN.

Dalam sistem *On Grid*, baterai merupakan hal yang tidak wajib (optional), mengingat Solar Sel bukan merupakan sumber energi listrik yang utama. Demikian juga dengan sistem Hybrid, keharusan penggunaan baterai disesuaikan dengan kondisi dan pilihan energi primernya. Jika Solar Sel sebagai energi primer, maka baterai menjadi harus, namun tidak seketat sistem *Off Grid*, kapasitas baterai dapat dibuat untuk 1 hari penggunaan karena dalam kondisi cuaca buruk, sumber energi lain yang di-hybrid dengan Solar Sel dapat memberikan pasokan energi listrik.

Pola Pembebanan

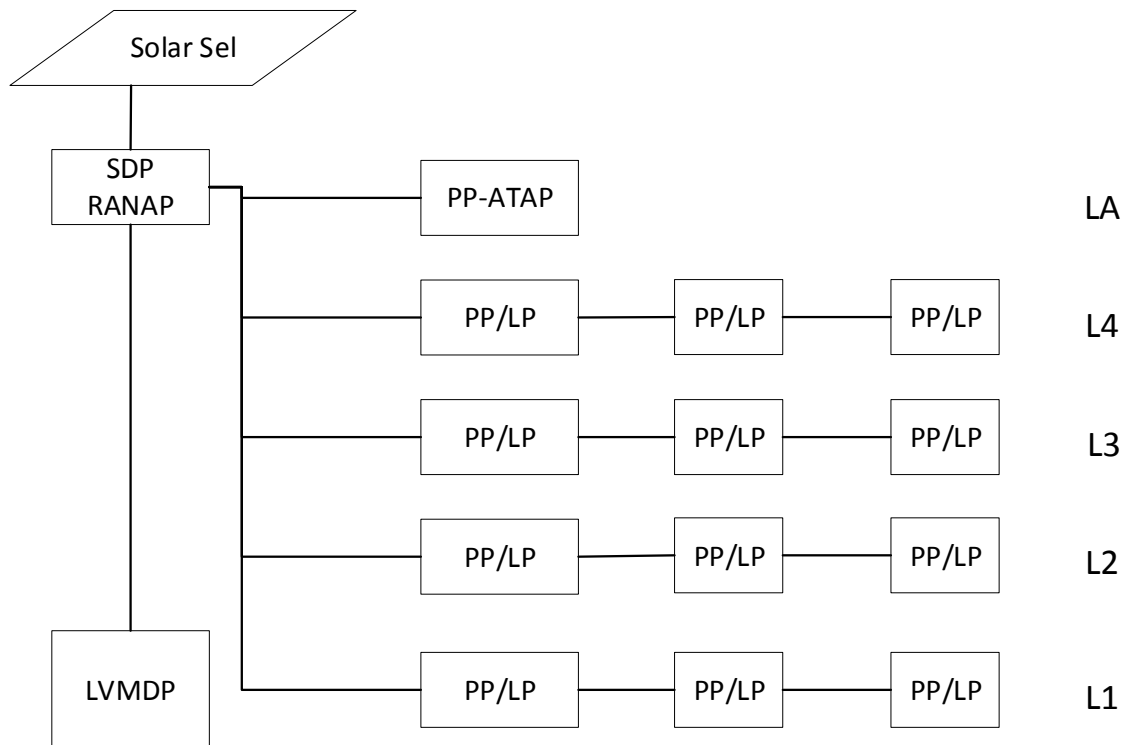
Pola pembebanan menjadi hal penting karena menyangkut dengan kemampuan/kapasitas sistem Solar Sel dalam melayani beban. Pembebanan ini harus direncanakan dengan baik dan mengasumsikan jumlah seluruh beban dan proyeksi pertambahan beban di masa mendatang. Grafik Produksi Energi sistem Solar Sel:



Berikut di bawah ini adalah contoh konfigurasi pemasangan solar sel sebagai pasokan daya alternatif untuk lampu penerangan dan Kotak Kontak Bersama, KKB:

Gambar 11. 11

Contoh Skematik konfigurasi Solar Panel untuk sumber Daya Alternatif Pasokan pada Bangunan Rawat Inap 4 lantai



11.2.3 Penggunaan Lampu Jenis LED untuk Penerangan Buatan

1. Tentang LED

Cahaya pada LED adalah energi elektromagnetik yang dipancarkan dalam bagian spektrum yang dapat dilihat. Cahaya yang tampak merupakan hasil kombinasi panjang gelombang yang berbeda dari energi yang dapat terlihat mata bereaksi melihat pada panjang gelombang energi elektromagnetik dalam daerah antara radiasi ultra violet dan infra merah. Cahaya terbentuk dari hasil pergerakan elektron pada sebuah atom.

Dimana pada sebuah atom, elektron bergerak pada suatu orbit yang mengelilingi sebuah inti atom. Elektron pada orbit yang berbeda memiliki jumlah energi yang berbeda. Elektron yang berpindah dari orbit dengan tingkat energi lebih tinggi ke orbit dengan tingkat energi lebih rendah perlu melepas energi yang dimilikinya. Energi yang dilepaskan ini merupakan bentuk dari foton sehingga menghasilkan cahaya. Semakin besar energi yang dilepaskan, semakin besar energi yang terkandung dalam foton.

2. Gambaran Teknologi LED

Dalam perkembangannya di bidang penerangan, LED kini mulai digunakan sebagai lampu penerangan baik untuk penerangan rumah maupun jalan. Di Indonesia sendiri penggunaan LED dalam penerangan sudah mulai banyak digunakan. Harga lampu LED jika dibandingkan dengan lampu yang biasa, meski masih relative lebih mahal namun berangsur-angsur mulai menurun. Pembuatan LED dilakukan berdasarkan kebutuhan tegangan yang umumnya digunakan oleh konsumen, yaitu pada tegangan 220 V. Maka susunan LED yang paling tepat adalah rangkaian seri, yaitu dengan 36 buah LED, LED ini sendiri disuplai oleh tegangan 220V yang sudah disearahkan sehingga sesuai dengan kebutuhan dari total LED yang dipasang. Sehingga tegangan keluaran dari suplai adalah tegangan searah, bukan lagi tegangan bolak-balik.

Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai lumen/ watt dari lampu LED adalah nilai binning dari LED tersebut, bahwa semakin besar nilai binning suatu bahan atau produk maka semakin jelek kualitasnya. $\cos \phi$ yang dihasilkan dari rangkaian ini sangat rendah, sehingga mempengaruhi konsumsi daya LED.

LED adalah sejenis diode semikonduktor istimewa. Seperti sebuah dioda normal, LED terdiri dari sebuah chip bahan semikonduktor yang diisi penuh, atau di-dop, dengan ketidakmurnian untuk menciptakan sebuah struktur yang disebut *p-n junction*. Panjang gelombang dari cahaya yang dipancarkan dan warnanya, tergantung dari selisih pita energi dari bahan yang membentuk p-n junction.

Tak seperti lampu pijar dan neon, LED mempunyai kecenderungan polarisasi. Chip LED mempunyai kutub positif dan negatif (p-n) dan hanya akan menyala bila diberikan arus maju. Ini dikarenakan LED terbuat dari bahan semikonduktor yang hanya akan mengizinkan arus listrik mengalir ke satu arah dan tidak ke arah sebaliknya. Chip LED pada umumnya mempunyai tegangan rusak yang relatif rendah.

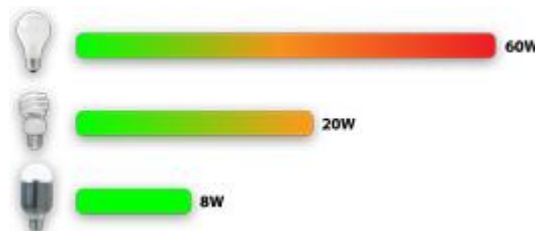
Karakteristik chip LED pada umumnya adalah sama dengan karakteristik dioda yang hanya memerlukan tegangan tertentu untuk dapat beroperasi.

Namun bila diberikan tegangan yang terlalu besar, LED akan rusak walaupun tegangan yang diberikan adalah tegangan maju.

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui karakter yang dihasilkan oleh LED yang dibuat. Mengetahui pengaruh penggunaan LED pada lampu penerangan dalam ruangan. Membandingkan kinerja lampu LED dan lampu pijar, TL, dan LHE (Lampu Hemat Energi) dengan cara mengamati nilai daya (P) dan intensitas cahaya (Lux) yang dihasilkan.

3. Perbandingan Lampu Pijar, Neon, TL dan LED

Walaupun besarnya listrik yang dikonsumsi berhubungan dengan jumlah cahaya yang dihasilkan (lumen), efisiensi dari setiap teknologi lampu akan berbeda beda. Misalnya, efisiensi lampu pijar berkisar di 10-15 lm/ w, lampu Neon/ CFL/ LHE berkisar di 40-60 lm/ w, dan untuk LED berkisar di 70-110 lm/ w.



Jadi bisa dilihat bahwa setiap lampu tidak bisa dilakukan dengan watt-nya saja, melainkan dari Lumen. Saat ini, LED adalah teknologi yang

mampu menghasilkan lumen terbesar untuk setiap watt yang dikonsumsi.

4. Kualitas Lampu Jenis LED

Darimana bisa mengetahui sebuah produk memiliki kualitas yang baik. Tentunya melalui hasil. Hal yang sama juga berlaku untuk LED. Sebelum dipasarkan lampu-lampu LED melalui tahap pengujian, untuk memastikan kualitasnya. Tahap pengujian tersebut dinamakan binning process.

Pada LED ada empat hal yang harus dibuktikan melalui proses binning, yaitu konsistensi warna, *colour rendering*, usia pakai (*lifetime*), dan efikasi (jumlah cahaya per daya) yang dinyatakan dalam satuan lumen per watt (LPW). Fungsi *binning* adalah memastikan setiap LED yang dihasilkan memenuhi suatu standar kualitas. Jika sebuah lampu LED memenuhi setiap standar, maka akan memperoleh predikat Bin 1. Predikat ini terus menurun ke Bin 2, Bin 3 dan seterusnya, sesuai dengan tingkat pemenuhan standar kualitas

dari setiap lampu LED yang diuji. Makin besar angka Bin-nya, artinya makin tidak memenuhi standarlah si lampu yang diuji.

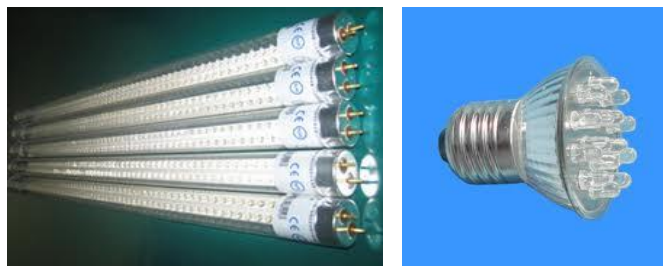
Dari hasil *binning* ini, hanya lampu berpredikat Bin 1 dan Bin 2 yang dinyatakan lulus dan siap dipasarkan. Bagaimana nasib lampu–lampu LED dengan predikat Bin 3 dan seterusnya. Lampu–lampu ini tetap dijual karena tidak lulus *binning* bukan berarti tidak bisa dipakai. Harganya pun jelas lebih rendah daripada LED yang lulus uji.

5. Pemilihan Lampu LED

Lampu LED dapat digunakan untuk melakukan penggantian lampu eksisting maupun untuk rancangan gedung baru. Dalam penggunaan lampu LED untuk menggantikan lampu eksisting, ada dua acuan yang perlu dicermati yakni dalam menentukan intensitas cahaya yang diinginkan dari lampu LED yang akan menggantikan lampu konvensional yang ada saat ini, yaitu intensitas cahaya menurut Standar Nasional Indonesia, dan intensitas cahaya yang dihasilkan dari lampu konvensional sebelum penggantian.

Gambar 11. 12

Contoh LED yang Dapat Digunakan untuk Mengganti Lampu Non LED



11.3 IMPLEMENTASI KONSEP HEMAT PENGGUNAAN AIR

Hemat penggunaan air juga merupakan salah satu kriteria dalam penerapan konsep *green hospital*. Efisiensi sumber daya dari sisi penggunaan air dilakukan melalui meminimalisasi penggunaan air bersih yang diperoleh dari tanah dan PDAM untuk pengairan atau penyiraman taman/ lanskap. Selain itu, efisiensi juga dapat dilakukan dengan mempertimbangkan penggunaan air limbah yang masih layak pakai (*grey water*) sebagai sumber air untuk keperluan penyiraman tanaman atau untuk penggelontoran toilet bila memang dikaji dari sisi investasi tidak memberatkan. Alternatif lain untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air bersih dapat dilakukan dengan memanfaatkan air hujan sebagai penopang kebutuhan air primer maupun air sekunder.

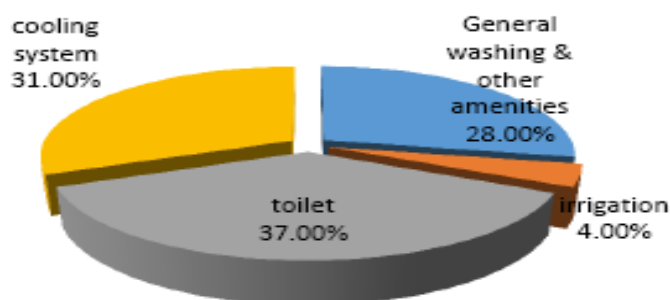
Dari hasil observasi terdapat beberapa unsur yang terkait langsung dengan hemat dalam penggunaan air. Diantaranya adalah:

1. Pemanfaatan air hujan *roof rain water* yang ditangkap oleh atap untuk menunjang persediaan air primer;
2. Pemanfaatan air hujan *storm water* yang ada di tanah untuk persediaan air sekunder;
3. Pemanfaatan *grey water* untuk persediaan air sekunder.

Berikut ini adalah gambaran komposisi penggunaan air secara tipikal untuk bangunan pemerintah:

Gambar 11. 13

Typical Water Usage Distribution in a Government Office Building



Sumber: Panduan Green Building Indonesia

Dari grafik tersebut terlihat bahwa 37% adalah untuk kebutuhan *flushing* toilet, 4% untuk siram-siram taman (irigasi), 31% dipakai untuk pendinginan ruangan dalam pengertian bila yang diterapkan adalah mesin AC Sentral dengan *Chiller* yang dilengkapi *Cooling Tower* sebagai unit pendingin. Sedangkan khusus untuk pemakaian air bersih saja (*General Washing* dan *other amenities*) hanya sebesar 28%.

Dalam hal ini apabila sistem AC yang digunakan bukan dari jenis AC sentral yang berpendingin *Chiller* yang dilengkapi dengan *Cooling Tower*, komposisi penggunaan air untuk bangunan gedung berubah sebagai berikut:

1. Untuk penggunaan air bersih 40%;
2. Untuk irigasi/ siram siram taman 6%;
3. Untuk flushing toilet 54%.

11.3.1 Estimasi Kebutuhan Air Bersih

1. Estimasi Berdasarkan Jumlah Tempat Tidur

Berdasarkan perkiraan jumlah tempat tidur dapat dibuatkan perkiraan kebutuhan air bersih, melalui pendekatan estimasi sebagai berikut:

Standar Kebutuhan Air Bersih (SNI 03-7065-2005)

- Flat/ rumah tinggal 100 liter/ orang/ hari
 - Sekolah Dasar 40 liter/ siswa/ hari
 - SLTP 50 liter/ siswa/ hari
 - SLTA 80 liter/ siswa/ hari
 - Perguruan Tinggi 80 liter/ siswa/ hari
 - Pabrik/ Industri 50 liter/ orang/ hari
 - Instansi/ kantor 50 liter/ orang/ hari
- | | |
|------------------------|---------------------|
| • Rumah Sakit Menengah | 450 liter/ TT/ hari |
| • Rumah Sakit VIP | 50 liter/ TT/ hari |

Berdasarkan angka acuan diatas, berikut di bawah ini dibuatkan hasil perhitungan kebutuhan air ketika RSUD SOFIFI – Maluku Utara mencapai kapasitas rawat inap sejumlah 300 tempat tidur:

Tabel 11. 1

Estimasi kebutuhan air RSUD Sofifi – Maluku Utara berdasarkan Jumlah TT

No	ITEM	JML MAKS/orang	KONSUMSI/ liter	JUMLAH	M3/TT
1	SDM	600	100	60.000	
2	RAJAL	600	15	9.000	
3	RANAP	300	450	135.000	
4	KEL. PASIEN	300	100	30.000	
5	PENGANTAR	600	15	9.000	
		JUMLAH		243.000	
	CADANGAN	15%		36.450	
		JUMLAH		279.450	
	LOSSES	3%		6.986	
		JUMLAH		286.436	
			RATA2	954,7875	LITER/TT
		PEMBULATAN		1000	LITER/TT
				1	M3/TT

2. Neraca Air

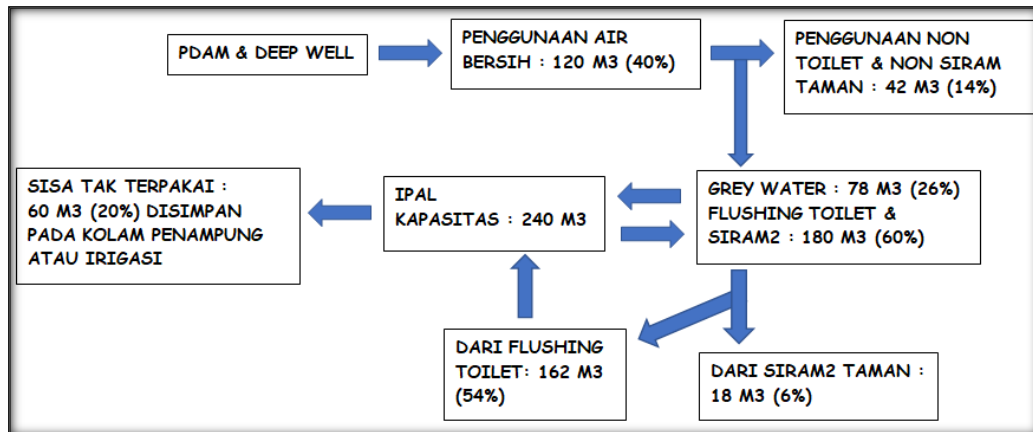
Berikut dibawah ini adalah analisa model neraca air yang dibuat berdasarkan berangkat dari prediksi angka kebutuhan total hingga sebesar 400 m³ per hari menggunakan komposisi angka pemakaian air sebagai berikut:

- A. Untuk penggunaan air bersih 40% : 120 m³/ hari;
- B. Untuk Irigasi/ siram siram taman 6% : 18 m³/ hari;
- C. Untuk *flushing* toilet 54% : 162 m³/ hari.

Dari komposisi tersebut terlihat bahwa sebagian besar air (60%) adalah untuk *flushing toilet* dan siram siram taman. Komposisi tersebut juga dapat dijelaskan melalui diagram sebagai berikut:

Gambar 11. 14

Komposisi Penggunaan Air di RSUD Sofifi – Maluku Utara



Keterangan:

Dari neraca diatas, dapat dijelaskan tiga hal sebagai berikut:

- (a) Penggunaan air bersih sebesar 120 m3 disebut sebagai kebutuhan air primer. Angka tersebut merupakan kebutuhan riil air bersih yang didapat dari PDAM maupun air proses dari deep well. Angka ini belum melebihi angka sesuai standar SNI;
- (b) Dari diagram diatas kebutuhan air sekunder adalah air untuk flushing toilet dan siram-siram taman sebesar 180 m3 per hari;
- (c) Dari total angka neraca air sebesar 300 m3 per hari akan menghasilkan air kotor yang masuk ke dalam IPAL sebesar $80\% \times 300 = 240 \text{ m}^3/\text{hari}$. Sisanya sebesar $20\% = 20\% \times 300 = 60 \text{ m}^3/\text{hari}$ akan meresap atau diresapkan ke dalam tanah. Sebaiknya sisa air dari proses IPAL tersebut disimpan dahulu ke dalam kolam penampung baru kemudian disalurkan ke saluran drainase.

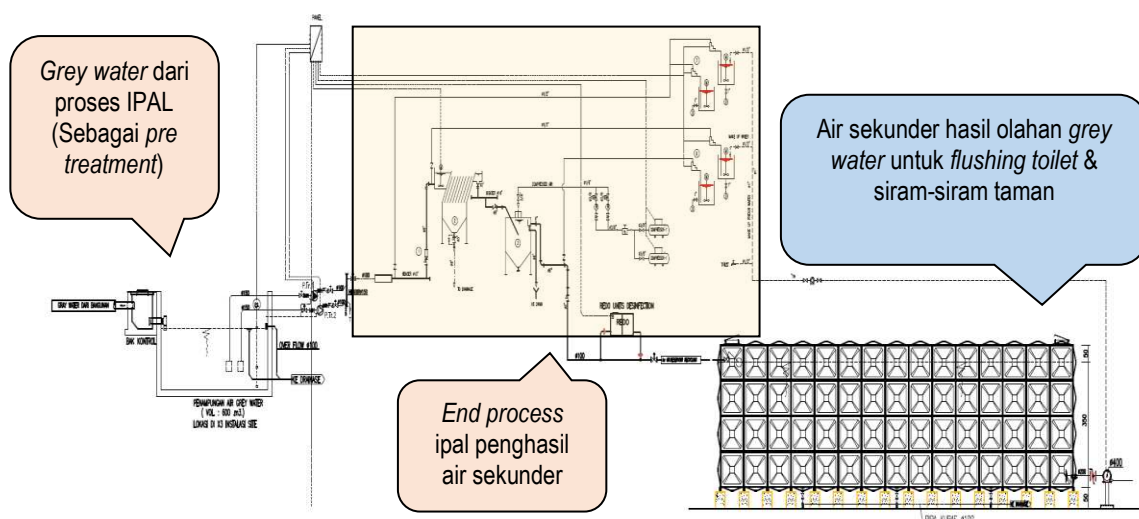
11.3.2 Pemanfaatan Air Bekas dan Air Kotor (*Grey Water*)

Jumlah *air Bekas dan Air Kotor* yang dihasilkan sekitar 80% dari total keseluruhan neraca air, yakni sebesar $240 \text{ m}^3/\text{hari}$. Dalam hal ini *air buangan* yang didapat dari hasil pengolahan IPAL tidak akan dibuang langsung ke badan penerima air tetapi akan diolah lebih lanjut sehingga aman kalau akan ditampung dalam reservoir air sekunder. Sedangkan konsumsi kebutuhan air sekunder bila semua bangunan dipersiapkan instalasi untuk *flushing toilet* dan siram-siram taman, akan mengkonsumsi sekitar 60%, yakni sejumlah 180 m^3 .

Dengan meresapnya limbah sisa air sekunder ke tanah di lingkungan RSUD Sofifi – Maluku Utara meskipun di musim kemarau seharusnya dapat dikelola agar selalu basah dan semua tanaman akan kelihatan hijau cukup dengan drainase dari sisa pengelolaan air bekas saja.

Gambar 11. 15

Uraian Proses Pengolahan *Grey Water* dari *Output* IPAL Menjadi Air Sekunder



11.3.3 Konsep *Rain Water Harvesting* untuk Pemanfaatan Air Hujan

Air hujan curahan dari langit dapat dimanfaatkan untuk persediaan air primer dan air sekunder dalam bangunan. Air primer yang dimaksud adalah air bersih dengan kualitas yang sama dengan air PDAM untuk memenuhi konsumsi air bersih. Air sekunder yang dimaksud adalah air yang diperlukan untuk *flushing* toilet, siram-siram taman maupun untuk cuci kendaraan (bila proses pengolahannya sudah hampir mendekati air bersih namun tidak untuk diminum).

Mengacu pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan disebutkan bahwa setiap penanggung jawab bangunan wajib melakukan pemanfaatan air hujan. Kewajiban pemanfaatan air hujan ini dikecualikan pada kawasan *karst*, rawa dan/ atau gambut. Mengingat lokasi RSUD Sofifi – Maluku Utara ini bukan termasuk kriteria ketiga tanah tersebut maka drainase ramah lingkungan menjadi sebuah kewajiban untuk dilakukan.

Dari sisi cara pemmanfaatannya air hujan dibedakan dalam dua hal berikut:

1. *Rain water* yaitu air hujan yang dikumpulkan dari atap;
2. *Storm water* air hujan yang dikumpulkan dari tanah.

Dalam konsep *rain water harvesting* air hujan yang dikumpulkan dari atap dapat disimpan dan dimanfaatkan secara langsung untuk menopang kebutuhan air

bersih. Sedangkan air hujan yang dikumpulkan dari tanah akan disalurkan melalui drainase tapak kemudian dialirkan ke kolam penampung (*retention pond*) dan limpasannya akan disalurkan ke drainase kota.

Air hujan (*storm water*) yang sudah terkumpul dalam kolam penampung ini merupakan bahan baku dalam proses daur ulang (*recycling*) untuk dimanfaatkan dalam kebutuhan *flushing* toilet dan siram siram taman.

1. Pemanfaatan Air Hujan

Sebagaimana telah dijelaskan di atas bahwa air hujan curahan dari langit dapat dimanfaatkan untuk persediaan air primer dan air sekunder dalam bangunan. Berikut di bawah ini adalah gambaran dari komposisi pemanfaatan yang dimaksud:

Gambar 11. 16

Kegiatan yang Dapat Memanfaatkan Air Hujan

	Rainwater (roof only)	Stormwater (roof & ground)
Amenities/Bathroom	●	●
Kitchen/ Food Prep.	●	●
Hot Water System	●	●
Toilet Flushing	●	●
Laundry	●	●
Irigation	●	●
Vehicle Washing	●	●
Cooling Tower	●	●
Pool Top up Water	●	●
Other Process Water	●	●

● Acceptable ● Possible ● Not Recommended

2. Roof Rain Water untuk Menunjang Kebutuhan Air Primer

Air hujan bersih yang terkumpul dari atap disalurkan via talang kemudian ditampung ke *raw water storage* (*reservoir* air baku dari air hujan). *Raw water storage* yang dimaksud merupakan Reservoir air baku yang akan menampung *roof rain water*. Air hujan dari *roof rain water* ini sudah cukup bersih sehingga dapat digabung dengan air yang didapat dari sumur dalam (*deep well*) menjadi air baku.

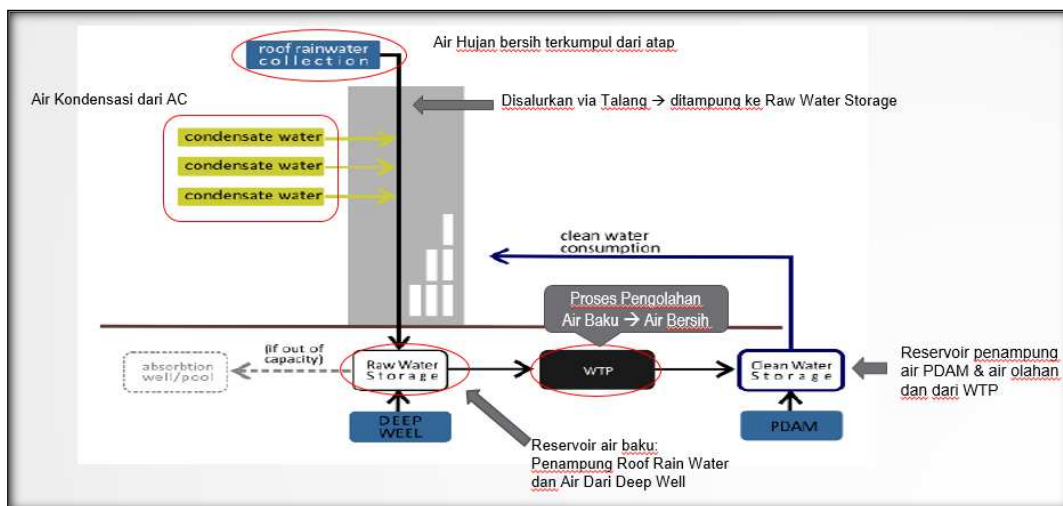
Untuk menjadi air bersih, air baku ini perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Pengolahannya cukup ringan sehingga hanya memerlukan *sand filter* dan *carbon filter*.

Hasil olahan air bersih dari air baku ini sudah siap untuk ditampung dalam reservoir induk untuk memenuhi kebutuhan air primer sebagaimana kualitas air bersih yang didapatkan dari layanan PDAM.

Berikut di bawah ini adalah gambaran dari proses penangkapan hingga pemanfaatan air hujan dari atap (*roof rain water*) hingga menjadi air bersih yang sudah diolah sebagaimana kualitas air dari PDAM.

Gambar 11. 17

Proses Penangkapan dan Pengolahan Air Hujan Menjadi Air Bersih Primer



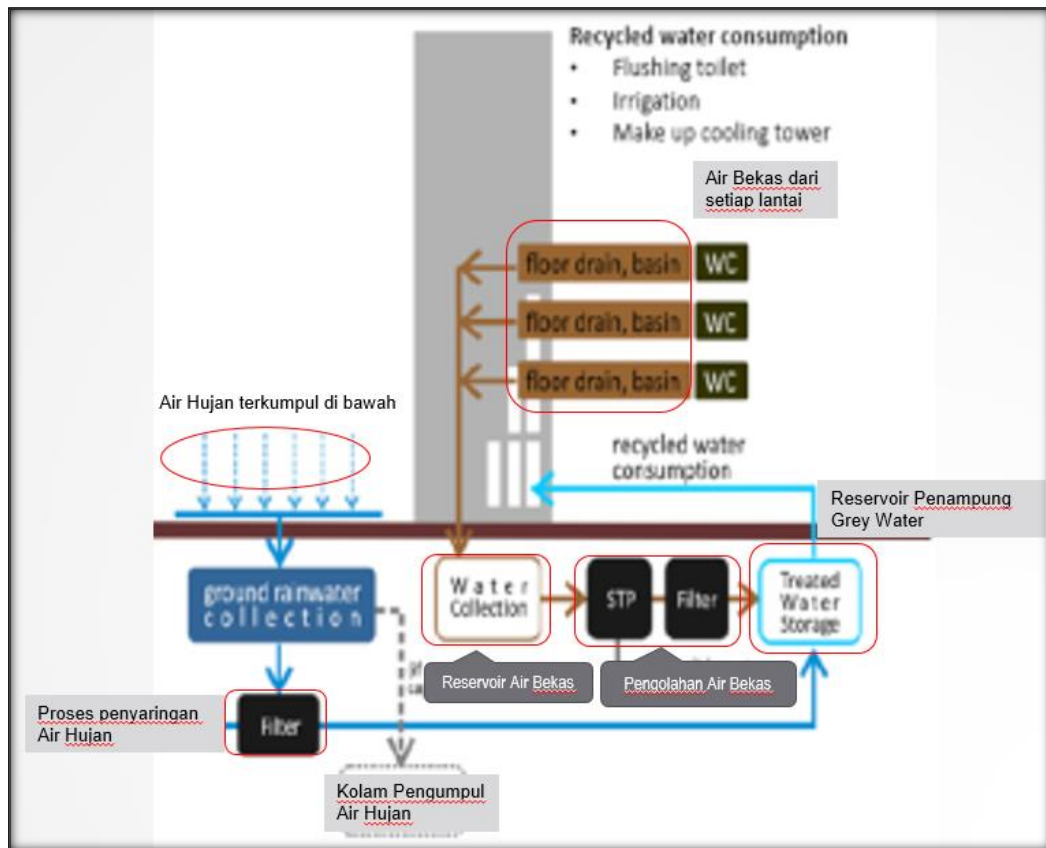
3. Storm Water untuk Menunjang Kebutuhan Air Sekunder

Penanganan air hujan (*storm water*) yang sudah dikumpulkan dalam kolam resapan berbeda dengan air hujan yang langsung dikumpulkan dari atap. Air hujan yang sudah dikumpulkan dalam kolam resapan kondisinya sudah agak kotor sehingga hanya bisa diolah untuk pemenuhan kebutuhan air sekunder.

Berikut di bawah ini adalah skematik diagram pemanfaatan air hujan (*storm water*) yang digabung dengan pengolahan air bekas untuk penyediaan kebutuhan air sekunder.

Gambar 11. 18

Proses Pengolahan *Storm Water* Menjadi Air Sekunder



11.4 IMPLEMENTASI JARINGAN DRAINASE

Dalam sistem drainase yang harus dirancang, aliran air hujan yang turun dialirkan melalui saluran terbuka/ parit yang berada di setiap bangunan rumah sakit melewati pinggir selasar kemudian masuk ke drainase rumah sakit. Dari saluran drainase rumah sakit selanjutnya dialirkan ke drainase sekeliling yakni selokan terdekat yang akan melintasi RSU Sofifi – Maluku Utara. Ketersediaan tanah berumput sebagai ruang terbuka hijau sehingga mampu membantu menyerap air hujan dengan baik dan tentunya akan memperkecil genangan air hujan.

Konsep pengelolaan air hujan dalam *master plan* ini dirancang menggunakan konsep eco drainase dan konservasi air sehingga kedepannya RSU Sofifi – Maluku Utara sudah siap menjadi *green hospital* dengan menerapkan prinsip hemat air melalui implementasi konsep *rain water harvesting* dan *zero run off*.

11.4.1 Penerapan Konsep *Eco Drainage*

Konsep eco drainase atau drainase ramah lingkungan yang diterapkan dalam *master plan* ini merupakan upaya mengelola air kelebihan dengan cara sebesar-besarnya diresapkan ke dalam tanah secara alamiah atau mengalirkan ke sungai dengan tanpa melampaui kapasitas sungai sebelumnya.

Dalam drainase ramah lingkungan, air kelebihan pada musim hujan harus dikelola sedemikian rupa sehingga tidak mengalir secepatnya ke sungai. Namun diusahakan meresap ke dalam tanah, guna meningkatkan kandungan air tanah untuk cadangan pada musim kemarau. Konsep ini sifatnya mutlak di daerah beriklim tropis dengan perbedaan musim hujan dan kemarau yang ekstrim seperti di Indonesia.

Dalam konsep eco drainase akan diterapkan konsep perencanaan dengan *sustainable drainage retention system* dengan penampungan *run-off drainage* dalam kawasan rumah sakit sebagai cadangan sistem pemadam kebakaran, kebersihan dan penyiraman lanskap serta estetika lanskap (*mikro-climate*).

11.4.2 Prinsip Dasar Konservasi Air

Dengan adanya perencanaan pembangunan RSUD Sofifi – Maluku Utara, maka akan diperlukan penyediaan air baku. Air baku ini selain diperlukan untuk kebutuhan konsumsi juga diperlukan dalam rangka menunjang kegiatan rumah sakit. Pada saat ini kebutuhan air di RSUD Sofifi – Maluku Utara dapat dilayani menggunakan suplai dari PDAM dan memanfaatkan adanya air tanah menggunakan pompa sumur air dalam. Pemanfaatan air tanah pada umumnya digunakan apabila kondisi air permukaan tidak mencukupi. Hal ini karena pengisian kembali air tanah memerlukan waktu yang relatif sangat lama apabila dibandingkan dengan pengisian air permukaan.

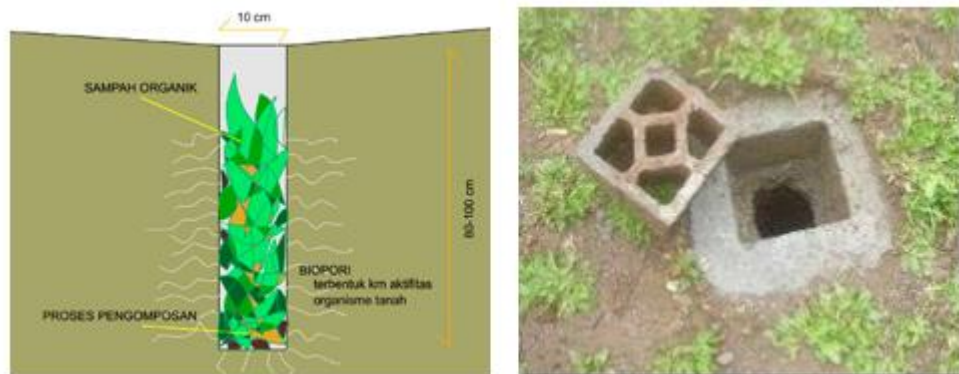
Prinsip dasar konservasi air adalah mencegah atau meminimalkan air yang hilang sebagai aliran permukaan dan menyimpannya semaksimal mungkin ke dalam tubuh bumi. Atas dasar prinsip ini maka curah hujan yang berlebihan pada musim hujan tidak dibiarkan mengalir ke sungai tetapi ditampung dalam suatu wadah yang memungkinkan air kembali meresap ke dalam tanah (*groundwater recharge*) melalui pemanfaatan air hujan dengan cara membuat kolam pengumpul air hujan, sumur resapan dangkal, sumur resapan dalam dan lubang resapan biopori. Pemanfaatan air hujan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain curah hujan, nilai kelulusan batuan (konduktivitas hidrolik), luas tutupan bangunan, muka air tanah dan lapisan akuifer.

1. Biopori

Biopori adalah suatu upaya untuk menyerapkan air hujan kedalam tanah dengan pembuatan lubang-lubang berpori setiap 2 m². Dimensi biopori lubang dengan diameter 30 cm kedalaman 100 cm. Lubang-lubang ini nantinya dipakai untuk menampung buangan sampah organik. Lubang-lubang pori-pori tanah akan terbentuk setelah terjadi pembusukan sampah dalam periode ulang tertentu sebagai akibat adanya binatang tanah seperti cacing yang memerlukan sampah yang sudah membusuk.

Gambar 11. 19

Contoh Biopori



2. Permeable Surface

Permeable surface adalah pembuatan lantai dengan material/ *paving* tetapi tetap memungkinkan air hujan meresap ke dalam Pemilihan dan desain material penutup yang menentukan kemampuan air hujan meresap ke dalam tanah. Berikut ini contoh *permeable surface*:

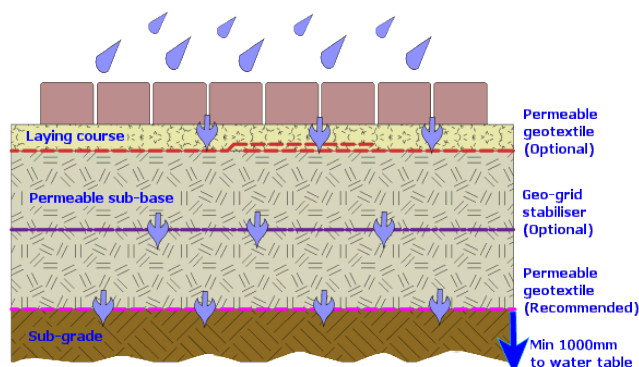
Gambar 11. 20

Contoh *Permeable Surface*



Gambar 11. 21

Konsep Peresapan Melalui *Permeable Surface*



3. Sumur Resapan Dangkal dan Dalam

Untuk menjaga keseimbangan lingkungan sangat dimungkinkan dibuatkan sumur resapan dangkal dan sumur resapan dalam. Untuk menampung air hujan bersih (keluar dari talang) langsung diinjeksikan ke dalam tanah hingga mencapai bidang aquifer atas. Sumur resapan dalam kedalamnya dapat mencapai 100 meter menggunakan pipa galvanis dengan diameter sampai dengan 8 inchi. Volume yang dipersyaratkan adalah sebesar 25 liter untuk setiap meter per segi luas atap. Atau sebesar $14.387 \times 25 = 359,675 \text{ m}^3$. Apabila per sumur volumenya sekitar 10 m^3 , maka diperlukan sekitar 36 sumur resapan.

11.4.3 Perencanaan Sistem Drainase

Kondisi tekstur tanah di Kota Sofifi dan wilayah pengembangannya sebagian besar berpasir dengan campuran tanah material sehingga dilihat dan sifat porous dalam menyerap air, memberikan kemampuan drainase yang cukup baik. Walaupun demikian, untuk mengantisipasi perkembangan kota yang pesat maka perlu dibuat jaringan drainase yang baik. Terutama untuk mengantisipasi genangan dan banjir yang dapat terjadi di hamparan Sofifi dan Kayasa dengan kemiringan 0-4 % (40 % dan luas wilayah).

Kawasan RSUD Sofifi – Maluku Utara memiliki lahan kurang lebih 9,6 Ha. Direncanakan dalam lahan ini akan dibangun sehingga pada akhirnya lahan yang 14.387 m² akan ditutupi oleh bangunan. Perubahan keadaan lahan ini akan berpengaruh pada besarnya limpasan permukaan di lokasi ini. Mengingat pembangunan RSUD Sofifi – Maluku Utara akan meningkatkan fraksi luas lahan kedap air maka jumlah limpasan permukaan akan meningkat. Peningkatan jumlah aliran permukaan ini akan mengakibatkan berkurangnya jumlah air yang

meresap ke dalam tanah, sehingga dapat mengakibatkan peningkatan debit puncak banjir serta erosi.

Dengan memperhatikan hal-hal di atas maka perubahan penggunaan lahan di RSUD Sofifi – Maluku Utara diharapkan diantisipasi dalam hal drainase, sehingga limpasan permukaan yang terjadi dapat dikendalikan, serta air permukaan yang ada tersebut dapat dimanfaatkan sebagai air baku untuk memenuhi kebutuhan air. Selain daripada itu, pengembangan drainase dapat mendukung upaya konservasi air dan lahan.

Perencanaan dasar drainase kawasan secara garis besar akan mencakup:

1. Penentuan zona drainase;
2. Penentuan jaringan drainase;
3. Perhitungan karakteristik hidrologi kawasan;
4. Perhitungan kebutuhan kapasitas saluran drainase;
5. Perhitungan kebutuhan bangunan-bangunan drainase.

A. Penentuan Zona Drainase

Penentuan zona drainase dilakukan berdasarkan kondisi topografi lahan dan batas-batas fisik yang memisahkan zona drainase, misal jalan dan bangunan. Penentuan zona drainase diharapkan dapat mengalirkan limpasan permukaan dengan jalur yang terpendek, sehingga tidak terjadi genangan.

B. Jaringan Drainase

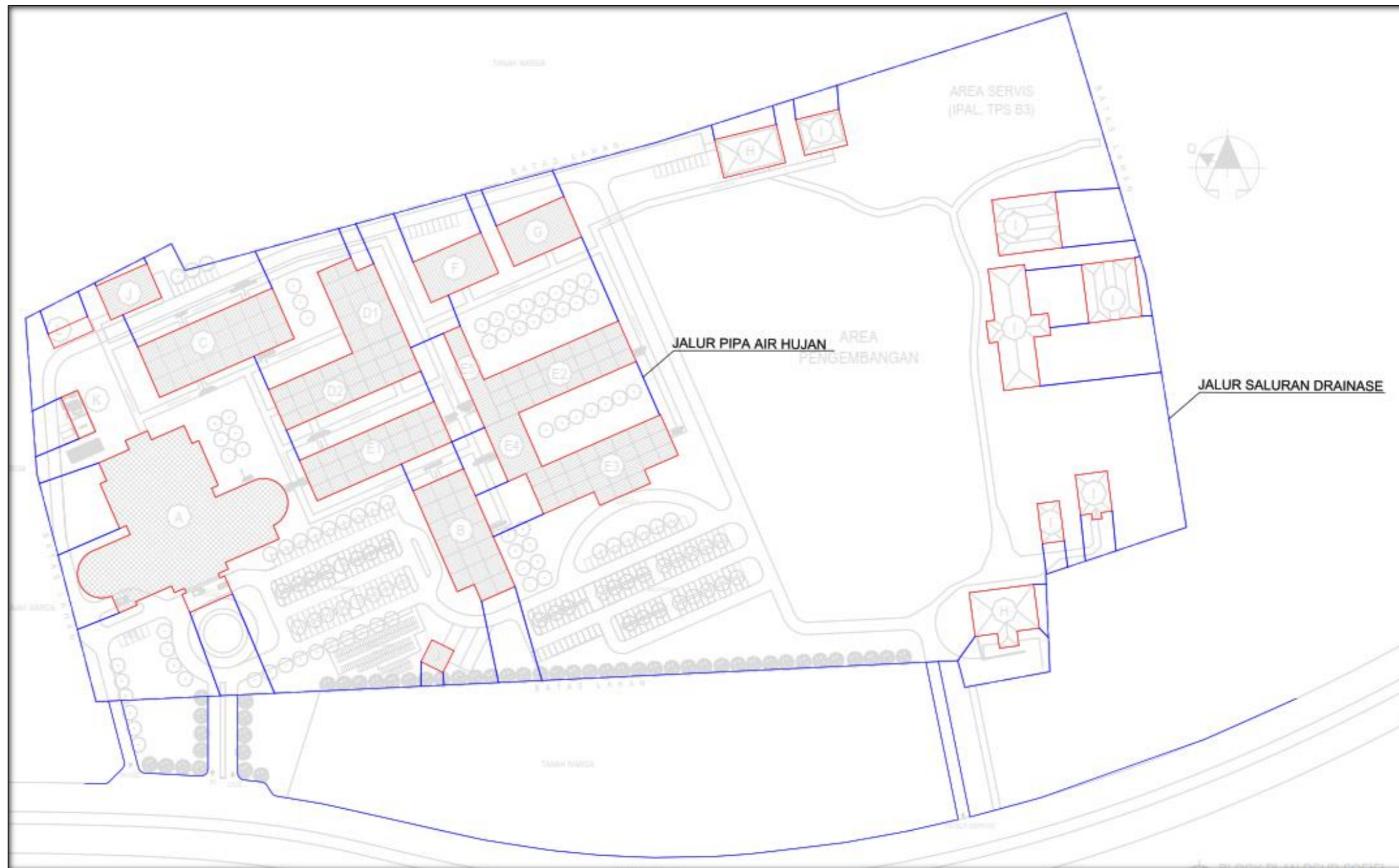
Saluran drainase akan melayani aliran air hujan dari bangunan, lahan dan jalan. Saluran-saluran drainase direncanakan akan berada pada bagian antara lahan bangunan dan jalan atau antara lahan bangunan dengan pedestrian. Saluran-saluran drainase direncanakan berupa saluran terbuka. Sistem jaringan drainase yang diusulkan akan mengakomodasi jaringan drainase yang sudah ada pada saat ini. Saluran yang diusulkan akan terdiri dari saluran tersier, sekunder dan primer sebagaimana terlihat dalam rencana jaringan drainase. Air hujan dari jaringan drainase dapat dimasukkan ke dalam *reservoir* maupun kolam-kolam yang direncanakan.

Berikut di bawah ini disampaikan gambar saluran drainase di RSUD Sofifi – Maluku Utara. terkait dengan keberadaan jalan di seluruh kawasan lahan Rumah Sakit.

Gambar 11. 22

Layout Jaringan Drainase dalam Kawasan RSU Sofifi – Maluku Utara

LEGENDA			
NOTASI	LANTAI	URAIAN	KET
(A)	DASAR 1	MAIN HALL, IGD, VK, ADMISSION POLIKLINIK, FARMASI	
	2	LABORATORIUM GITO, RADIOLOGI, ICU, KCU, NICU & PICU	
(B)	DASAR 1	KANTOR & MANAJEMEN & (REFUGESI REHAB MEDIK)	
	2	KANTOR & MANAJEMEN	
	3	KANTOR & R. SERBAGUNA	
(C)	DASAR 1	HALL, BANK DARAH & CSSD	
	2	IBS	
(D)	DASAR 1	RADIOLOGI	
	2	LABORATORIUM	
(E)	DASAR 1	ICU	
	2	HEMODIALISIS	
(E1)	DASAR 1	RAWAT INAP (P. DALAM)	
	2	RAWAT INAP (BEDAH)	
	3	RAWAT INAP (ANAK)	
	4	RAWAT INAP (KEBIDANAN)	
(E2)	DASAR 1	RAWAT INAP	
	2	RAWAT INAP	
	3	RAWAT INAP	
	4	RAWAT INAP	
(E3)	DASAR 1	RAWAT INAP	
	2	RAWAT INAP	
	3	RAWAT INAP	
	4	RAWAT INAP VIP & VIP	
(E4)	DASAR 1	FASILITASI & RUANG TUNGGU	
(E5)	DASAR 1	RAMP	
(F)	DASAR 1	GUDANG FARMASI	
(G)	DASAR 1	IPERS	
(H)	DASAR 1	INSTALASI IGD	
(I)	DASAR 1	INSTALASI LAUNDRY	
(J)	DASAR 1	KAMAR JENAZAH	
(K)	DASAR 1	POWER HOUSE, R. POMPA & GHT	
(L)	DASAR 1	SENTRAL GAS MEDIK	



11.5 IMPLEMENTASI SISTEM INSTALASI AIR BERSIH

11.5.1 Kajian Kebutuhan Penyediaan dan Distribusi Air

Kajian penyediaan dan distribusi air bersih meliputi kajian sebagai berikut:

1. Kebutuhan air bersih untuk berbagai fungsi sarana bangunan dalam kawasan rumah sakit;
2. Kebutuhan air bersih untuk fungsi laboratorium khusus;
3. Kebutuhan air untuk sistem pemadam kebakaran;
4. Kebutuhan air untuk sistem penggelontoran, penyiraman tanaman dan kebersihan;
5. Kajian sistem distribusi dan reservoir.

Perancangan sistem/ prasarana air bersih didasarkan atas peraturan-peraturan dan standar-standar serta referensi-referensi sebagai berikut:

1. Pedoman Plumbing Indonesia 1979;
2. Peraturan Pokok Teknik Penyehatan mengenai air minum dan air buangan, rancangan 1968 Dirjen Cipta Karya, Direktorat Teknik Penyehatan;
3. Peraturan Instalasi Air Minum dari PDAM;
4. Algemeene Voorwarden Voor Drink Water Instalatie (AVWI);
5. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 173/ Men.Kes/ Per/ VIII/ 77, tentang Pengawasan Pencemaran Air dari Badan Air untuk berbagai kegunaan yang berhubungan dengan kesehatan;
6. Peraturan Perburuhan Departemen Tenaga Kerja;
7. Peraturan-peraturan lain yang berlaku setempat.

Kebutuhan air bersih yang ada di wilayah Kota Sofifi, dipenuhi oleh sumber air bersih dari air permukaan (sungai) dan mata air.

1. Air Permukaan

Yang dimaksud dengan air permukaan adalah air yang mengalir dan berada di atas permukaan tanah, baik itu berupa sungai, yang akhirnya mengalir ke tempat yang rendah atau lembah sungai, sehingga secara keseluruhan disebut sebagai run-off atau limpasan.

A. Sungai Ake Oba

Sungai Ake Oba adalah sungai yang paling besar dan sungai ini membelah dua buah bukit yang bermuara di laut atau Kota Sofifi.

Hulu Sungai Ake Oba terdiri dari Sungai Ake Tongai dan Sungai Ake Boku-boku, dimana Sungai Ake Fongai mempunyai debit aliran rata-

rata 100 liter/detik dan debit minimum (musim kemarau) sekitar 20,0 liter/detik, sedangkan debit aliran Sungai Ake Boku-boku mempunyai debit aliran rata-rata 100 liter/detik dan debit minimum (musim kemarau) sekitar 1,0 liter/detik. Sungai Ake Boku-boku terdiri dari 8 buah danau dimana ada dua buah danau yang berpotensi menjadi sumber air baku yaitu Danau Bokudan Danau Bambu.

B. Sungai Ake Toniku

Sungai Ake Toniku adalah sungai yang mengalir dan arah selatan ke arah utara atau bermuara ke laut, Sungai Ake Toniku berada sekitar perbatasan Desa Kayasa. Sungai Ake Toniku tidak pernah kering walaupun musim kemarau Panjang.

C. Sungai Ake Kayasa

Sungai Ake Kayasa adalah sungai yang mengalir dan arah selatan ke arah utara, atau bermuara ke laut. Lokasi sungai tersebut berada di Desa Kayasa. Sungai Ake Kayasa tidak pernah kering sepanjang tahun. Pada aliran Sungai Ake Kayasa adalah menerus atau memotong setiap batuan yang relatif besar dan akan berkumpul membentuk suatu wadah air.

Sifat dari kedua Sungai Ake Toniku dan Sungai Ake Kayasa mempunyai sifat mencair dikarenakan sungai tersebut menempati batuan dengan sifat batuan/kekeran yang sama (homogen).

2. Mata Air Lelei (Akekolano)

Mata air yang ada di Kota Sofifi adalah mata air Akekolano (Lelei), debit mata air berkisar 0,2 lt/dt pada musim kemarau dan informasi dari masyarakat setempat adalah 4,0 lt/dt (pada saat musim hujan). Mata air ini muncul dipermukaan dikarenakan terpotongnya atau pergeseran tanah oleh patahan (sesar), ini disebabkan oleh tidak tertahannya daya tahan tanah terhadap air maka terjadi pergeseran.

Mata air tersebut terletak di lokasi Desa Akekolano, dengan jarak kurang lebih 4 km dan Kota Sofifi, dan menempati elevasi 15 m dari permukaan laut. Mata air Akekolano ini pernah dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sebagai air bersih dengan sistem perpipaan (pemompaan) melalui bak penampung (namun saat ini sistem tersebut tidak berjalan).

Dalam pengembangan selanjutnya pada perencanaan master plan ini penampungan air bersih akan disediakan tangki bawah tanah (*ground reservoir*) di masing-masing bangunan yang dirancang menampung kebutuhan minimal 1 (satu) hari operasional, penyiraman taman dan cadangan pemadam kebakaran dengan penggunaan *water level control* agar cadangan untuk pemadam kebakaran tidak terpakai.

Sistem distribusi air bersih untuk gedung ini dilakukan dengan pompa pelayanan (*booster pump*) yang dilengkapi dengan tangki tekan (*pressure tank*) yang secara langsung menyalurkan air dari tangki bawah tanah menuju masing-masing *fixture*.

Perintah pengoperasian pompa dilakukan secara otomatis dilakukan oleh *pressure switch* yang mendeteksi penurunan tekanan di dalam sistem pemipaan distribusi.

Digunakan tiga unit pompa pelayanan yang beroperasi secara bergantian. *Pressure tank* digunakan agar pompa tidak terlalu sering beroperasi *start-stop*.

11.5.2 Parameter Perencanaan

Parameter perencanaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Standar Kualitas Air Minum

Pada dasarnya untuk penyediaan air minum dimaksud harus memenuhi syarat-syarat sebagai air minum seperti yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/ Menkes/ Per/ IX/ 1990 tentang syarat-syarat pengawasan kualitas air minum. Adapun syarat-syarat yang dimaksud meliputi syarat:

- Fisika;
- Kimia;
- Radioaktif;
- Mikro Biologi.

2. Jumlah Kebutuhan Air Bersih

Untuk Kebutuhan Air Bersih di RSUD Sofifi – Maluku Utara, bila diterapkan *sistem recycling* (daur ulang air bekas) maksimum rata-rata adalah sekitar 120 m³ per hari. Mempertimbangkan keterbatasan pasokan air bersih dari PDAM, disarankan untuk menerapkan konsep '*rain water harvesting*', dimana

seluruh air yang masuk ke dalam lahan ditampung untuk diolah dan didistribusikan ke dalam bangunan-bangunan. Konsep ini sebagai penunjang dari suplai air bersih PDAM;

A. Faktor Perilaku

1) Kebutuhan Harian

Untuk memenuhi fluktuasi pemakaian air harian dan mengakomodasikan fleksibilitas dalam pembangunan, maka perlu ditambahkan faktor puncak sebesar 115%;

2) Kebutuhan Jam-an

Dalam memenuhi fluktuasi kebutuhan air jam-jaman harus diperhitungkan dengan penambahan faktor puncak sebesar 200%.

B. Kebutuhan Pemadam Kebakaran

$$\text{Vol} = Q \times t$$

Dimana:

Q = Debit air pemadam kebakaran dalam satuan gpm;
diambil 1000 gpm

t = Durasi persediaan dalam menit, diambil 45 menit.

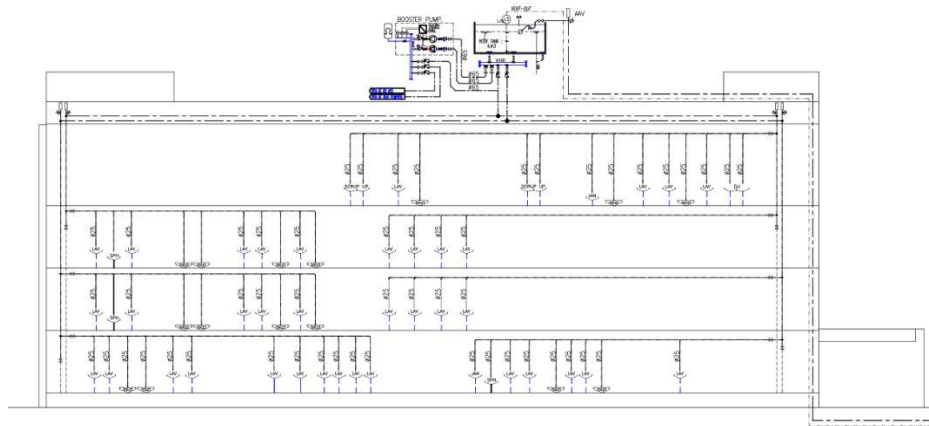
C. Distribusi dan Reservoir

Air dapat didistribusikan secara gravitasi, langsung dengan pemompaan atau pompa dilengkapi dengan reservoir (tandon).

Gravitasi

Sistem ini dapat diaplikasikan apabila sumber air berada di ketinggian yang lebih (cukup) dari daerah pelayanannya. Ini merupakan metode yang paling dapat diandalkan, namun perlu diberikan proteksi yang baik terhadap pipa saluran distribusi.

Berikut di bawah ini adalah contoh distribusi air bersih di dalam gedung dilakukan menggunakan sistem gravitasi, dengan deskripsi untuk model gedung 4 lantai :



Keterangan:

Dari roof tank, sedangkan roof tank dipasok dari ground tank dengan menggunakan pompa transfer yang terletak di rumah pompa. Pola jaringan yang diusulkan dalam master plan ini menggunakan sistem radial namun dilengkapi dengan alat pantau neraca air secara online sehingga mudah diketahui bila terjadi kebocoran.

Pemompaan Langsung

Sistem ini jarang disukai dalam aplikasinya. Hal ini disebabkan karena tidak adanya simpanan aliran air dalam. Sehingga bila sewaktu-waktu terjadi gangguan listrik maka tekanan air akan berfluktuasi sesuai dengan fluktuasi debit air yang dialirkan. Sehubungan dengan mempertahankan fluktuasi debit agar dapat memenuhi kebutuhan pemakaian yang bervariasi dan sulit diprediksi maka sangat perlu adanya sistem kontrol yang canggih.

Pemompaan dengan *Reservoir*

Sistem ini merupakan sistem yang paling sering kita temukan di lapangan. Air dipompa dengan debit yang hampir rata/seragam ke dalam *reservoir*, dimana *reservoir* dirancang untuk dapat menyimpan air dalam kapasitas tertentu yang melebihi kebutuhan air rata-rata. Kemudian air dalam *reservoir* didistribusikan menuju daerah pelayanan. Dalam kondisi kebutuhan puncak, air yang tersimpan dalam *reservoir* akan memperbesar debit pompa distribusi. Hal ini membantu menyeimbangkan tingkat pemompaan transmisi dan mempertahankan tekanan yang seragam dalam sistem.

1. Kriteria Perancangan Pipa dan Jaringannya

Berikut ini standar-standar umum yang direkomendasikan dalam perancangan pipa bertekanan dan jaringannya:

- A. Tekanan dalam jaringan pipa tidak boleh lebih dari 75 m dan tidak boleh kurang dari 15 m;

-
- B. Sistem distribusi dibuat *loop* sehingga terjadi keseimbangan aliran dan tekanan;
 - C. Luas area *loop* primer tidak boleh berdiameter lebih dari 3.0 km dan *loop* sekunder tidak boleh melebihi 1.6 km;
 - D. Sebaiknya menggunakan pipa baja;
 - E. Kecepatan minimum agar tidak terjadi pengendapan ialah 0.6 m/ det;
 - F. Kecepatan maksimum untuk mencegah *scouring* ialah 3.0 m/ det;
 - G. Pipa yang berada di elevasi yang tinggi dan mempunyai kemungkinan terjadinya perangkat air didalamnya harus dilengkapi dengan *air release valve*;
 - H. Pipa yang melalui sungai atau danau harus dilengkapi dengan jembatan pipa atau *syphon*;
 - I. Untuk mencegah kelebihan tekanan air yang tinggi maka perlu dilengkapi dengan *pressure reducing valve*;

2. Perhitungan Reservoir

Volume reservoir diperhitungkan berdasarkan surplus dan defisit suplai rata-rata terhadap pemakaian air. Volume air bersih yang dibutuhkan setiap harinya akan ditampung di *ground* dan *elevated reservoir*, untuk menghemat pemakaian pompa distribusi air. Adapun pembagian *volume ground* dan *elevated reservoir* adalah:

- A. Volume Ground Reservoir = Kebutuhan operasional 1 hari + cadangan kebakaran;
- B. Volume Elevated Reservoir = (20-30)% x Kebutuhan Volume reservoir total.

Volume reservoir untuk kebutuhan domestik dihitung dengan cara :

Q rata-rata x 0,5 x (jumlah prosentase deficit + surplus).

11.5.3 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih RSUD Sofifi – Maluku Utara

Kondisi reservoir yang sudah ada (*existing*) RSUD Sofifi – Maluku Utara belum memiliki kapasitas bak penampung air (*reservoir*) dengan kebutuhan air bersih hanya 75liter/hari dan belum memiliki peta jaringan air bersih, dimana air bersih yang diambil dari sumur bor ditampung ditandon kemudian air yang ditampung pada tandon langsung didistribusikan ke masing-masing bak penampung air

bersih di atap gedung (*roof tank*) dengan kapasitas 3,6 m³. Kebutuhan air bersih tersebut belum maksimal dikarenakan kondisi RSUD Sofifi – Maluku Utara belum beroperasi secara penuh.

Sebagaimana telah disampaikan sebelumnya bahwa sampai dengan 20 tahun mendatang kebutuhan air di RSUD Sofifi – Maluku Utara diestimasi maksimal untuk kapasitas hingga 300 tempat tidur per hari sehingga dapat mencapai angka 300 m³. Kebutuhan air bersih yang dikonsumsi dari hitungan neraca air yang telah dijelaskan di atas dapat mencapai 300 m³ per hari. Angka kebutuhan air bersih tersebut untuk air primer dapat dipenuhi dari layanan PDAM dan Sumur air bor dalam (*Deepwell*). Sumur air bor dalam (*deepwell*) belum tersedia pada utilitas *existing* RSUD Sofifi – Maluku utara, dimana sumber air hanya berasal dari 2 sumur bor dangkal dengan kedalaman 35 meter , 32 meter dan 1 sumur gali kedalaman 7 meter. Sumur bor air tersebut bisa saja digunakan dengan catatan debit air yang akan digunakan pada operasional rumah sakit bisa mencukupi. Tetapi akan lebih baik jika membuat sumbur bor dalam dengan kedalaman minimal 60 meter agar debit air dan kualitas air lebih terjaga.

Air bersih tersebut berupa air primer yang akan dipakai untuk operasional rumah sakit seperti kegiatan medis, domestik maupun laundry sampai persiapan makan para pasien dan karyawan. Penyediaan air bersih, selain untuk memenuhi kebutuhan air bersih juga dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan air panas, air steril dan bahkan bisa sampai pada tingkat untuk memenuhi kebutuhan air minum.

11.5.4 Pemantauan Pemakaian Air

Penyimpangan antara realisasi pemakaian air bersih bila dibandingkan dengan jumlah volume teoritisnya merupakan suatu kondisi anomali. Dalam hal ini perlu dilakukan pemantauan menggunakan neraca air secara *online*. Sistem neraca air *online* yang dimaksud terintegrasi dengan *Building Automation System* (BAS) sehingga dapat diketahui persis jumlah air bersih yang masuk dari PDAM, air dari sumur dalam serta pemakaiannya di setiap bangunan.

Dengan menggunakan neraca air tersebut serta melalui perbandingan dengan pemakaian air dari histori yang sebelumnya dapat diketahui kemungkinan tempat-tempat yang dinilai cukup boros penggunaan airnya.

Perhitungan hambatan pipa akibat gesekan sepanjang pipa dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Dimana :

h_f = Kerugian gesekan, m;

f = Faktor gesekan pipa;

L = Panjang pipa, m;

D = Diameter pipa, m;

g = Gravitasi, 9,81 m/ detik².

Sedangkan hambatan akibat katup dan *fitting* dihitung sebagai berikut:

$$h_f = K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Dimana:

K = Koefisien hambatan katup/ *fitting*

Setelah diketahui head total, maka dapat dihitung daya pompa yang akan digunakan, menggunakan rumus berikut:

$$P_m = \frac{Q \text{ pompa} \times P_p \times k}{75 \times p \times m}$$

Dengan menggunakan rumus tersebut dapat dipergunakan membuat contoh perhitungan Pompa Air Bersih untuk mengatasi total head sebesar 40 meter dengan debit 4 liter per detik (pompa cukup bekerja 8–9 jam per hari) cukup ditangani dengan pompa dengan daya sebesar sekitar 4 kW.

Contoh Perhitungan Daya Pompa

$$P_m = \frac{Q \text{ pompa} \times P_p \times \gamma \times k}{75 \times \eta_p \times \eta_m}$$

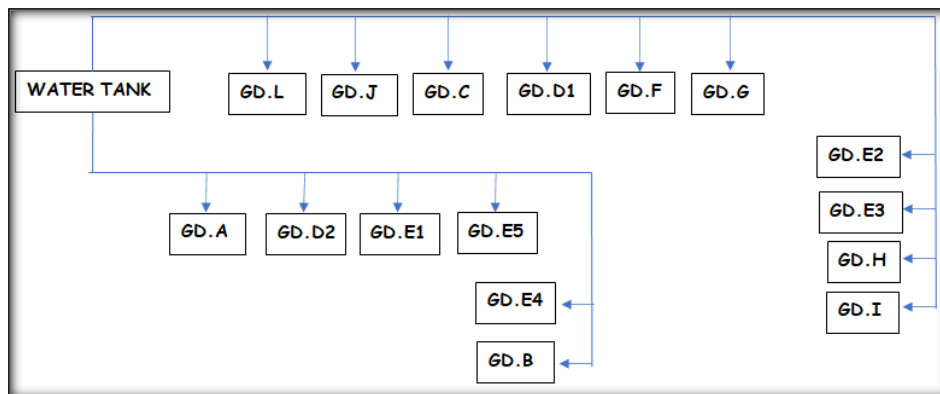
q pompa =	Laju aliran pompa	ltr/ det
Pp =	Tekanan pompa	meter
	Berat jenis air	1 g/ dm ³
P =	Effisiensi pompa	60%
m =	Effisiensi motor	80%

Sketsa Sistem Air Bersih Menuju Bangunan

Gambaran sistem air bersih untuk instalasi gedung dapat diilustrasikan melalui gambar di bawah ini:

Gambar 11. 24

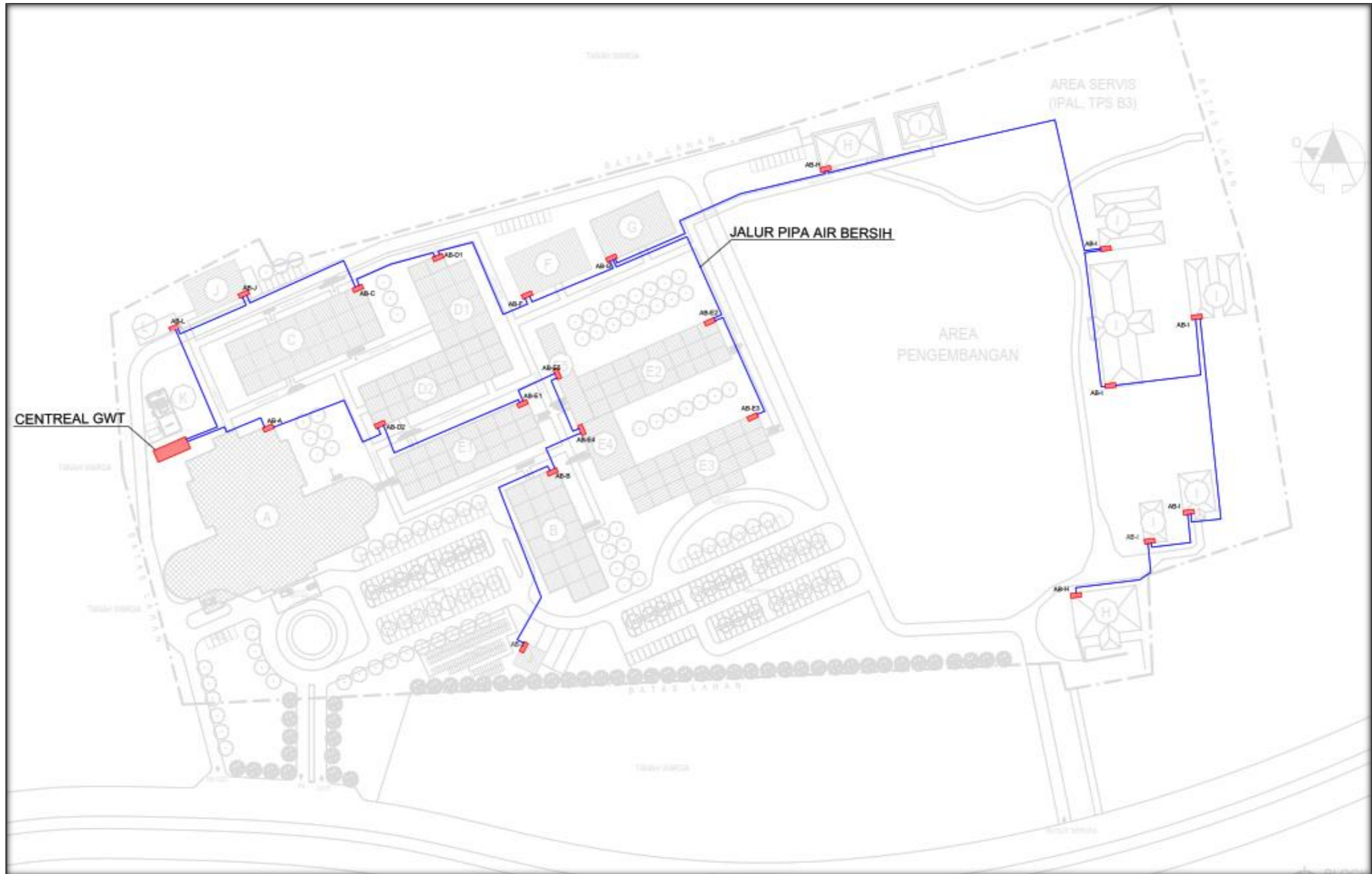
Gambaran Diagram Sistem Pasokan Air Primer ke Bangunan Gedung RSUD Sofifi



Gambar 11. 25

Gambaran Jalur Jaringan Air Bersih RSU Sofifi – Maluku Utara

LEGENDA:			
NOTASI	LANTAI	URAIAN	KET
(A)	DASARI 1	MAIN HALL, IGD, VK, ADMISIK, POLIKLINIK, FARMASI	
	2	LABORATORIUM CITO, RADIOLOGI, ICU, ICCU, NICU & PICU	
(B)	DASARI 1	KANTOR & MANAJEMEN	
	2	KANTOR & MANAJEMEN	
	3	KANTOR & R. SERBAGUNA	
(C)	DASARI 1	HALL, BANK DARAH & CSDD	
	2	BS	
(D1)	DASARI 1	RADIOLOGI	
	2	LABORATORIUM	
(D2)	DASARI 1	ICU	
(E1)	DASARI 1	HEMODIALISIS	
	2	RAWAT INAP (P. DALAM)	
(E2)	DASARI 1	RAWAT INAP (BEDAH)	
	2	RAWAT INAP (ANAK)	
	3	RAWAT INAP (KEBIDANAN)	
	4	RAWAT INAP	
(E3)	DASARI 1	RAWAT INAP	
	2	RAWAT INAP	
	3	RAWAT INAP	
	4	RAWAT INAP VIP & VIP	
(E4)	DASARI 14	FASIM & RUANG TUNGGU	
(E5)	DASARI 14	RAMP	
(F)	DASARI 1	GLDANG FARMASI	
(G)	DASARI 1	IPSD	
(H)	DASARI 1	INSTALASI IGD	
(I)	DASARI 1	INSTALASI LAUNDRY	
(J)	DASARI 1	KAMAR JENAZAH	
(K)	DASARI 1	POWER HOUSE, R. POMPA & GWT	
(L)	DASARI 1	SENTRAL GAS MEDIS	



11.5.6 Acuan Perencanaan DED Instalasi Sistem Air Bersih

Untuk pengelolaan air bersih di dalam bangunan diawali dari sumber, penyimpanan serta pendistribusian air bersih berupa:

1. Reservoir
 - a. Jenis/ letak
 - *Reservoir* tinggi;
 - *Reservoir* bawah.
 - b. Fungsi
 - Membantu memenuhi kebutuhan air pada waktu pemakaian air tinggi;
 - Mempertahankan tekanan air untuk daerah distribusi;
 - Mencegah gangguan penyaluran air ke pemakai bilamana ada perbaikan pipa antara sumber dan cadangan air;
 - Pemadam kebakaran.

2. Pompa
 - a. Alat untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lainnya;
 - b. Alat untuk menaikkan cairan dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi;
 - c. Untuk menambah/ menaikkan tekanan supaya air dapat digunakan pemakai dengan tekanan tertentu.

3. Pipa

Macam-macam pipa yang dipergunakan untuk penyediaan air bersih:

 - a. Pipa Galvanis (GIP);
 - b. Pipa Baja (DIP);
 - c. Pipa Besi Tuang (DCIP);
 - d. Pipa Plastik (PVC);
 - e. Pipa Plastic Poli Propeline (PPR).

4. Water Pressure Tank (Hydrophore)

Tangki tekanan berfungsi sebagai:

 - a. Untuk menambah tekanan pengganti akibat hilangnya energi potensial (ketinggian);
 - b. Untuk menambah tekanan pengganti akibat hilangnya energi kinetik (akibat pipe loss pressure);

-
- c. Biasanya juga dilengkapi dengan pressure switch, manometer, klep pengaman, auto air release dan lain-lain.
5. Disinfeksi
Untuk membunuh micro organisme, bakteri dan lain-lain, dipergunakan gas chlor dan kaporit. Dalam mendisinfeksi air dengan menggunakan klor perlu diperhitungkan sampai terjadi sisa klor (*residual*). Kebutuhan sangat bervariasi baik dilihat dari segi tempat maupun waktu, karena kebutuhan klor tergantung dari bahan-bahan yang terkandung dalam air.
6. Jenis Pipa Untuk Instalasi Air Bersih
Instalasi air bersih untuk di dalam gedung berupa pipa dari jenis Polypropylyen PPr (PN 10), pipa jenis ini selain *live time*-nya yang bisa mencapai 50 tahun juga higienis. Untuk menyalurkan air bersih dari sumbernya ke tempat-tempat yang membutuhkan.

Standar-Standar yang Digunakan

Standar yang digunakan untuk perancangan mengacu pada standar-standar berikut:

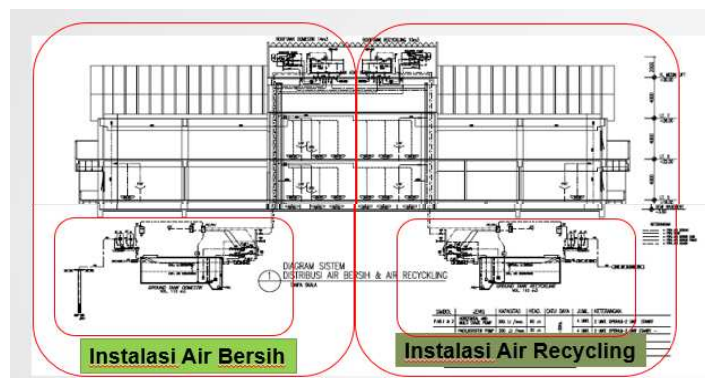
1. Standar Nasional Indonesia (SNI);
2. American Water Association (AWA);
3. American Society for Testing Material (ASTM).;
4. British Standard (BS);
5. Japan Industrial Standard (JIS).

Konsep Instalasi Air bersih dengan Recycling

Dalam rangka menuju green hospital, maka untuk gedung baru direncanakan menggunakan instalasi water recycling seperti yang disampaikan dalam gambar berikut:

Gambar 11. 26

Sketsa Sistem Instalasi Air Bersih dengan Recycling



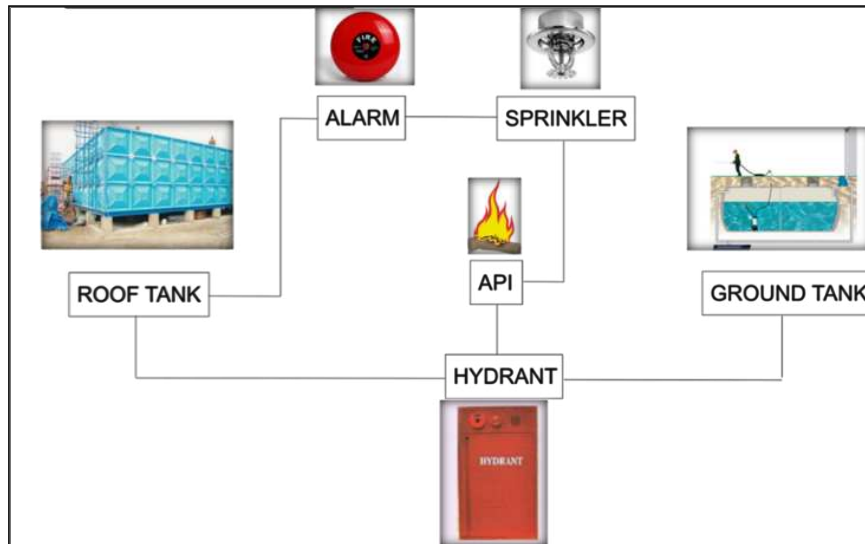
11.6 IMPLEMENTASI SISTEM INSTALASI PERLAWANAN KEBAKARAN

11.6.1 Acuan Perencanaan Instalasi Pipa Hidrant dalam Bangunan

Perencanaan Instalasi sistem perlawanan kebakaran (*Hydrant* dan *Sprinkler*) pada bangunan di RSUD Sofifi – Maluku Utara ini dapat digambarkan melalui diagram berikut:

Gambar 11. 27

Konsepsi Perlawanan Kebakaran (*Hydrant* dan *Sprinkler*)



Instalasi perlawanan kebakaran dalam diagram diatas harus mampu melindungi bangunan, peralatan dan penghuninya dari ancaman kebakaran.

Beberapa kriteria yang harus diperhatikan diantaranya:

1. Sistem pemadam kebakaran harus dapat melayani seluruh bagian bangunan;
2. Pompa pemadam kebakaran (pompa diesel, pompa listrik dan pompa jocky) dan reservoir;
3. Hydrant pillars, hydrant box harus ditempatkan di lokasi-lokasi yang mudah dicapai;
4. Hydrant box harus ditempatkan di dalam bangunan di setiap lantai dengan jumlah hydrant box yang sesuai dengan perhitungan konsep arsitektur dan luas bangunan.
5. Volume reservoir air pemadam kebakaran dihitung berdasarkan standar yang berlaku;
6. Pemadam api ringan/ portable fire extinguisher di tempat-tempat yang ditentukan.

Gambar 11. 28

Layout Sistem Perlawanan Kebakaran RSU Sofifi – Maluku Utara

NOTASI	LANTAI	URAIAN	KET
(A)	1	MAIN HALL, IGD, VK, ADMISSION POLIKLINIK, FARMASI	
	2	LABORATORIUM CITO, RADIOLOGI, ICU, ICCU, NICU & PICU	
(B)	1	KANTOR & MANAJEMEN & (REFUGI REHAB MEDIK)	
	2	KANTOR & MANAJEMEN	
	3	KANTOR & R. SERBAGUNA	
(C)	1	HALL, BANK DARAH & CSID	
	2	BS	
(D)	1	RADIOLOGI	
	2	LABORATORIUM	
(D2)	1	MCU	
	2	HEMODIALISIS	
(E)	1	RAHAT NAP (P. DALAM)	
	2	RAHAT NAP (BEDAH)	
	3	RAHAT NAP (ANAK)	
	4	RAHAT NAP (KEBIDANAN)	
(E2)	1	RAHAT NAP	
	2	RAHAT NAP	
	3	RAHAT NAP	
	4	RAHAT NAP (VIP)	
(E3)	1	RAHAT NAP	
	2	RAHAT NAP	
	3	RAHAT NAP	
	4	RAHAT NAP (VIP)	
(E4)	1	FASIM & RUANG TUNGGU	
(E5)	1	RAMP	
(F)	1	GUANG FARMASI	
(G)	1	PIRS	
(H)	1	INSTALASI IGD	
(I)	1	INSTALASI LAUNDRY	
(J)	1	KAMAR JENAZAH	
(K)	1	POWER HOUSE, R. POMPA & GWT	
(L)	1	SENTRAL GAS MEDIS	



11.6.2 Standar-Standar yang Digunakan dalam Penyusunan

1. Standar Nasional Indonesia (SII);
2. National Fire Protection Association (NFPA);

11.6.3 Peraturan yang Digunakan

3. PERMEN PU No 26 tahun 2008;

11.6.4 Dasar-Dasar Perencanaan

Beberapa kriteria yang harus diperhatikan dalam perencanaan pemadam kebakaran diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Untuk gedung termasuk kategori Bangunan dengan ketinggian sekitar 14 meter dan tidak tersedia Hidran kota dalam jarak 50 M dari Gedung;
2. Berdasarkan Keputusan Menteri PU di atas, maka Bangunan ini tidak harus dilengkapi dengan Sprinkler dan Selang dan Pipa Tegak Hidran dan sekurang-kurangnya 1 Pilar Hidran halaman;
3. Sistem pemadam kebakaran tersebut harus dapat melayani seluruh bagian bangunan;
4. Perlu adanya pompa-pompa khusus pemadam kebakaran dan reservoir;
5. Hydrant pillars, hydrant box dan Siamise harus ditempatkan di lokasi-lokasi yang mudah dicapai. Jarak antara dua hydrant pillar tidak melebihi 60 meter;
6. Hydrant box harus ditempatkan di dalam bangunan di setiap lantai. Jumlah hydrant box harus dihitung berdasarkan konsep arsitektur dan luas bangunan yang harus dilayani;
7. Volume reservoir air pemadam kebakaran dihitung minimal bisa memback up selama 45 menit dihitung dari pusat PMK (berdasarkan standar yang berlaku);
8. Portable Fire Extinguisher di tempat-tempat yang ditentukan.

11.6.5 Sistem dan Perhitungan yang akan Digunakan

1. Sistem pipa tegak hidran menggunakan sistem pipa peningkatan basah (wet riser pipe system);
2. Perlawanan kebakaran (hydrant) pada gedung dengan luasan yang direncanakan dibutuhkan 2 unit Fire Hydrant Cabinet (FHC). dengan panjang selang 30 m, Sedangkan pada area luar gedung untuk mengantisipasi kebakaran pada area luar di tempatkan beberapa Unit Hydrant Pillar dengan jumlah kurang lebih 1 unit;
3. Jenis bangunan ini termasuk Klasifikasi Light Hazard;

4. Sistem yang digunakan pada gedung ini adalah Sistem Hidrant;
5. Sistem dilengkapi dengan pompa kebakaran jenis elektrik dan disel serta pompa jockey, dimana pompa akan bekerja secara otomatis berdasarkan sensor tekanan pada pipa;
6. Kapasitas pompa untuk sistem ini sampai sebesar 1000 gpm untuk durasi 45 menit membutuhkan air sebesar 174 m³.
7. Kapasitas reservoir yang tersedia pada kondisi existing yaitu 53 m³ dengan kapasitas 47 TT setara kelas D. Sedangkan pengembangan kedepan ketika RSUD Sofifi - Maluku Utara sudah mencapai 300 TT setara dengan kelas B maka kapasitas reservoir yang harus tersedia pada GWT RSUD Sofifi – Maluku Utara yaitu kebutuhan air bersih + air cadangan untuk hydrant (300 m³ kebutuhan air + 174 m³ kebutuhan cadangan air untuk air hydrant / pemadam kebakaran = 474 m³, dibulatkan menjadi 500 m³)

11.6.6 Outline Spek Material

Berikut di bawah ini adalah *outline* spesifikasi material yang dapat dijadikan acuan dalam penyusunan spesifikasi material ketika akan dilakukan pekerjaan pengembangan rancangan.

Tabel 11. 2

Perencanaan Penggunaan Material Sistem Plambing (*Outline Spek Teknis*)

No.	Jenis Matrial	Klas/ Klasifikasi	
	SISTEM PLAMBING		
1	Pipa :		
2	<i>Fitting</i> dan Matrial Bantu		
3	<i>Diafragma Tank</i>	Kapasitas 100 Liter	
		Tekanan Kerja 10 Kg/cm	
		Jenis Diafragma	
4	<i>Roof Tank</i>	<i>Modle System</i>	
5	<i>Valve</i>	<i>Cast Iron, Bronze</i>	
6	<i>Roof Drain</i>	Besi Cor	
7	<i>Electric Water Heater</i>	Kapasitas 30-50 Liter	
8	Pompa Air Bersih	Jenis Centrifugal (<i>Multi Stage</i>)	
		<i>Head</i> - 25 m	
		Putaran - 1450 RPM	
		Jumlah - 2 Unit	
		Lengkap Panel Kontrol	
		Kapasitas - 120 rpm	
9	Pompa <i>Booster</i>	Jenis - <i>Packaged Booster Pump</i>	

No.	Jenis Matrial	Klas/ Klasifikasi	
		<i>Head - 20 M</i>	
		Sistem - <i>Three Pump Paralel</i>	
		<i>Alternatif Operation</i>	
		Jumlah - 1 set (3 unit)	
		Dilengkapi <i>Inverter Frequency</i>	
		<i>Submersible Type</i>	
10	Pompa Air Kotor	<i>Submersible Type</i>	
	SISTEM HYDRANT		
1	<i>Black Steel Pipe</i>	Sch 40	
2	<i>Valve</i>	<i>Class 20 K</i>	
3	<i>Hydrant Box</i>	<i>Type B</i>	
4	<i>Hydrant Pillar</i>	<i>Two way</i>	
5	Siamise	<i>Two way</i>	

11.7 IMPLEMENTASI SISTEM PENGELOLAAN LIMBAH CAIR

Masalah buangan cair yang paling sederhana adalah genangan air hujan, baik yang dapat merusak pemandangan maupun yang berbau. Selain itu genangan air dapat merupakan tempat berkembang biaknya berbagai pemula penyakit, dan selanjutnya apabila tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Untuk mencegah hal itu terjadi maka buangan limbah cair dalam bangunan baru harus dikelola menurut persyaratan yang ditetapkan dalam:

1. Permenkes Nomor 173/ Menkes/ Per/ VII/ 77 tentang pengawasan pencemaran air dari badan air untuk berbagai kegunaan yang berhubungan dengan kesehatan;
2. Permenkes Nomor 528/ Menkes/ Per/ XII/ 82 tentang kualitas air tanah yang berhubungan dengan kesehatan.
3. Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 tentang standarisasi baku mutu air.

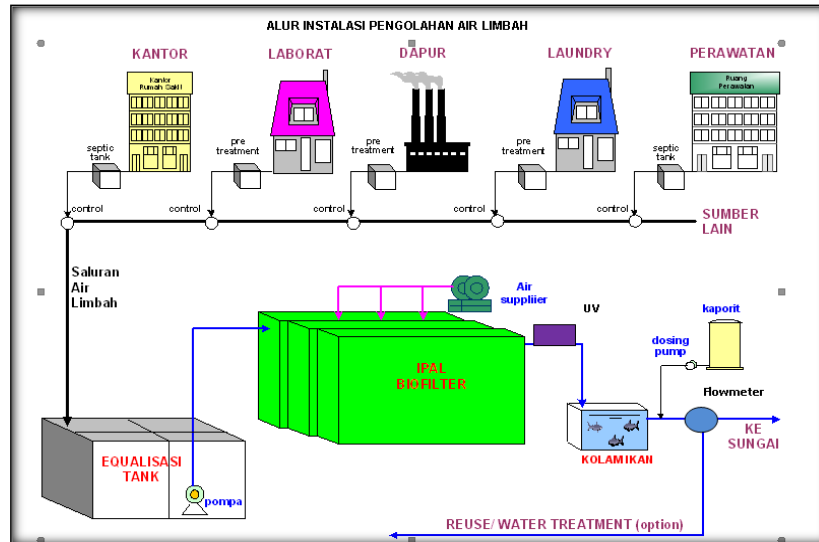
Kualitas suatu air limbah akan dapat terindikasi dari kualitas parameter kunci, dimana konsentrasi parameter kunci tidak melebihi dari standar baku mutu yang ada sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Mengingat air limbah domestik kandungan terbesar adalah bahan organik, maka parameter kunci yang umum digunakan adalah BOD, COD dan lemak/ minyak. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, maka parameter kunci untuk air limbah domestik adalah BOD, TSS, pH serta lemak dan minyak.

Dari 100% air limbah domestik yang dihasilkan, sekitar 60-80% merupakan grey water. Menurut Veenstra (1995), grey water mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- BOD5 20 = 110 – 400 mg/ L;
- COD = 150 – 600 mg/ L;
- TSS = 350 – 750 mg/ L;
- Tidak mengandung bahan berbahaya seperti logam berat dan bahan kimia toksik.

Gambar 11. 29

Skematik Alur Instalasi Air Limbah RSUD Sofifi – Maluku Utara



Pada jaringan IPAL existing, RSUD Sofifi – Maluku Utara memiliki IPAL dengan kapasitas 60 m³ / hari dengan metode aerob dan anaerob dimana jaringan Kawasan untuk limbah belum ada dan kondisi IPAL yang ada sekarang belum dioperasikan, jaringan yang ada hanya untuk bangunan pelayanan seperti instalasi gizi, laundry dan laboratorium dimana limbah setelah diolah hanya dialirkan kembali ke bak penampungan di dekat IPAL yang belum terpakai kemudian setelah di bak penampungan air bekas tersebut langsung diresapkan kedalam tanah.



Foto. IPAL Existing dengan kapasitas 60 m³

Pada pengembangan didalam master plan ini, Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di RSU SOFIFI – Maluku Utara dengan Sistem Biofilter untuk kapasitas 300 TT atau 240 m³ /hari sehingga kapasitas IPAL pada saat mencapai 300 TT terdapat penambahan jumlah kapasitas 180 m³. Sistem Biofilter adalah IPAL yang dalam prosesnya memanfaatkan bakteri untuk menguraikan polutan dan zat-zat organik dalam air limbah. IPAL sistem Biofilter prinsipnya menggunakan media sebagai tempat melekatnya biomasa/bakteri untuk tumbuh dan berkembang biak. Proses pengolahan dimulai dari pretreatment yang berada di 3 titik yaitu laboratorium mikrobiologi, kitchen dan laundry. Air limbah hasil dari semua kegiatan di rumah sakit menuju titik inlet yang sudah dipasang filter untuk menyaring limbah/sampah dalam bentuk padat. Selanjutnya mengalir ke bak equalisasi/ bak penampung awal limbah yang berbentuk silinder dengan kedalaman 5 m dan diameter 2 m. Di dalam bak equalisasi ini terdapat pompa submersible/pompa celup untuk memompa air limbah baku ke reaktor biofilter dengan sistem operasional otomatis (water level control) yaitu sistem ketinggian air dengan indikator pelampung. Reaktor biofilter setiap unit terdiri dari dua stage untuk menyempurnakan proses dan menambah efisiensi proses penguraian polutan dalam air limbah, Di dalam reaktor air limbah mengalir dari bawah ke atas melalui pipa distributor dan terdapat media untuk tempat melekatnya bakteri aerob dimana reaktor biofilter juga terjadi sistem sparger untuk mendistribusikan aliran oksigen agar kontak oksigen, air dan bakteri yang melekat di media merata, dan terjadi proses reduksi zat-zat organik, BOD, COD, amonia, detergent dan polutan lain, juga dilengkapi defoaming untuk mereduksi bau dan busa yang timbul. Kebutuhan oksigen bakteri disuplai dari blower yang ditempatkan di ruang panel. Sisa treatment yang berupa sludge akan terkumpul di bagian dasar biofilter dan dikembalikan ke bak equalisasi, dan sludge harus dikuras apabila jumlahnya sudah banyak melalui proses overhole setiap 2 tahun sekali. Setelah dari biofilter air limbah menuju post treatment, disini akan terjadi proses pemisahan suspended solid, bau, warna dari air limbah. Dari post treatment air akan mengalir ke bak indikator yang terdapat ikan sebagai indikator. Apabila ikan hidup maka air limbah yang diolah sudah layak untuk dibuang ke badan air. Untuk membunuh mikroorganisme patogen, sebelum titik outlet air limbah dikontakkan dengan senyawa khlor. Air olahan yakni air yang keluar setelah proses khlorinasi dapat langsung dibuang ke sungai, saluran kota, ataupun dapat digunakan kembali untuk kebutuhan *flushing toilet*, siram – siram tanaman dan saluran irigasi. Sistem operasional IPAL dilakukan secara otomatis artinya sebagian besar peralatan sudah berjalan otomatis sehingga operator tidak perlu mengoperasikan setiap hari. Yang perlu dilakukan operator adalah mengontrol operasional sehingga bila timbul masalah bisa segera diketahui. Seperti mengangkat dan membersihkan pompa submersible, membersihkan flowmeter, mengedrain, mengontrol doshing pump dan bak kaporit, mengontrol blower, membersihkan dan mengecek semua bak kontrol,

membersihkan grease trap, membersihkan kolam indikator, mengganti ikan, mengontrol lampu UV, mengecek saringan di inlet, mengangkat sampah terapung di bak equalisasi. Dalam master plan ini *grey water* yang dihasilkan direncanakan sudah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 dengan kriteria sebagai berikut :

Tabel 11. 3

Kriteria Air Olahan dari Pengolahan *Grey Water*

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 -9
BOD	mg/l	100
TSS	mg/l	100
Minyak dan Lemak	mg/l	10

Angka konservatif *grey water* yang diolah adalah sekitar 240 m³/ hari menjadi air sekunder sedangkan sisanya yang terbuang sekitar 60 m³/ hari akan disalurkan ke drainase taman.

11.7.1 Sumber dan Karakteristik Air Limbah

Air buangan yang sering disebut limbah cair dalam bangunan baru terdiri dari air limbah domestik dan air limbah rumah sakit adalah semua cairan yang dibuang, baik yang mengandung kotoran manusia, maupun yang mengandung proses pelayanan kesehatan. Secara prinsip air limbah terbagi menjadi 2 kelompok, yaitu *grey water* dan *black water*, *grey water* adalah limbah domestik yang bersumber dari air bekas cuci di dapur, mandi dan cuci pakairan. *Black water* adalah air limbah domestik yang bersumber dari toilet, urinoir dan bidets. Kedua jenis air limbah domestic ini harus dipisah pengelolaannya. *Grey water* sendiri terdiri dari 2 jenis yaitu :

1. *Light-grey water* merupakan air limbah domestik yang berasal dari bathroom sink, shower, bathtubs dan laundry;
2. *Dark-grey water* merupakan air limbah domestik dari dapur.

Air limbah di RSUD Sofifi – Maluku Utara , bersumber dari kegiatan-kegiatan:

1. Ruang cuci medis;
2. Pencucian dari laboratorium;
3. Instalasi farmasi,;
4. Dapur dan laundry (linen);
5. Ruang perawatan/ one day care;
6. Kamar mandi dan WC;

7. Pencucian dari Poli, UGD, Jenazah instalasi lainnya.

Dengan karakteristik umumnya infectious, toksik dan mengandung bakteri patogen.

11.7.2 Diagram Pengelolaan Air Limbah

Air limbah pada bangunan baru bersumber dari kamar mandi, penunjang medik, ruang perawatan/ *one day care*, dapur, laundry secara langsung akan dialirkan menuju Instalasi Pengolahan Air Limbah yang akan dilakukan adalah menggunakan mesin IPAL yang akan difungsikan sebagai *processing* yang sekaligus untuk membentuk air *recycling* seperti pada konsep yang diperlihatkan melalui diagram sebagai berikut:

Gambar 11. 30

Kolam Uji sebelum *Output* IPAL yang akan Disalurkan untuk *Recycling* Menggunakan WTP



Sumber: Hasil Survei, 2020

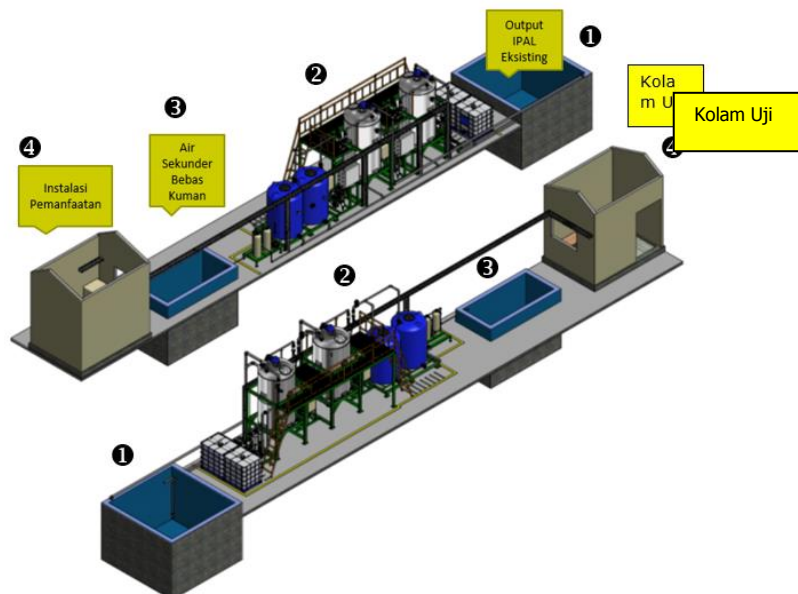
Keterangan gambar

❶	:	Output IPAL yang sudah layak buang akan diolah kembali melalui mesin WTP untuk memproduksi air sekunder;
❷	:	Mesin WTP sebagai <i>final process</i> yang akan ditambahkan dalam Sistem IPAL sehingga menghasilkan air sekunder yang sudah bebas kuman sehingga aman untuk dilakukan penyimpanan dalam reservoir air sekunder;
❸	:	Air Sekunder yang sudah bebas kuman dan aman sehingga sudah bisa dimanfaatkan untuk <i>flushing toilet</i> , siram-siram taman atau disimpan dalam kolam penampung;
❹	:	Instalasi pemanfaatan, berupa pompa dan jaringan distribusi air sekunder.

Buangan dari hasil IPAL yang masuk dalam kolam uji tersebut akan diolah lagi dengan mesin WTP (*Water Treatment Plant*) seperti yang disampaikan dalam gambar berikut:

Gambar 11. 31

Contoh WTP untuk *End Processing* Olahan IPAL menjadi Air Sekunder



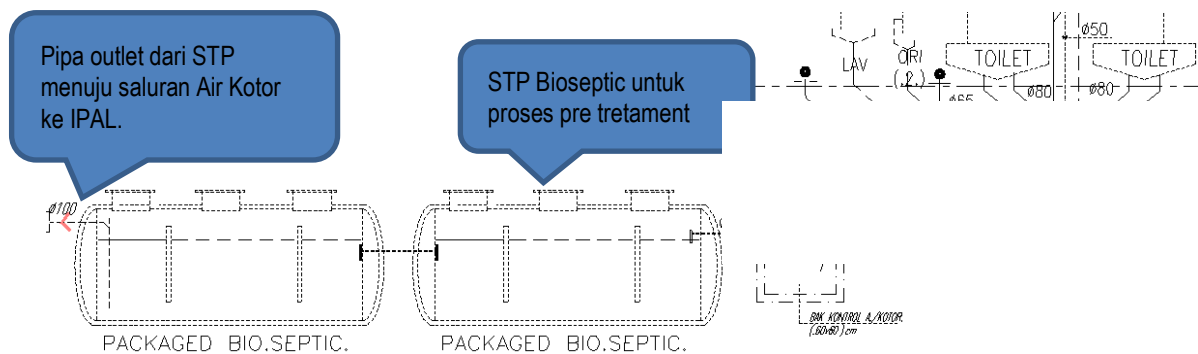
11.8 IMPLEMENTASI SISTEM INSTALASI AIR KOTOR

11.8.1 Proses Penyaluran Limbah Cair dari dalam Bangunan

Proses penyaluran limbah cair disini adalah proses pengaliran limbah cair yang berasal dari toilet di tiap unit pelayanan, ruang administrasi maupun ruangan lain dialirkan menuju *septic tank* terlebih dahulu baru limbasanya disalurkan ke Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL). Dalam hal ini *septic tank/ STP Bioseptic* yang dimaksud berfungsi sebagai *pre treatment* untuk pengendapan lumpur. Dengan demikian keluaran dari *septic tank* tersebut berupa limpasan limbah cair yang langsung disalurkan ke Instalasi Air Kotor untuk diolah lanjut di sistem IPAL.

Gambar 11. 32

Proses Penyaluran Limbah Cair per bangunan



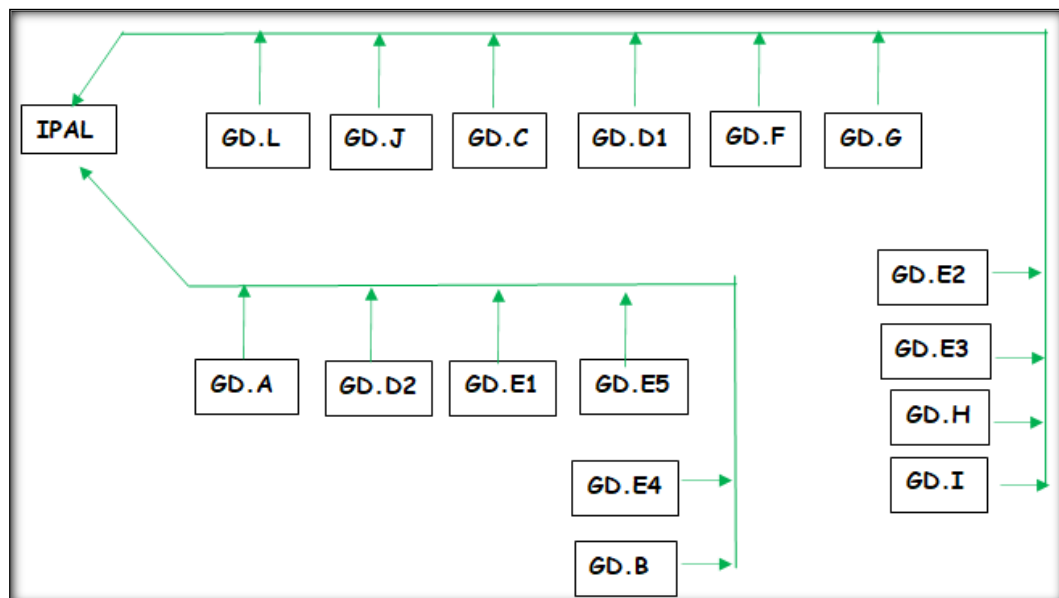
Gambar 11. 33

Contoh Produk Bio Septic dengan Kapasitas Produksi 2x35 m³/ Hari, sebagai pengumpul limbah cair per bangunan sebelum disalurkan ke IPAL Induk.



Gambar 11. 34

Diagram Sistem Instalasi Air Kotor Beserta Pentahapan instalasi dalam bangunan



Pertimbangan memasukkan hanya memasukkan limpasan (overflow) septik tank ke IPAL:

1. Meniadakan sistem bidang rembesan untuk memperbaiki kualitas tanah dan air tanah di lingkungan RSUD Sofifi – Maluku Utara ;
2. Menghindari seringnya pengurasan tangki septik.

Pertimbangan tetap digunakannya tangki septik:

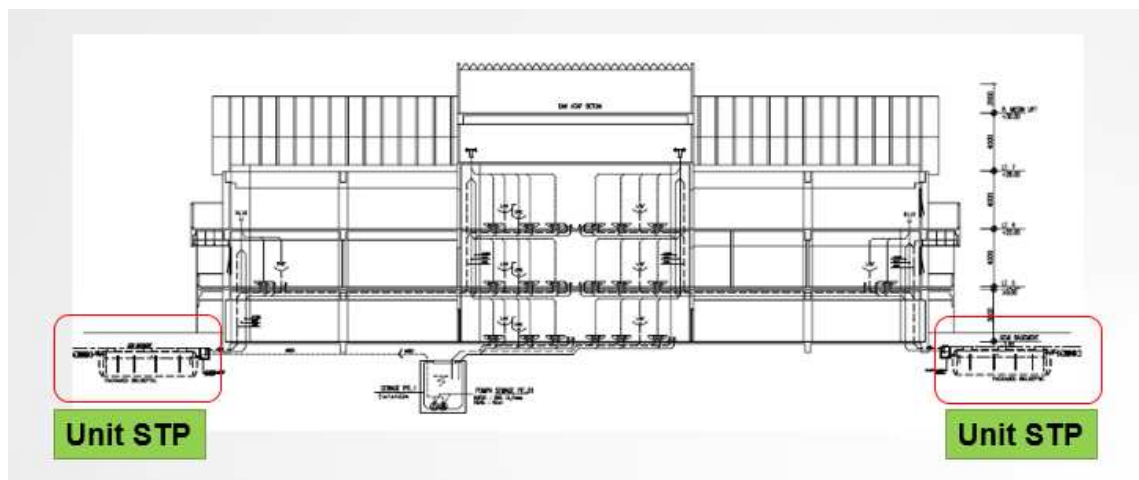
1. Padatan (tinja) tertampung dalam tangki sehingga *excess sludge* dalam IPAL berkurang;
2. Mengurangi beban IPAL dan menghindarkan timbulnya bau dari padatan solid yang tidak terdekomposisi sempurna;
3. Peran tangki septik sebagai tangki aliran rata-rata untuk merata-ratakan aliran;
4. Mengurangi diameter pipa penyaluran air limbah;
5. Mengurangi kemungkinan *clogging* dan memudahkan penyaluran air limbah ke IPAL (meniadakan kebutuhan air untuk menggelontor saluran).

11.8.2 Proses Penyaluran Limbah Cair dalam Kawasan Rumah Sakit

Dalam rancangan instalasi gedung disiapkan pemisahan antara pemipaan *grey water* dan *black water* seperti diagram pemipaan berikut:

Gambar 11. 35

Gambar Tipikal Instalasi Air Kotor dalam Gedung



Keterangan:

Sistem pembuangan air kotor akan ditampung langsung ke STP kemudian limpasannya akan disatukan dengan air bekas (*grey water*), dikumpulkan dan dialirkan ke *sewerage* (saluran air kotor) menuju mesin IPAL. Hasil olahan *grey water* tersebut akan dimanfaatkan untuk *flushing*, siram-siram tanaman dan ditampung dalam kolam resapan.

11.8.3 Saran-Saran Penanganan Limbah Air Kotor Terkait dengan *Green Hospital*

Bila dilihat pada terminologi dalam pengolahan air limbah, perlu disepakati beberapa hal sebagai berikut:

1. Air kotoran (*black water*): air flushing yang telah bercampur dengan tinja;

-
2. Air bekas atau air kotor (*grey water*): air bekas kegiatan pencucian, wastafel, mandi dll. yang bukan dari kegiatan kakus;
 3. Air bersih (*clean/ clear water*);
 4. Air minum (*potable water*).

Dalam hal ini seluruh air buangan baik berupa *black water*, *grey water* maupun cairan infeksius yang sudah dilakukan netralisasi semuanya dicampur dan dilakukan equalisasi kemudian dialirkan ke dalam saluran air kotor dan diolah di mesin IPAL.

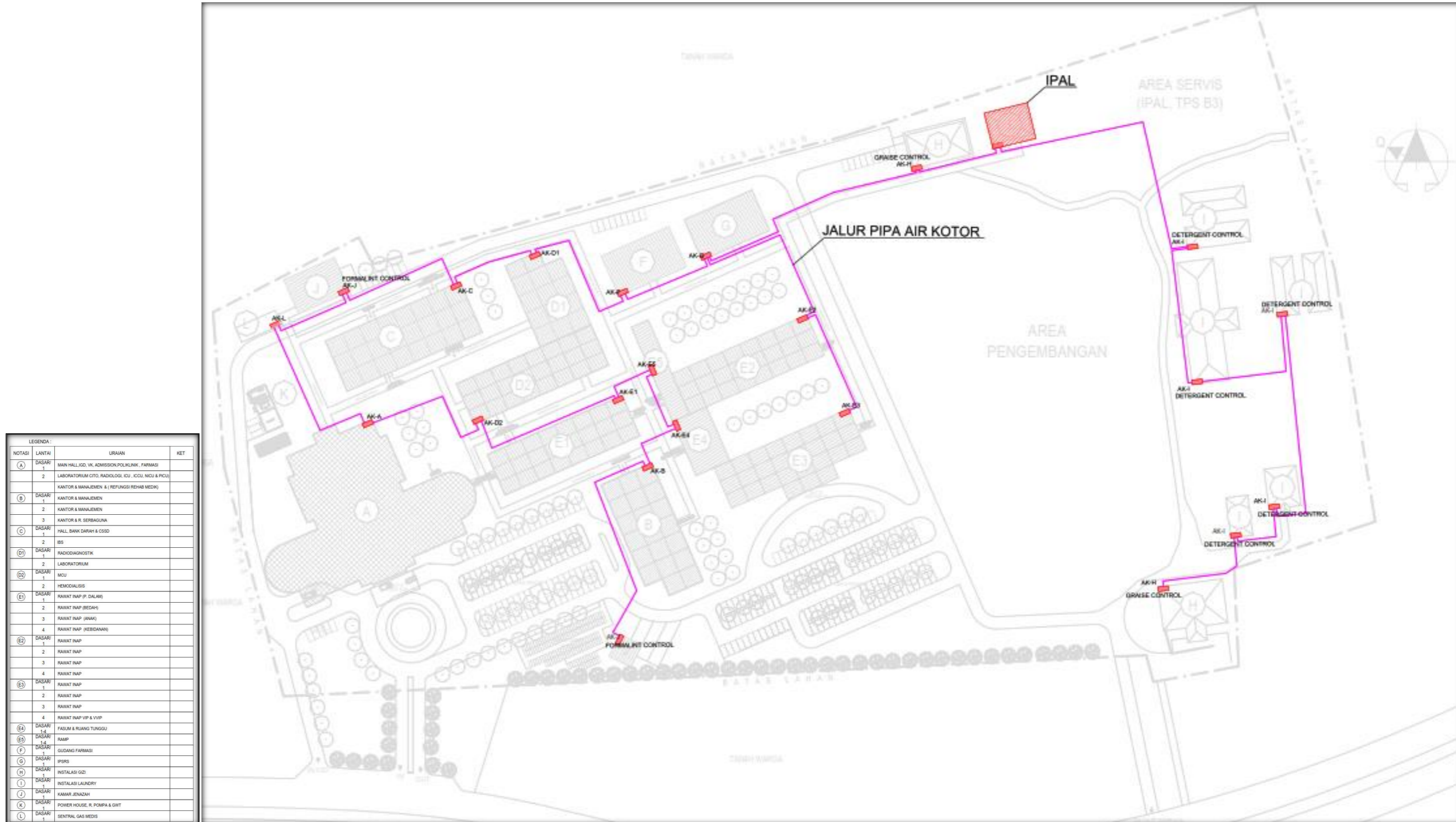
Dari hasil diskusi dengan para pemangku kegiatan rumah sakit dapat dibuatkan rekomendasi terkait wacana diimplementasikannya konsep *Green Hospital* di kemudian hari:

1. Dalam pengembangan DED untuk Gedung baru perlu dilakukan pemisahan antara instalasi untuk *black water* dan *grey water*. Untuk limbah yang mengandung zat kimia sebelum disalurkan ke bak equalisasi dilakukan netralisasi terlebih dahulu;
2. Untuk limbah buangan laundry sebaiknya dilakukan netralisasi deterjen terlebih dahulu dan bila sudah dinyatakan cukup aman baru dilakukan pengumpulan di bak equalisasi;
3. Untuk limbah bekas bilasan reaksi kimia dari laboratorium sebaiknya juga dilakukan netralisasi terlebih dahulu sebelum dilakukan pengumpulan di bak equalisasi;
4. Sisa hasil buangan dari IPAL (sisa dari air sekunder untuk keperluan flushing toilet dan siram-siram taman) akan ditampung dalam kolam resapan kemudian limpasannya akan disalurkan ke drainase khusus untuk peresapan ke dalam tanah sehingga di musim kemarau tanah tetap berair dan tanaman tetap hijau.

Berikut di bawah ini disampaikan gambar masterplan tentang penyusunan layout pemipaan Sistem Air Kotor mulai dari outlet buangan dari toilet hingga proses pengolahan air siap untuk didaur ulang atau dibuang ke sungai tanpa menjadi penyebab sumber pencemaran lingkungan.

Gambar 11. 36

Gambar Jalur Pemipaan Air Kotor di Kawasan, RSUD Sofifi – Maluku Utara



11.9 IMPLEMENTASI PENANGANAN LIMBAH MEDIS

Limbah medis (*medical waste*) merupakan produk sampingan RSU Sofifi – Maluku Utara yang dihasilkan setiap hari dan berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan dan infeksi pada pasien, pengunjung dan staf rumah sakit. Dalam rangka melindungi kesehatan lingkungan rumah sakit, maka limbah medis harus ditangani dengan cara yang benar.



Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1204 tahun 2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, maka penanganan limbah medis di RSU Sofifi – Maluku Utara dapat dilakukan upaya melalui pendekatan, sebagai berikut pengembangan kebijakan, penyediaan dan pemeliharaan fasilitas pengolahan limbah medis dan penyediaan prosedur yang tidak lain untuk memenuhi tujuan berikut untuk mencegah infeksi dan kontaminasi pada masyarakat

rumah sakit (pasien, pengunjung, staf) dan lingkungan hidup sekitar dan menjamin kesehatan, keselamatan dan kenyamanan lingkungan rumah sakit.

Secara umum, kondisi kebersihan di Kota Sofifi dan wilayah pengembangannya sudah baik, namun demikian sarana sistem persampahan masih sangat kurang. Untuk mengantisipasi perkembangan kota maka diperlukan sistem persampahan yang teratur dan baik yang terdiri dari sistem pewardahan, sistem pengumpulan, sistem pengangkutan, pengolahan akhir dan pengelolaan. Pengelolaan persampahan ini bertujuan untuk mengangkut dan mengolah sampah baik organik maupun non organik sehingga kota menjadi bersih, sehat dan indah.

11.9.1 Program Kerja

Berikut di bawah ini adalah program kerja yang perlu disiapkan di lingkungan RSU Sofifi – Maluku Utara :

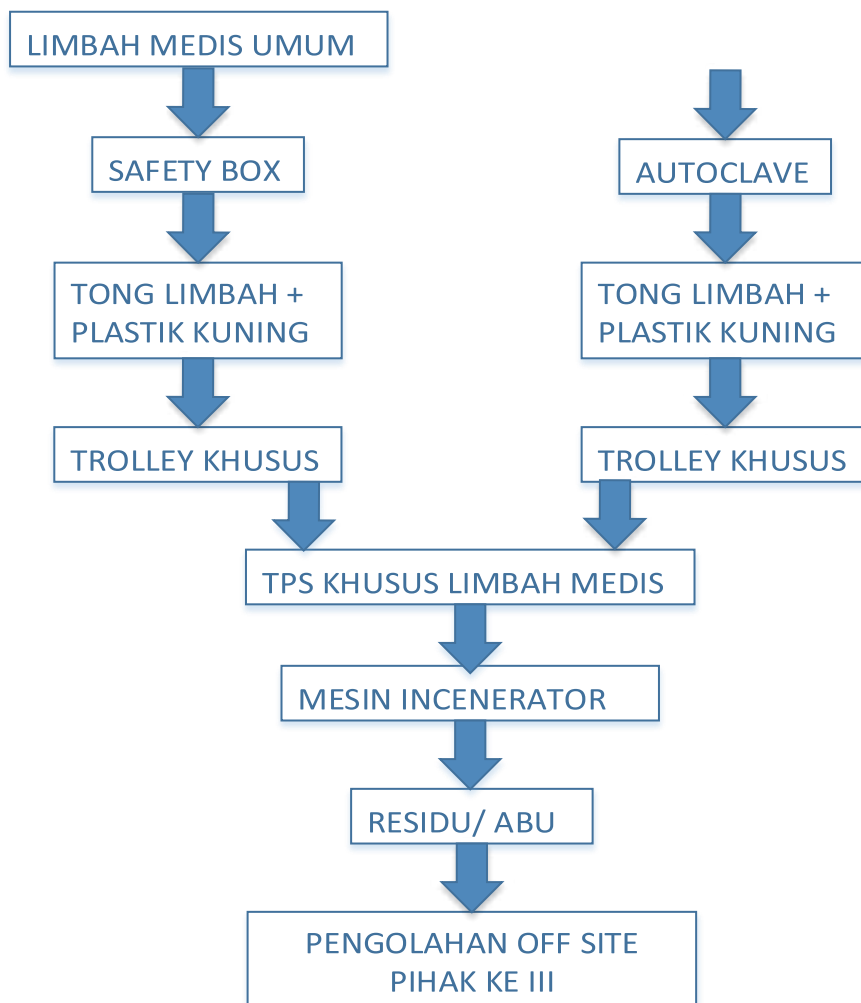
1. Penyediaan unit kerja pengelolaan limbah medis;
2. Penyediaan fasilitas penanganan limbah medis;
3. Operasional dan pemeliharaan fasilitas;
4. Monitoring dan evaluasi;
5. Pencatatan dan pelaporan (logbook dan neraca limbah);
6. Kemitraan/ kerjasama pengolahan dengan pihak III;

7. Pelatihan untuk petugas limbah medis;
8. Penyuluhan kesehatan lingkungan;
9. Upaya tanggap darurat dan keselamatan kerja limbah medis.

Berikut di bawah ini adalah gambaran bagan alur dari penanganan limbah medis yang perlu diterapkan:

Gambar 11. 37

Alur Proses Penanganan Limbah Medis



11.9.2 Fasilitas untuk Penanganan Limbah Medis

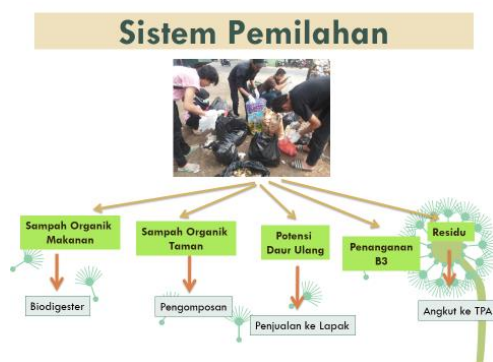
Tong Limbah Khusus untuk Pemilahan

Tahap awal kegiatan pemilahan limbah medis dan non medis dilakukan dengan menyediakan tong limbah terpisah yang dilengkapi kantong plastik berbeda

warna. Upaya ini berguna untuk meminimalkan jumlah limbah medis agar pengolahan lebih ringan. Sampah domestik (non infeksius) ditampung di tong sampah yang diletakkan di setiap ruangan, dikumpulkan menggunakan kantong plastik berbeda warna. Untuk penanganan limbah medis (infeksius) seperti peralatan laboratorium yang terkontaminasi dan bekas kemasan produk farmasi diolah menggunakan *incinerator*. Limbah infeksius dikumpulkan menggunakan kantong plastik berwarna kuning, limbah farmasi menggunakan kantong plastik berwarna coklat, sedangkan limbah sitotoksik dikumpulkan menggunakan kantong plastik berwarna ungu.

Gambar 11. 38

Sistem Pemilahan Limbah Medis



Gambar 11. 39

Sistem Pewadahan Limbah Medis



Penanganan limbah B3

Penanganan limbah B3 yang ada pada RSUD Sofifi - Maluku utara belum memenuhi standart penanganan limbah B3, kondisi sekarang RSUD Sofifi – Maluku Utara belum memiliki TPS limbah B3. Selama ini yang dilakukan oleh pihak rumah sakit hanya pewadahan dengan plastik dan disimpan di ruangan yang bukan tempat khusus TPS limbah B3. Sampah limbah B3 ini, akan diserahkan ke pihak ke 3 setiap 2 minggu atau 1 bulan sekali.

Dalam pengembangan RSUD Sofifi – Maluku Utara kedepan, permasalahan Limbah B3 pengolahannya dilakukan oleh pihak ketiga. Pengumpulan limbah B3 dari setiap gedung sudah menggunakan pemisahan tempat sampah (B3 dan domestik) serta pembeda plastik dan dikumpulkan dahulu ke TPS yang akan disediakan kemudian dilakukan pencatatan khusus limbah B3. Untuk sampah jarum suntik dikumpulkan *safety box* khusus.

Safety Box

Khusus limbah jarum/ tajam disediakan *safety box*, sebelum dilakukan pemusnahan. *Safety box* digunakan di ruang laboratorium, rawat inap, kamar

operasi, UGD dan lain-lain. Tujuannya untuk mencegah kecelakaan kerja akibat tertusuk jarum atau tergores.

Trolly Khusus

Pengumpulan sampah domestik dari setiap ruangan diangkut setiap hari oleh pihak ketiga, kemudian dikumpulkan di Tempat Pembuangan Sementara (TPS). Alat angkut khusus limbah medis menuju tempat penyimpanan sementara (TPS). Alat angkut ini terbuat dari bahan plastic HDPE dan dengan penutup dan dilengkapi dengan simbol khusus. Pengangkutan dilakukan oleh tenaga *cleaning service* dengan ritasi 2 kali per hari.

TPS Limbah Non Medis

Tempat Penampungan Sementara (TPS) berguna untuk menampung limbah medis sebelum dibakar oleh pihak ke 3 di *incinerator*. TPS berlokasi di area khusus dengan kapasitas tampung yang cukup. TPS ini dapat juga disiapkan untuk menampung limbah B3 lainnya sebelum diolah di luar rumah sakit.

Gambar 11. 40

Sistem Pengumpulan Sampan Non Medis



Gambar 11. 41

Pengomposan Sampah Organik



Limbah Medis

Limbah padat medis, tidak dimusnahkan dengan menggunakan *incinerator* namun sebaiknya dikelola oleh pihak ketiga, diangkut menggunakan truk khusus yang disediakan oleh pihak ke 3.

Selama ini RSUD Sofifi – Maluku Utara belum terdapat pencatatan limbah B3, namun saat ini pihak rumah sakit belum memiliki TPS terkait belum mendapatkan izin dari dinas kebersihan. Dalam pengembangan RSUD Sofifi – Maluku Utara, limbah B3 akan ditempatkan di TPS tersendiri yang kapasitasnya mampu mencapai 300 tempat tidur.

Perhitungan timbulan limbah B3 diasumsikan 1,5 kg/hari/TT, maka pada saat pengembangan mencapai 300 Tempat Tidur maka timbulan limbah B3 bisa mencapai 1,5 kg/hari x 300 Tempat Tidur = 450 kg/hari, diasumsikan pengambilan limbah B3 selama satu minggu diambil hanya 1 kali dengan kapasitas pengangkut truk limbah B3 4 m3 maka di dapat kapasitas TPS limbah B3 = 450kg/hari x 7 hari = 3.150 kg / minggu = 3.15 m3/minggu dengan luasan TPS limbah B3 16 m2.

Pengelolaan sampah padat belum disediakan TPS sehingga diolah dengan cara dibakar di belakang pekarangan RSUD Sofifi – Maluku Utara. Dalam pengembangannya nanti, RSUD Sofifi – Maluku Utara akan menyediakan TPS dengan kapasitas 300 tempat tidur.

Tabel 11. 4

Perhitungan Timbulan Sampah RSUD Sofifi – Maluku Utara dengan Kapasitas 300 Tempat tidur

	ITEM	JML	TIMBULAN	JUMLAH	
1	SDM	600	2,5	1.500	
2	RAJAL, IGD, DLL	600	2,5	1.500	
3	RANAP	300	2,5	750	
4	KEL. PASIEN	300	2,5	750	
5	PENGANTAR	600	2,5	1.500	
			JUMLAH	6.000	
	KETIDAK PASTIAN	15%		900	
			JUMLAH	6.900	
			RATA2	23	LITER/TT

Berdasarkan table diatas, timbulan sampah yang akan dihasil per kapasitas tempat tidur yaitu rata-rata 23 liter / tempat tidur / hari atau dalam kapasitas 300 tempat tidur maka akan terjadi timbulan sampah sebesar 6,9 m3 per hari. Dengan timbulan sampah tersebut maka dibutuhkan 2 truk pengangkut sampah dengan kapasitas 4m3, dimensi box truk pengangkut sampah dengan kapasitas 4,5m3 adalah Panjang 2,5 meter x lebar 1,5 meter x tinggi 1,2 meter. Sehingga untuk kebutuhan TPS yang disediakan apabila diasumsikan pengambilan sampah dilakukan setiap hari maka TPS memiliki dimensi Panjang 7 meter x lebar 5 meter dan tinggi 4 meter dengan luasan 35 m2, sedangkan apabila pengambilan sampah dilakukan 1 minggu 2 kali pengambilan (3 hari sekali) maka dimensi TPS sampah yang dibutuhkan Panjang 10 meter x lebar 7 meter dan tinggi 4 meter dengan luasan 70 m2, dimana perhitungan kebutuhan luasan ini diasumsikan dengan kebutuhan dimensi box 2 truk pengangkut sampah , manuver truk

pengangkut sampah, penempatan kontainer sampah pada TPS, dan waktu pengambilan.

Tabel 11. 5

Luasan TPS Timbulan Sampah berdasarkan Kapasitas Truk Pengangkut

WAKTU PENGAMBILAN SAMPAH	JUMLAH TRUK SAMPAH	KAPASITAS BOX TRUK SAMPAH (m3)	DIMENSI BOX TRUK SAMPAH (m)	TIMBULAN SAMPAH (m3)	Luasan TPS (m2)
SETIAP HARI	2	4,5	P : 2.5 x L : 1.5 x T :1.2	6,9	35
1 MINGGU 2 KALI	2	4,5	P : 2.5 x L : 1.5 x T :1.2	13,8	70

Gambar 11. 42

Gambar Skematik Kawasan Pengelolaan Sampah, RSUD Sofifi – Maluku Utara

LEGENDA :			
NOTASI	LANTAI	URAIAN	KET
(A)	DASAR/1	MAIN HALL, IGD, VK, ADMISSION, POLIKLINIK, FARMASI	
	2	LABORATORIUM CITO, RADIOLOGI, ICU, ICCU, NICU & PICU)	
(B)	DASAR/1	KANTOR & MANAJEMEN	
	2	KANTOR & MANAJEMEN	
	3	KANTOR & R. SERBAGUNA	
(C)	DASAR/1	HALL, BANK DARAH & CSSD	
	2	IBS	
(D1)	DASAR/1	RADIOLOGI	
	2	LABORATORIUM	
(D2)	DASAR/1	MCU	
	2	HEMODIALISIS	
(E1)	DASAR/1	RAWAT INAP (P. DALAM)	
	2	RAWAT INAP (BEDAH)	
	3	RAWAT INAP (ANAK)	
	4	RAWAT INAP (KEBIDANAN)	
(E2)	DASAR/1	RAWAT INAP	
	2	RAWAT INAP	
	3	RAWAT INAP	
	4	RAWAT INAP	
(E3)	DASAR/1	RAWAT INAP	
	2	RAWAT INAP	
	3	RAWAT INAP	
	4	RAWAT INAP VIP & VVIP	
(E4)	DASAR/1-4	FASUM & RUANG TUNGGU	
(E5)	DASAR/1-4	RAMP	
(F)	DASAR/1	GUDANG FARMASI	
(G)	DASAR/1	IPSR	
(H)	DASAR/1	INSTALASI GIZI	
(I)	DASAR/1	INSTALASI LAUNDRY	
(J)	DASAR/1	KAMAR JENAZAH	
(K)	DASAR/1	POWER HOUSE, R. POMPA & GWT	
(L)	DASAR/1	SENTRAL GAS MEDIS	



11.10.3 Referensi dan Standar

1. Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011;
2. ASHRAE, ANSI, CEN dan ISO;
3. Data teknis dari produk dibidang peralatan BAS dan *security system* yang dibuat oleh pabrik-pabrik yang banyak dipakai oleh Negara Republik Indonesia;
4. Standar 135 ANSI/ ASHRAE, 2004 tentang *A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Network*.

11.10.4 Kriteria Perancangan Integrated *Building Management System* (IBMS)

1. Dapat tercapai efisiensi cost dengan dilakukannya pengaturan pemakaian daya listrik untuk peralatan utama Mekanikal, Elektrikal dan Plambing (MEP);
2. Dapat dicapai kemudahan untuk control schedule pemakaian dan perawatan peralatan MEP dengan adanya data dalam CPU untuk system MEP di pusat data IBMS;
3. Dapat dicapai tujuan utama berupa penghematan energi listrik, kontrol keamanan, kemudahan dan kenyamanan pengguna/ pemakai bangunan dengan adanya pelayanan yang cepat.

11.10.5 Deskripsi Sistem IBMS

1. Sistem IBMS yang diajukan dalam rancangan ini merupakan pelengkap dari sistem elektronika gedung sebagai mana pernah disampaikan dalam presentasi akhir;
2. Proses yang dijalankan secara garis besarnya dalam system IBMS sebagai berikut:
 - a. Input analog merekam input;
 - b. Digital input mengamati status;
 - c. Digital *output control start/ stop*;
 - d. Analog *output* mengontrol *motorize variable*.
3. Sistem otomatisasi pengendali gedung IBMS ini dimaksudkan untuk otomatisasi pengelolaan dan pengendalian dari beberapa sistem berikut:
 - a. Sistem elektrikal, proses *remote metering*, *remote ON OFF* dan otomatisasi penggunaan sensor;
 - b. Sistem AC dan ventilasi, proses otomatisasi (*energy management*) dari operasi sistem AC dan monitoring operasional dari sistem *exhaust fan*;

- c. Sistem mekanikal dan plumbing, proses monitoring dan pengendalian operasi pompa-pompa dan *control* dari penggunaan air bersih.
- 4. Penjelasan Sistem Otomatisasi Pengendali Gedung (IBMS)
 - a. Dengan tujuan mempermudah dalam control pengoperasian dan pengendalian pada bangunan yang mempunyai aktivitas berbeda pada setiap lantainya, maka sudah merupakan keharusan dilengkapi dengan perangkat *Integrated Building Management System* (BAS);
 - b. Tujuan lain IBMS adalah mengendalikan pemakaian daya listrik (*saving energy*) dengan melakukan pengaturan pemakaian daya listrik pada peralatan utama MEP dengan pusat kendali berada di ruang control bangunan.

11.10.6 Gambaran Konsepsi *Smart* Menggunakan Teknologi IBMS

Berikut di bawah ini adalah gambaran konsepsi *smart* yang diusulkan untuk diterapkan dalam proses otomatisasi di RSUD Sofifi – Maluku Utara:

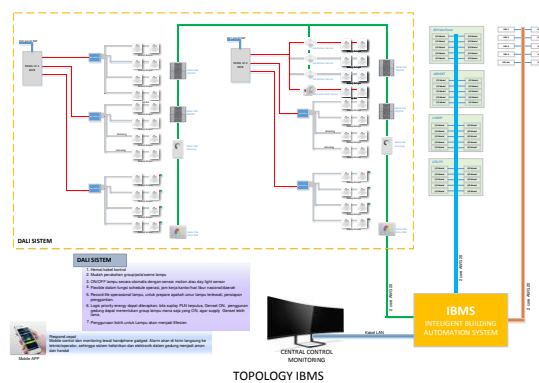
Teknologi BAS dimaksud untuk memenuhi kebutuhan *Smart Control* dalam beberapa sub sistem sebagai berikut:

- *Lighting System*
- *HVAC System*
- *Power System*
- *Electronics System*
- *Utility – MEP System*

Berikut di bawah ini disampaikan gambar konfigurasi dari model IBMS yang dimaksudkan dalam buku masterplan ini.

Gambar 11. 44

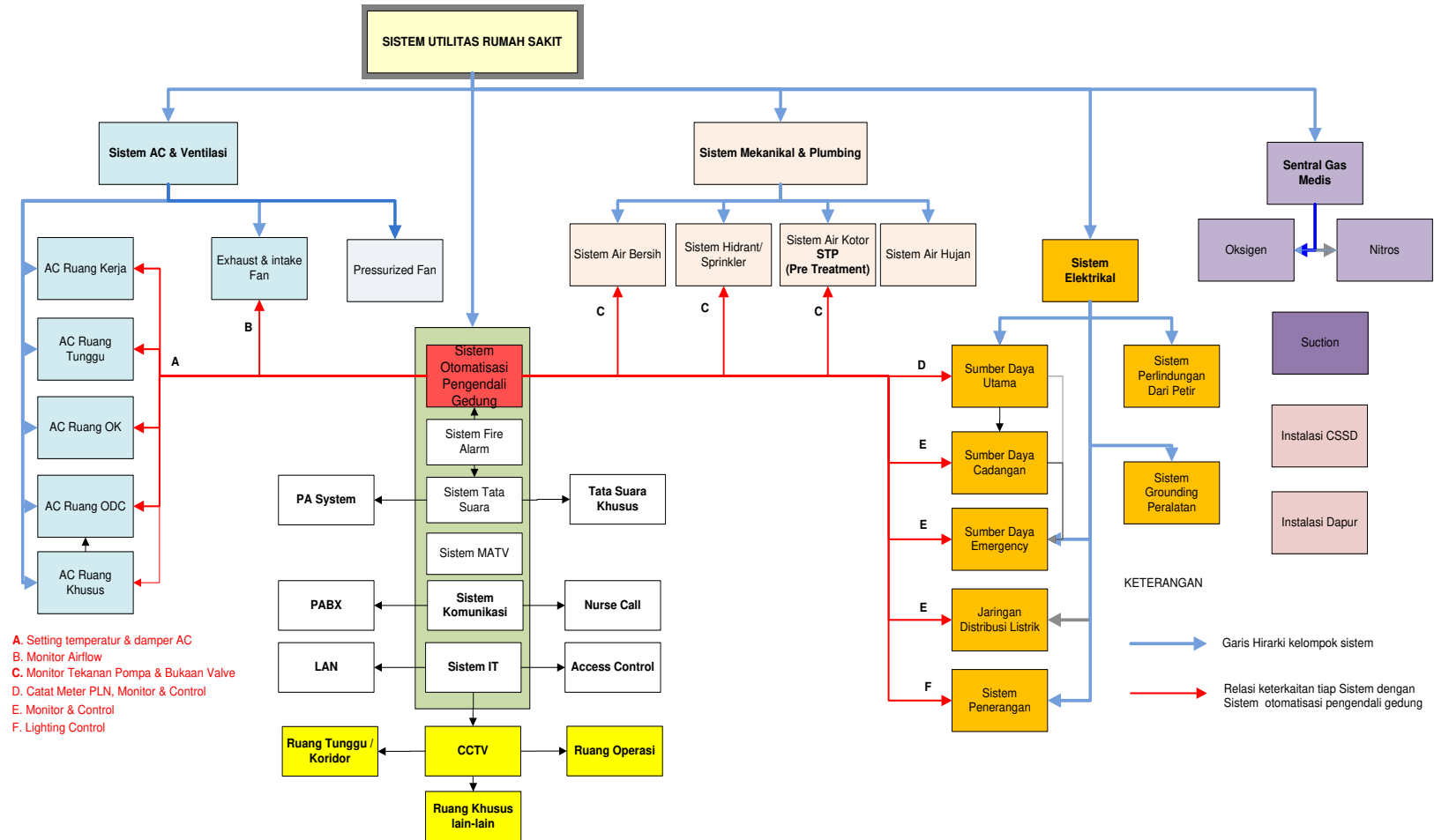
Gambaran dari Konfigurasi *Smart Control* yang akan Diimplementasikan untuk RSUD Sofifi – Maluku Utara



Flow informasi dalam sistem IBMS sesuai diagram diatas dapat dijelaskan melalui diagram seperti berikut ini:

Gambar 11. 45

Gambaran dari Konsep *Smart* yang akan Diimplementasikan untuk RSU Sofifi – Maluku Utara



11.11 IMPLEMENTASI SISTEM MEKANIKAL

11.11.1 Instalasi Sistem Gas & Vakum Medik - IGVM

1. Rencana Pengembangan Instalasi

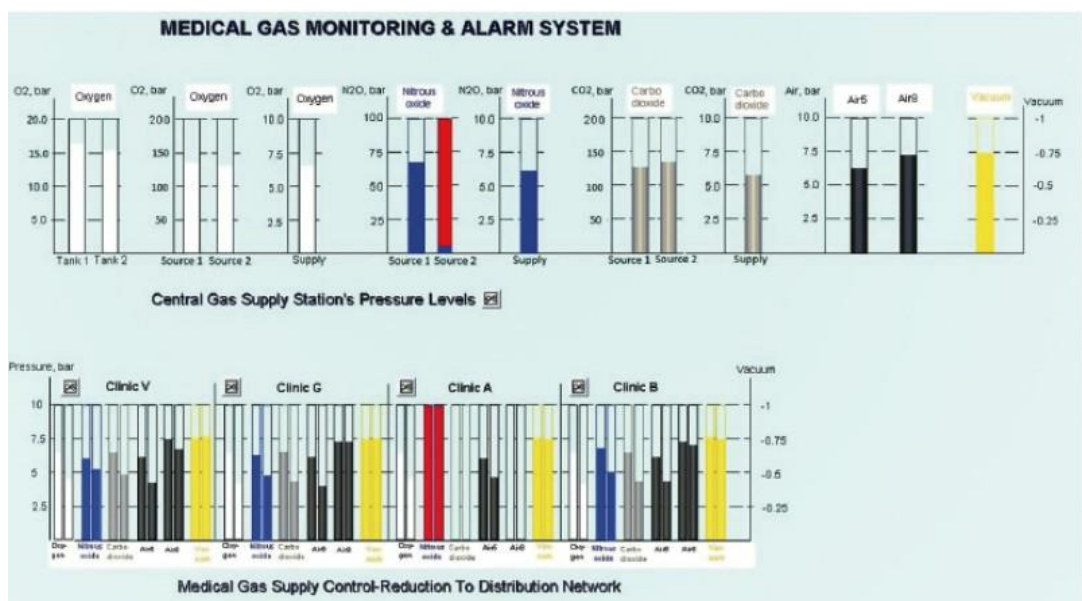
Di RSUD Sofifi – Maluku Utara untuk pemenuhan kebutuhan gas medis akan dikembangkan berdasarkan kebutuhan dan peruntukan di dalam perencanaan pembangunan Gedung. Khususnya untuk suplai gas oksigen dan udara tekan akan menggunakan sistem terpusat. Sedangkan untuk gas yang lain, seperti Vacuum/ Suction - Va dan Nitrous Oxide - N₂O, instalasinya dipasang dengan konsep secara desentralisasi per gedung yang membutuhkannya.

Dalam kegiatan master plan ini yang dikehendaki adalah melakukan penyiapan instalasi gas medis berdasarkan kebutuhan setiap Gedung sehingga dapat menjadi satu kesatuan sistem yang terintegrasi dan bisa dilakukan supervisi secara remote menggunakan electronic medical gas monitoring system.

Electronic medical gas monitoring system yang dimaksud disiapkan menjadi satu kesatuan dengan *Integrated Building Management System* yang akan dioperasikan untuk menunjang otomatisasi kendali gedung sesuai konsep *green hospital* yang akan diterapkan di RSUD Sofifi – Maluku Utara.

Gambar 11. 46

Contoh Tampilan *Report* dari *Status Monitoring System* Sistem Gas Medis untuk RSUD Sofifi – Maluku Utara

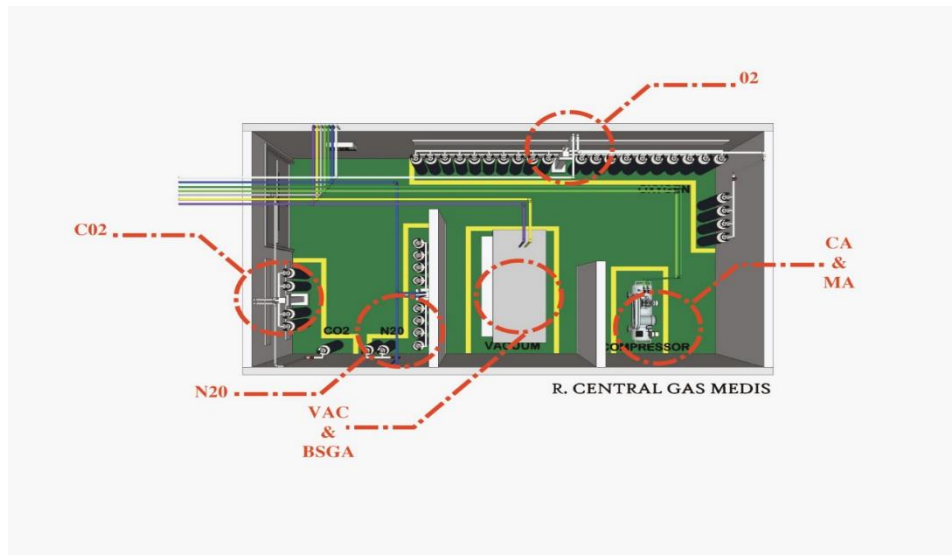


2. Rencana Pengembangan Instalasi

Berikut adalah gambaran penempatan sentral gas medis dalam layout yang telah dirancang sesuai master plan:

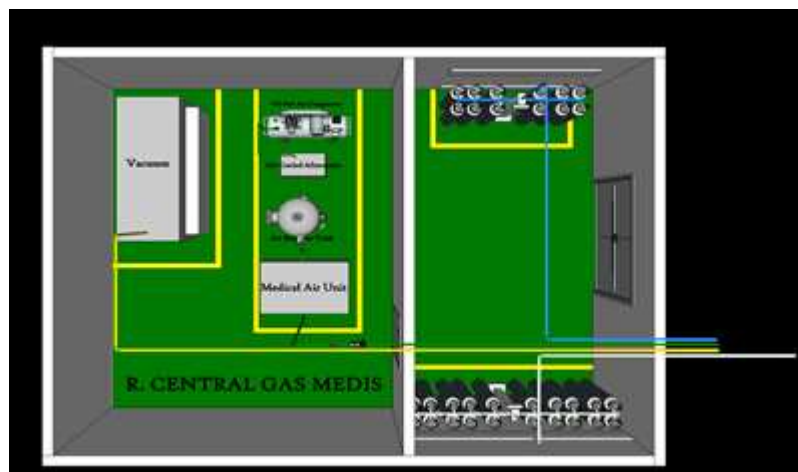
Gambar 11. 47

Contoh Layout Ruang Gas Medis, perspektif



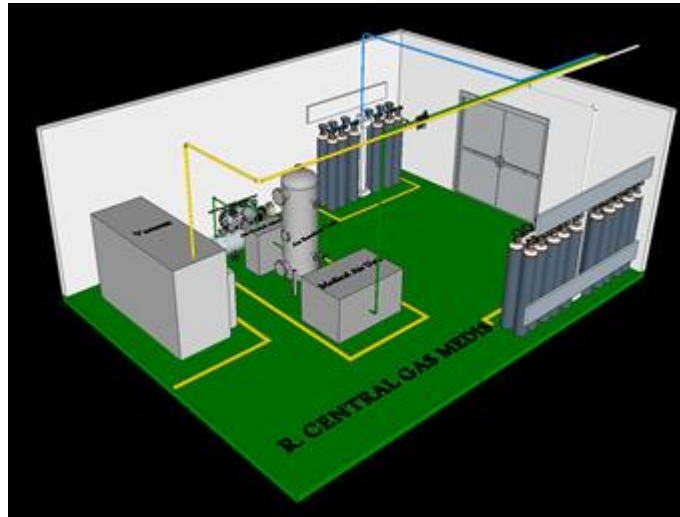
Gambar 11. 48

Contoh Layout Ruang Gas Medis, perspektif tampak atas



Gambar 11. 49

Contoh Layout 3D Ruangan Gas Medis, perspektif tampak atas



Sumber: Kemenkes, Draft Laporan Prototype Rumah Sakit

3. Ruang lingkup pekerjaan – IGVM

Ruang lingkup pekerjaan Instalasi Gas & Vakum medik di rumah sakit meliputi:

- Oksigen (O₂);
- Dinitrogen oksida/nitrous oxide (N₂O);
- Karbon dioksida (CO₂);
- Udara tekan medik (Medical Air/MA);
- Udara tekan alat (CA);
- Vakum medik (VAC), dan
- Buangan Sisa Gas Medik (BSGA/AGSS).

4. Standar warna – IGVM

Berikut di bawah ini adalah standar warna yang ditetapkan untuk digunakan dalam instalasi Gas & Vakum medik di rumah sakit meliputi:

Tabel 11. 6

Standar Warna -IGVM

Jenis Pipa Gas	Warna Pipa	
	Warna	Tulisan
Oksigen (O ₂)	<i>Putih / Hijau</i>	Hijau / Hitam / Putih
Dinitrogen Oksida (N ₂ O)	<i>Biru Tua</i>	Biru / Hitam / Putih

Jenis Pipa Gas	Warna Pipa	
	Warna	Tulisan
Udara Tekan Medik	<i>Hitam / Kuning</i>	Kuning / Hitam / Putih
Udara Hisap (vakum)	<i>Kuning / Hitam</i>	Kuning / Hitam / Putih
Udara Tekan Alat	<i>Merah / Kuning / Biru muda / Coklat</i>	Kuning / Hitam / Putih
CO ₂	<i>Abu – Abu / Jingga</i>	Hitam / Putih
Nitrogen	<i>Hitam / Abu-abu / Biru Muda</i>	Hitam / Putih
BSGA / WAGD	<i>Ungu / Merah / Kuning / Abu-abu</i>	Hitam / Putih

Sumber: Kemenkes, Draft Laporan Prototype Rumah Sakit

5. Keandalan penyaluran Gas & Vakum Medik – IGVM

Sistem Instalasi IGVM yang dirancang harus andal dalam melakukan penyaluran dari keluaran yang akan dihasilkan. Bilamana terjadi gangguan pada suatu jalur, untuk keamanan ruang-ruang lain, sebuah lampu indikator pada panel akan menyala dan alarm bel berbunyi, pasokan oksigen dan nitrous oksida dapat ditutup alirannya dari panel-panel yang berada di koridor-koridor, Bel dapat dimatikan, tetapi lampu indikator yang memonitor gangguan. kerusakan yang terjadi tetap menyala sampai gangguan/kerusakan teratasi.

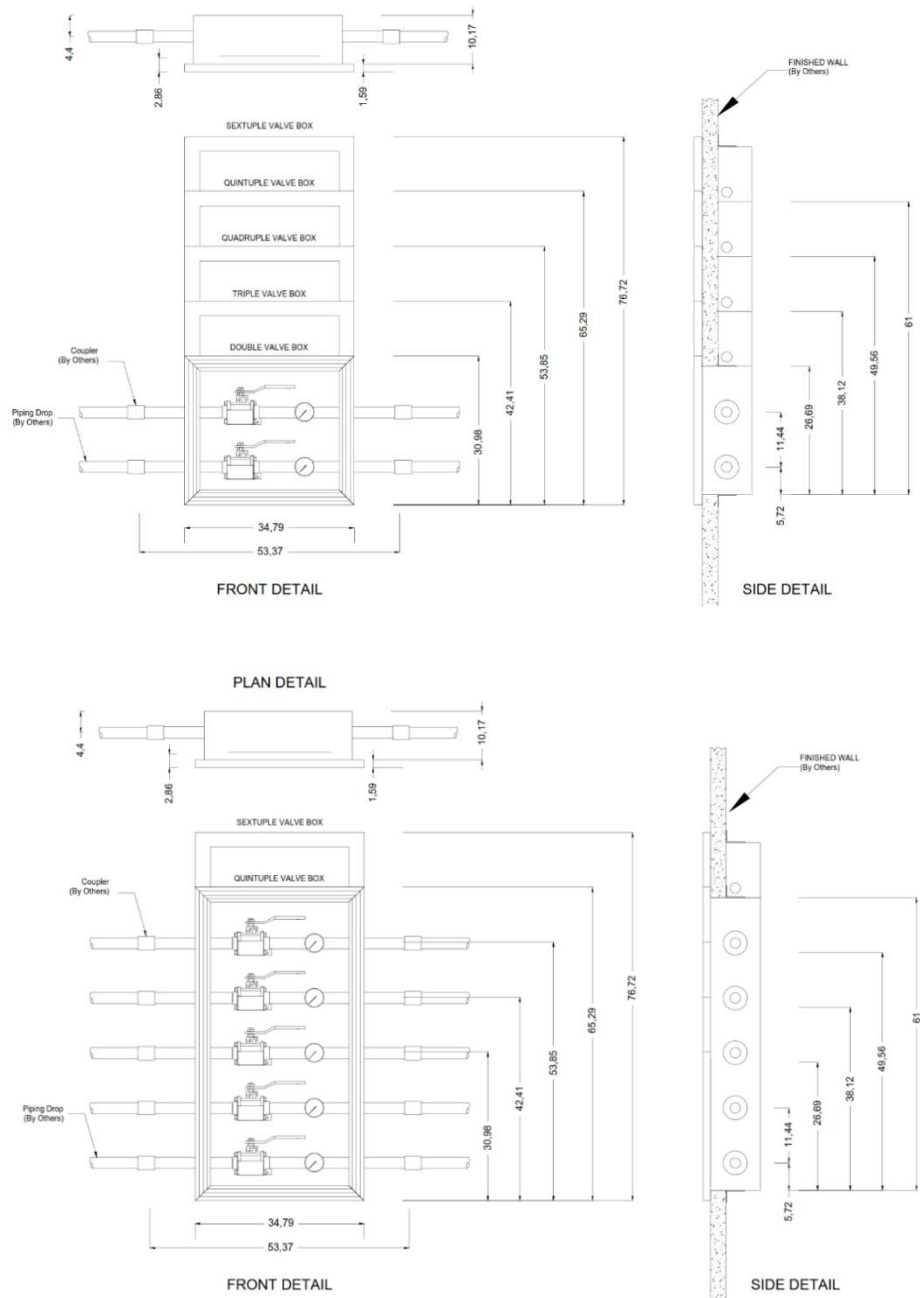
6. Kesiambungan fungsi dan layanan – IGVM

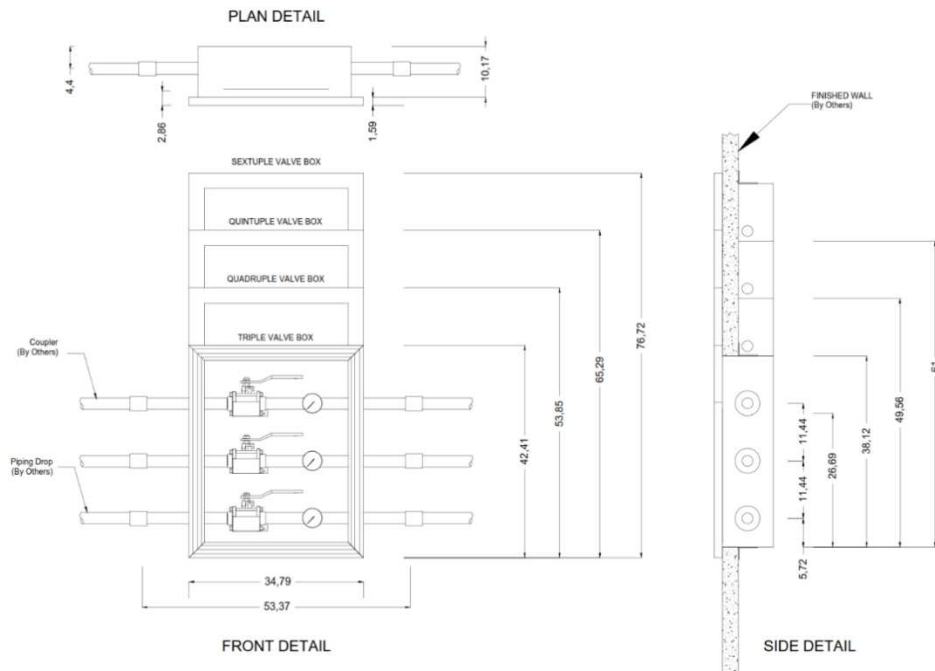
Selama terjadi gangguan, petugas anestesi berwenang dapat memindahkan sambungan gas medisnya yang semula secara sentral ke silinder-silinder gas cadangan pada mesin anestesi.

Kesiambungan fungsi dan layanan dapat dilihat dalam ketersediaan Zone Valve Box yang telah disiapkan dalam draft rancangan revisi Permenkes no 04 yang baru.

Berikut di bawah ini adalah usulan gambar-gambar yang sudah disiapkan oleh AIGMI untuk menjadi lampiran dari rancangan revisi Permenkes no 04 dimaksud.

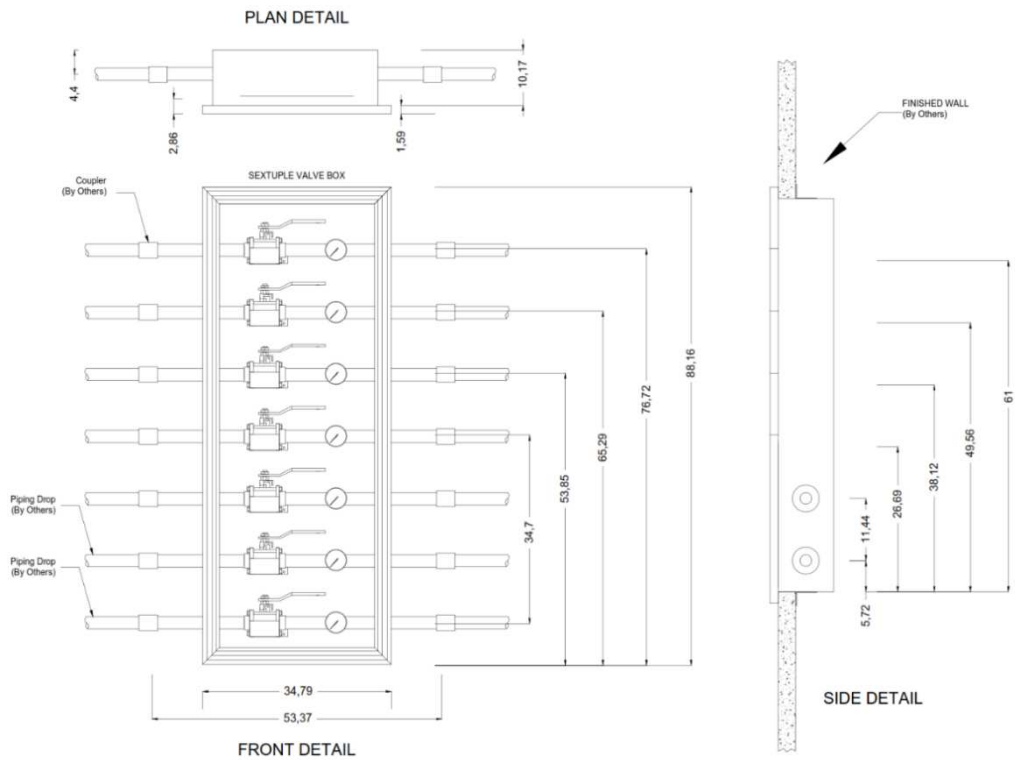
Gambar 11. 50
Detail Instalasi Zona Valve Box





NOTE:

- 1.The 2" valve can be ordered in either full port or reduced port.The reduced port valve comes in the standard 4"deep box.
- 2.The 2" full port valve comes in a 4-7/8" deep box.
- 3.The 2-1/2" and 3" valve come in a 6-1/2" deep box.



NOTE:

- 1.The 2” valve can be ordered in either full port or reduced port.The reduced port valve comes in the standard 4”deep box.
- 2.The 2” full port valve comes in a 4–7/8” deep box.
- 3.The 2–1/2” and 3” valve come in a 6–1/2” deep box.

Sumber: Kemenkes, Draft Laporan Prototype Rumah Sakit

7. Penggunaan Outlet Medik per ruangan

Berikut di bawah ini adalah daftar penggunaan outlet medik di ruangan-ruangan rumah sakit menggunakan jenis yang telah memenuhi persyaratan teknis

(Sumber: Kemenkes, Draft Laporan Prototype Rumah Sakit).

A. Ruang Rawat Inap

- Tiap TT terdiri dari 1 outlet O2 dan 1 outlet vakum medik.
- Dipasang pada bedhead baik horizontal atau vertikal.

B. Ruang Gawat Darurat

- Ruang isolasi terdiri dari 1 outlet O2 dan 1 outlet vakum medik.
- Ruang triase terdiri dari 1 outlet O2 dan 1 outlet vakum medik.
- TT resusitasi terdiri dari 1 outlet O2 dan 1 outlet vakum medik dan 1 outlet udara tekan instrument
- Ruang observasi terdiri dari 1 outlet O2, 1 outlet vakum medik dan 1 outlet udara tekan instrument
- Ruang tindakan anak terdiri dari 1 outlet O2, 1 outlet vakum medik dan 1 outlet udara tekan instrument
- Ruang tindakan kebidanan terdiri dari 1 outlet O2 ,1 outlet vakum medik dan 1 outlet udara tekan instrument
- Ruang tindakan non bedah terdiri dari 1 outlet O2 dan 1 outlet vakum medik
- Ruang tindakan bedah terdiri dari 1 outlet O2 dan 1 outlet vakum medik.
- Ruang operasi minor terdiri dari:
 - 2 outlet O2 (1 di pendant, 1 di dinding)
 - 2 outlet N2O (1 di pendant, 1 di dinding)
 - 2 outlet udara tekan medis (1 di pendant, 1 di dinding)
 - 2 outlet udara tekan instrument, dipasang di dinding

-
- 2 outlet vakum medic (1 di pendant, 1 di dinding)
 - 1 outlet Buangan Sisa Gas Anestesi (BSGA), dipasang di dinding

Catatan: Untuk daerah-daerah rawan bencana dipasang minimal 2 outlet O₂, vakum medic, udara tekan instrumen di halaman sekitar UGD.

C. Ruang Perawatan Intensif (ICU, HCU)

- Tiap TT ICU dilengkapi:
 - 1 outlet O₂
 - 1 outlet udara tekan medis
 - 1 outlet vakum medic
- Tiap TT HCU dilengkapi:
 - 1 outlet O₂
 - 1 outlet udara tekan medis
 - 1 outlet vakum medic

D. Ruang Operasi

- TT ruangan persiapan dilengkapi dengan 1 outlet O₂ dan vakum medic.
- Ruang operasi terdiri dari:
 - 2 outlet O₂
 - 2 outlet N₂O
 - 1 outlet gas CO₂
 - 2 outlet udara tekan medis
 - 2 outlet udara tekan instrument
 - 2 outlet vakum medik
 - 1 outlet Buangan Sisa Gas Anestesi (BSGA)
- TT ruangan pemulihan dilengkapi dengan 1 outlet O₂ dan vakum medic.

E. Ruang Perawatan

- TT ruangan perawatan dilengkapi dengan 1 outlet O₂ dan vakum medic.
- TT ruangan tindakan dilengkapi dengan 1 outlet O₂ dan vakum medic.

-
- TT ruangan isolasi dilengkapi dengan 1 outlet O2 dan vakum medik.

F. Ruang Radiologi

- Ruang fluoroscopy, general diagnostik, CT scan, MRI dilengkapi dengan 1 outlet O2

Catatan: Khusus ruang MRI jenis outlet nonmetal

G. Ruang Sterilisasi

- Ruang dekontaminasi dilengkapi 1 outlet udara tekan instrument

H. Ruang Diagnostik

- Ruang endoscopy & colonoscopy dilengkapi dengan 1 outlet O2, vakum medik dan udara tekan medik.
- Ruang persiapan dan pemulihan dilengkapi dengan 1 outlet O2 dan vakum medik.

I. Ruang hemodialysis

- Tiap TT/kursi hemodialysis dilengkapi dengan 1 outlet O2, vakum medik dan udara tekan medik.

8. Keselamatan & Keamanan Penggunaan

Kriteria Keselamatan dan keamanan penggunaan Instalasi Gas dan Vakum medik berikut secara normatif harus mengikuti Peraturan Menteri Tenaga Kerja Negara Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bejana Tekanan dan Tangki Timbun.

Berikut di bawah ini adalah saduran yang relevan dalam draft lampiran rencana revisi Permenkes no 4 tahun 2016 yang relevan dengan kriteria keselamatan dan keamanan penggunaan:

- Persyaratan Penyimpanan Tabung Gas Medik
- Persyaratan Pendistribusian Tabung Gas Medik
- Persyaratan Penggunaan Bejana Bertekanan atau Tabung atau Botol Gas Medik Pada Pasien.

9. Persyaratan Penyimpanan Tabung Gas Medik

1. Tabung-tabung Gas Medik harus disimpan berdiri, dipasang pengaman kran dan dilengkapi rantai baja pengaman untuk menghindari jatuh pada saat terjadi guncangan.

-
2. Lokasi penyimpanan harus khusus dan masing–masing Gas Medik dibedakan tempatnya serta diberi tanda.
 3. Penyimpanan tabung Gas Medik isi dan tabung Gas Medik kosong dipisahkan, untuk memudahkan pemeriksaan dan penggantian.
 4. Lokasi penyimpanan diusahakan jauh dari sumber panas, listrik dan oli atau sejenisnya, serta memiliki sirkulasi udara yang baik.
 5. Gas campuran yang sudah disimpan lebih dari 1 (satu) tahun agar dilakukan uji/test kepada produsen, untuk mengetahui kondisi Gas Medik dan memperhatikan masa kadaluarsa Gas Medik tersebut.

10. Persyaratan Pendistribusian Tabung Gas Medik

1. Distribusi tabung Gas Medik dilakukan dengan menggunakan trolley.
2. Tabung gas beserta trolley harus bersih dan memenuhi syarat sanitasi/higiene.
3. Penggunaan Gas Medik sistem tabung hanya bisa dilakukan satu tabung untuk satu orang.

11. Persyaratan Penggunaan Bejana Bertekanan

Persyaratan Penggunaan Bejana Bertekanan Atau Tabung Atau Botol Gas Medik Pada Pasien.

Alat Penunjang Untuk Pengoperasian Tabung Gas Medik khusus Oksigen Medik harus memiliki kelengkapan sebagai berikut:

1. 1 (satu) set regulator tabung yang dilengkapi dengan flowmeter. Dengan kemampuan input tekanan gas sebesar >150 bar.
 - 1) *Flowmeter* yang terpasang dapat dikategorikan menjadi 3 bagian, yaitu:
 - 2) maksimal *flow* 1 LPM untuk bayi (neonatal)
 - 3) maksimal *flow* 5 LPM untuk anak (pediatrik)
 - 4) maksimal *flow* 15 LPM untuk dewasa.
2. Peralatan di atas diwajibkan memiliki sertifikasi kalibrasi dari penguji, sehingga memiliki tingkat akurasi yang baik dan sesuai dengan kebutuhan medik.
 - 1) 1 (satu) buah slang (tubing);
 - 2) 1 (satu) buah masker (nasal);
 - 3) 1 (satu) buah kunci regulator dan kunci tabung;
 - 4) 1 (satu) buah dorongan (trolley) dengan pengaman.

12. Medical Gas Monitoring System

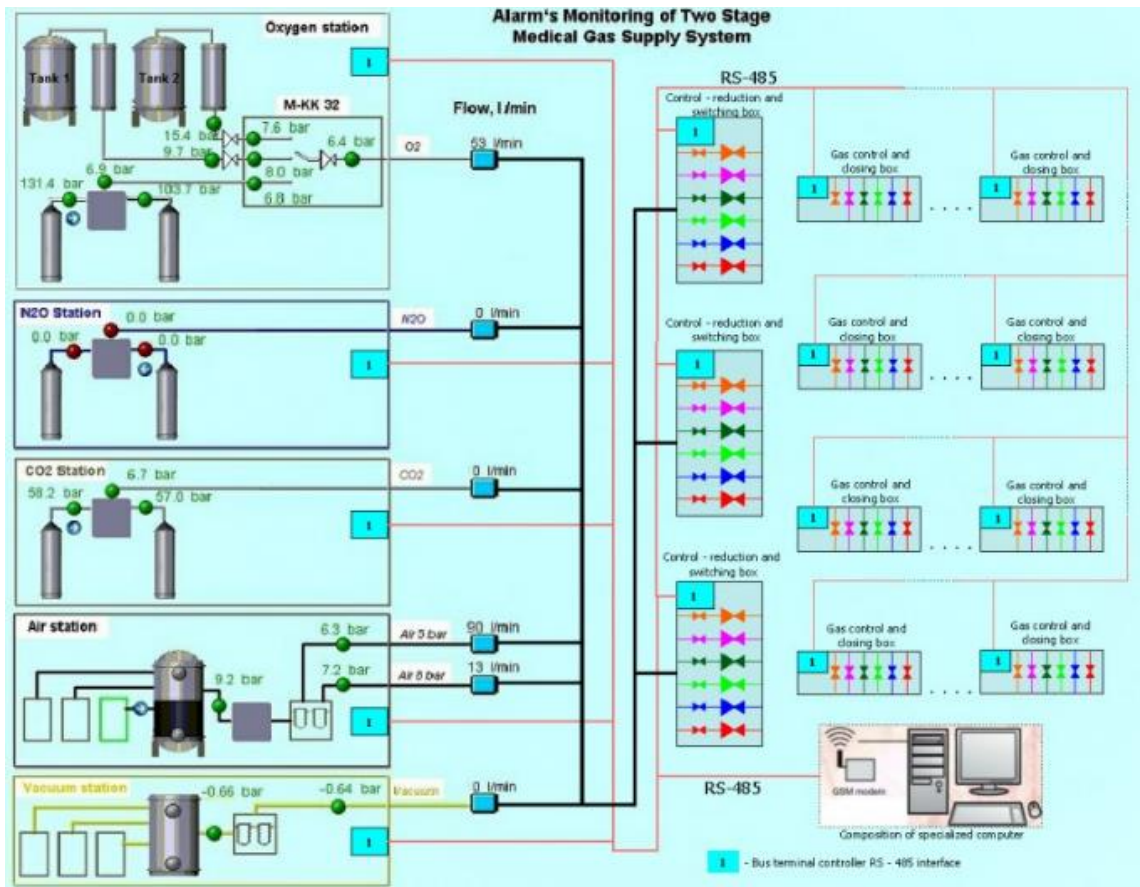
Instalasi gas medis di era modern seperti ini sudah saatnya menjadi sistem yang terkomputerisasi. Berikut di bawah ini diberikan contoh feature dari suatu produk yang sangat mendukung dalam pembuatan report dan dapat memberikan informasi secara *online*:

1. Sistem Manajemen Informasi sesuai dengan kebutuhan perkembangan teknologi yang sudah dituntut lebih canggih dan mampu memberikan pelayanan informasi yang akurat dan handal;
2. Network system harus berdasar pada microprocessor yang merupakan masukan jaringan dari Microsoft Window. Hal ini berlanjut dengan pemeriksaan perangkat medik seperti area alarm, master alarm, manifold, compressor air, pompa vacuum dan tangki liquid. Network akan akses dengan internet atau LAN yang dioperasikan dengan PC;
3. Kondisi alarm harus selalu ditampilkan pada PC agar grafik yang menggambarkan perangkat dan kondisi yang salah dan tidak berfungsi dapat terdeteksi;
4. Sistem network terdiri dari jaringan penghubung modul pada masing-masing perangkat medik. Sebuah modul hub gerbang yang akan langsung di akses dalam PC;
5. Sistem network akan dapat difungsikan oleh pengguna yang memiliki kemampuan pada situasi, jarak dan kondisi alarm sehingga dapat terpantau dimanapun;
6. Sistem networking mempunyai kapasitas untuk e-mail dan pemberian nomor halaman dengan kondisi seleksif dari pengguna;
7. Tiap kondisi alarm akan dimonitor pada vacuum dan sistem air (contohnya; status pompa yang digunakan, jadwal perawatan, pengering tak berfungsi, dan temperatur tinggi);
8. Sistem network akan memantau kemampuan jadwal pemeliharaan pada medical compressor air dan medical vacuum system secara online;

Sistem network akan menghasilkan setiap kejadian error pada system gas medis pada PC dengan berdasar pada standar laporan medical gas dan dapat dicetak.

Gambar 11. 51

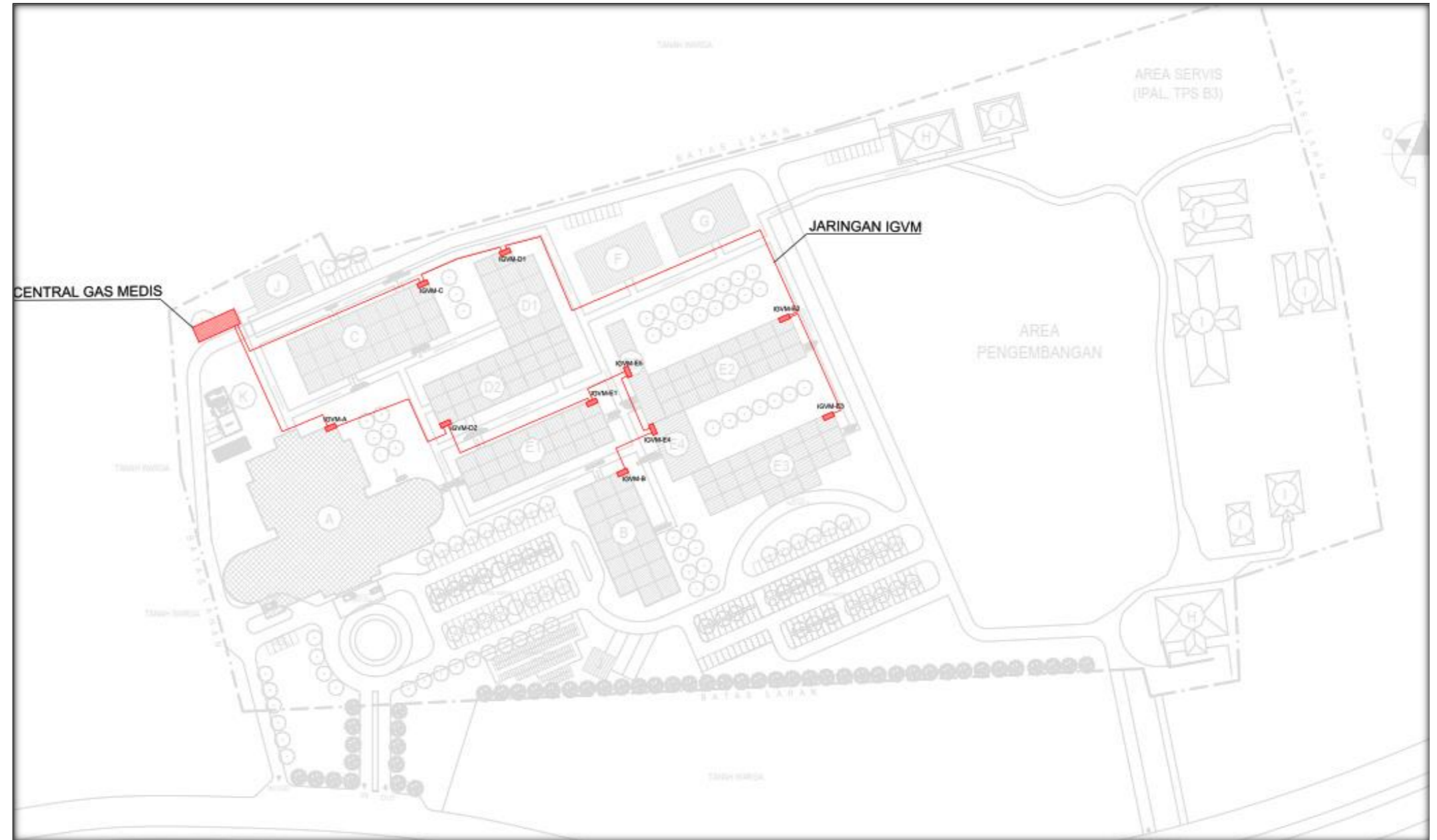
Instalasi Komputerisasi – Sistem Monitoring Gas Medis



Gambar 8.17

Layout Instalasi Gas & Vakum Medik antar Bangunan RSU Sofifi – Tidore Kepulauan, Maluku Utara

LEGENDA			
NOTASI	LANTAI	URAIAN	KET
(A)	DASAR 1	MAIN HALL, IGD, VR, ADMISSION POLIKLINIK, FARMASI	
	2	LABORATORIUM CIPTA, RADIOLOGI, ICU, ICCU, NECU & PICU	
(B)	DASAR 1	KANTOR & MANAJEMEN	
	2	KANTOR & MANAJEMEN	
	3	KANTOR & R. BERBAGUNA	
(C)	DASAR 1	HALL, BANK DARAH & CEO	
	2	IBS	
(D)	DASAR 1	RADIOLOGI/STIK	
	2	LABORATORIUM	
(D2)	DASAR 1	MCU	
	2	HEMODIALISIS	
(E)	DASAR 1	RAWAT INAP (P. DALAM)	
	2	RAWAT INAP (BEDAH)	
	3	RAWAT INAP (ANAK)	
	4	RAWAT INAP (KEBIDANAN)	
(E2)	DASAR 1	RAWAT INAP	
	2	RAWAT INAP	
	3	RAWAT INAP	
	4	RAWAT INAP	
(E3)	DASAR 1	RAWAT INAP	
	2	RAWAT INAP	
	3	RAWAT INAP	
	4	RAWAT INAP VIP & VIP	
(E4)	DASAR 1-4	FASUK & RUANG TUNGGU	
(E5)	DASAR 1-4	RAMP	
(F)	DASAR 1	GLDANG FARMASI	
(G)	DASAR 1	IPSR	
(H)	DASAR 1	INSTALASI O2	
(I)	DASAR 1	INSTALASI LAUNDRY	
(J)	DASAR 1	KAMAR JENAZAH	
(K)	DASAR 1	POWER HOUSE, R. POMPA & GWT	
(L)	DASAR 1	CENTRAL GAS MEDIS	

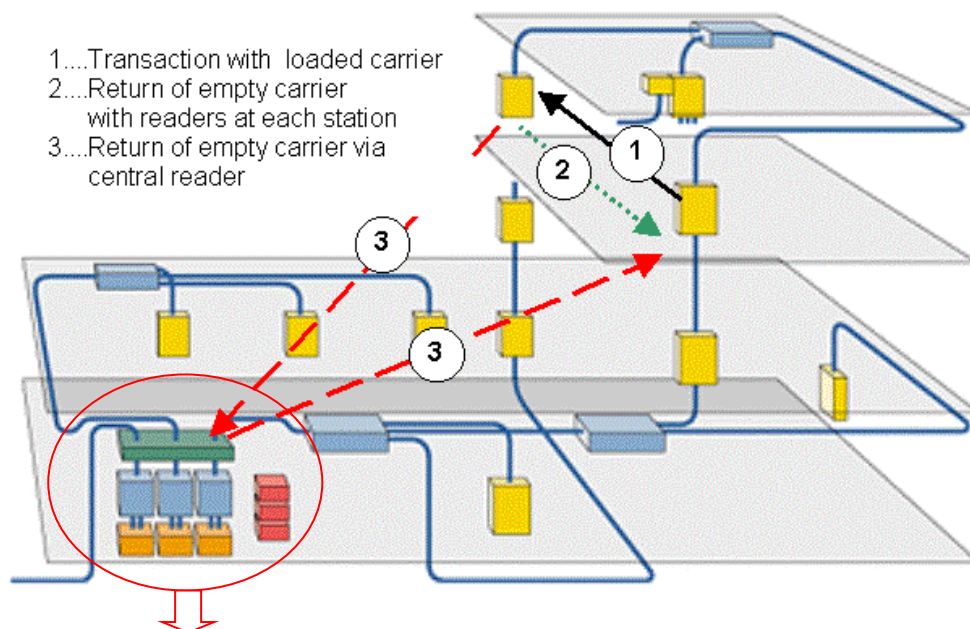


11.11.2 Sistem Transportasi Tabung – *Pneumatic Tube*

Pneumatic Tube (untuk transportasi keperluan laboratorium, farmasi, rekam medis dan obat-obatan). Mengingat pada RSUD Sofifi – Maluku Utara ini bangunan yang satu dengan lain yang cukup jauh dan bertingkat, untuk memudahkan dan mempercepat pelayanan transportasi seperti sample darah, data rekam medik, obat-obatan yang harus dikirim dari laboratorium ke ruang operasi dan sub unit lainnya. Sistem transportasi tabung/ *pneumatic tube* yang sudah ada perlu dikembangkan sampai ke bangunan baru dan terintegrasi.

Gambar 11. 52

Skematik Sistem Transportasi Tabung/ *Pneumatic Tube*



Gambar 11. 53

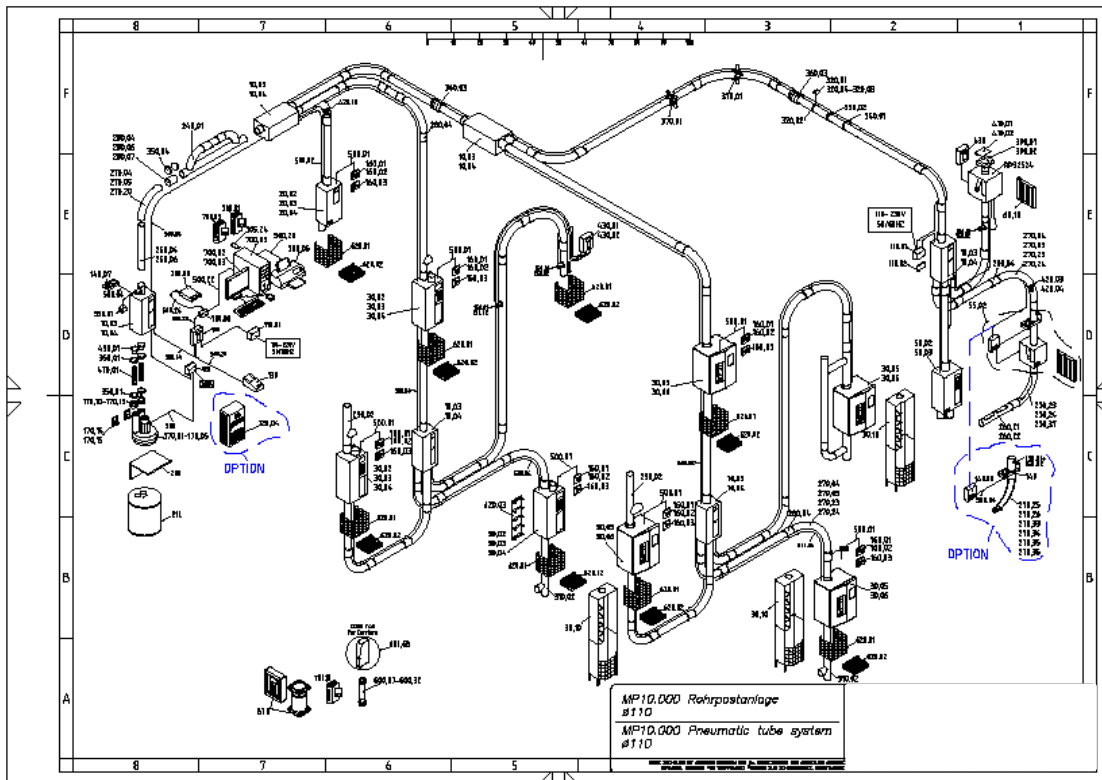
Stasiun Pengiriman/ Penerimaan Sistem Transportasi Tabung/ *Pneumatic Tube*



Berikut di bawah ini adalah diagram *vertical* rencana jalur utama untuk instalasi *pneumatic tube*:

Gambar 11. 54

Diagram Instalasi Sistem Transportasi Tabung/ *Pneumatic Tube*

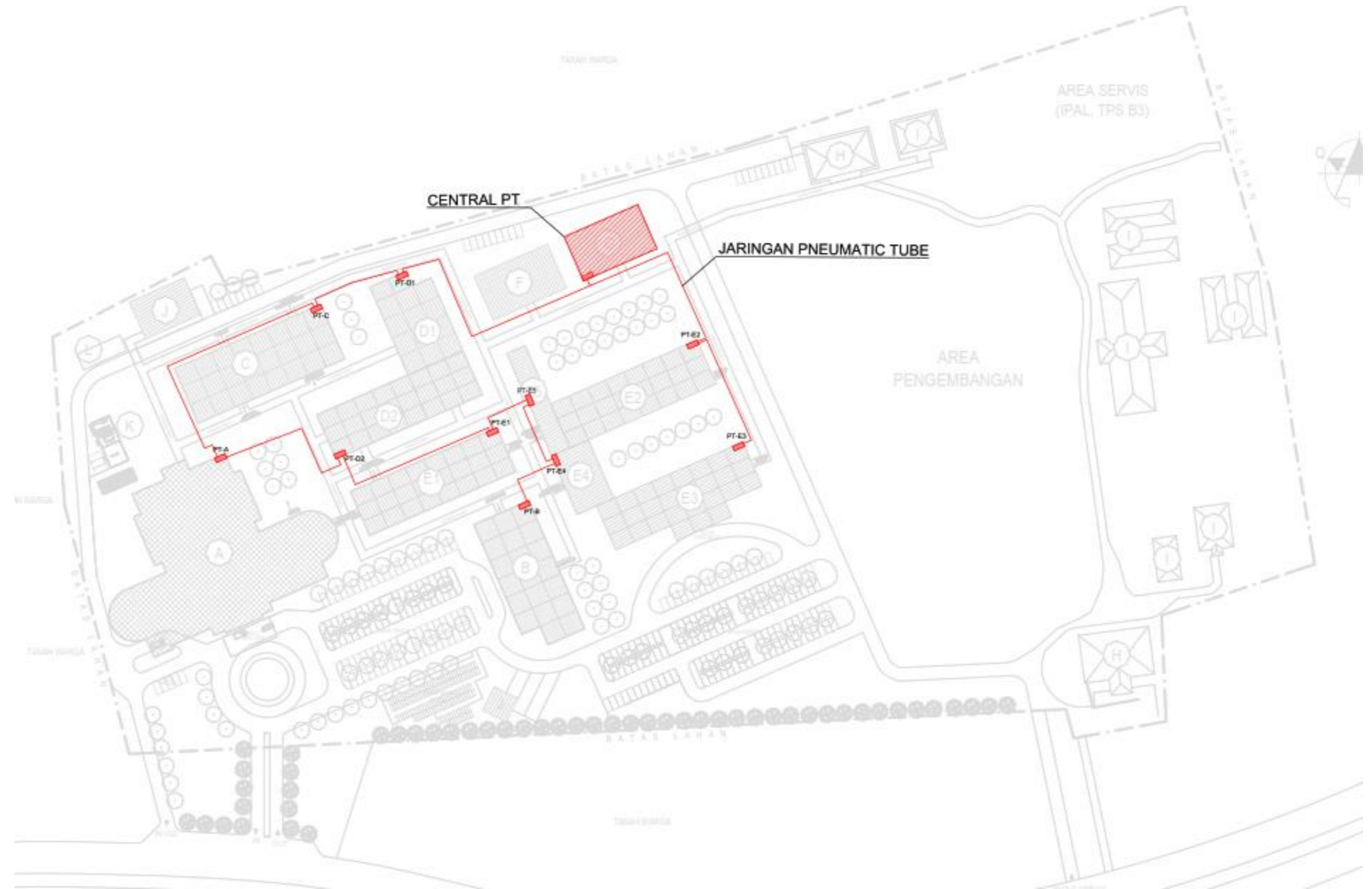


Gambar 11. 55

Layout Instalasi Transportasi Tabung – Pneumatic Tube antar Bangunan RSU Sofifi – Tidore Kepulauan, Maluku Utara

LEGENDA :

NOTASI	LANTAI	URAIAN	KET
(A)	DASAR/1	MAIN HALL, IGD, VK, ADMISSION, POLIKLINIK, FARMASI	
	2	LABORATORIUM CITO, RADIOLOGI, ICU, ICCU, NICU & PICU)	
		KANTOR & MANAJEMEN & (REFUGSI REHAB MEDIK)	
(B)	DASAR/1	KANTOR & MANAJEMEN	
	2	KANTOR & MANAJEMEN	
	3	KANTOR & R. SERBAGUNA	
(C)	DASAR/1	HALL, BANK DARAH & CSSD	
	2	IBS	
(D1)	DASAR/1	RADIOLOGI	
	2	LABORATORIUM	
(D2)	DASAR/1	MCU	
	2	HEMODIALISIS	
(E1)	DASAR/1	RAWIAT INAP (P. DALAM)	
	2	RAWIAT INAP (BEDAH)	
	3	RAWIAT INAP (ANAK)	
	4	RAWIAT INAP (KEBIDANAN)	
(E2)	DASAR/1	RAWIAT INAP	
	2	RAWIAT INAP	
	3	RAWIAT INAP	
	4	RAWIAT INAP	
(E3)	DASAR/1	RAWIAT INAP	
	2	RAWIAT INAP	
	3	RAWIAT INAP	
	4	RAWIAT INAP VIP & VVIP	
(E4)	DASAR/1-4	FASUM & RUANG TUNGGU	
(E5)	DASAR/1-4	RAMP	
(F)	DASAR/1	GDANG FARMASI	
(G)	DASAR/1	IPERS	
(H)	DASAR/1	INSTALASI GIZI	
(I)	DASAR/1	INSTALASI LAUNDRY	
(J)	DASAR/1	KAMAR JENAZAH	
(K)	DASAR/1	POWER HOUSE, R. POMPA & GWT	
(L)	DASAR/1	SENTRAL GAS MEDIS	



11.11.3 Sistem Tata Udara dan Ventilasi

Bangunan rumah sakit mempunyai kekhususan yang sangat berbeda dan tidak ditemui di bangunan gedung umum lainnya. Rumah sakit adalah tempat dimana orang sakit (dengan bermacam-macam penyakit) didiagnosa, diterapi, dirawat, dan dilakukan tindakan medik. Tindakan medik ini dimulai dari pemeriksaan biasa, pemeriksaan laboratorium, pemeriksaan dengan sinar radioaktif, pemeriksaan dengan ultrasonic, tindakan pembedahan ringan, tindakan pembedahan berat dan sebagainya.

Pasien datang dengan beragam penyakit dan masalah kesehatan seperti: sakit biasa atau sakit khusus yang membutuhkan dokter dan tindakan khusus, seperti sakit jantung, penyakit dalam, pasien luka bakar, pasien luka terbuka atau tertutup, pasien menular dan sebagainya.

Dengan kondisi tersebut, faktor-faktor yang membedakan rumah sakit dengan bangunan gedung biasa terletak pada persyaratan kesehatan, keselamatan dan pencegahan dari penyebaran penyakit dirumah sakit (*Hospital – acquired infections/HAIs*) atau disebut juga disebut *nosocomial infections*, peralatan dan instalasi tata udaranya.

Jam kerja 24 jam sehari, 7 hari seminggu, berarti membutuhkan pengkondisian yang terus menerus dilakukan oleh sistem tata udara. Mengingat rumah sakit bisa dikatakan sebagai pusat sumber dari berbagai jenis mikroorganisme yang bisa menimbulkan banyak masalah kesehatan baik kepada petugas, perawat, dokter serta pasiennya yang berada di rumah sakit tersebut, maka pengaturan temperatur, kelembaban udara, jumlah udara ventilasi serta kebersihan dan tekanan positif dan negative di dalam ruangan secara keseluruhan perlu mendapatkan perhatian khusus. Untuk mencegah berkembang biak dan tumbuh suburnya mikroorganisme tersebut, terutama di ruangan-ruangan khusus seperti: ruang operasi yang membutuhkan tingkat sterilitas ruangan yang tinggi, ruang Isolasi dan lain-lain, diperlukan pengaturan:

1. Temperatur
2. Kelembaban udara relatif
3. Kelas kebersihan
4. Jumlah udara ventilasi
5. Tekanan ruangan yang positif dan Negatif;
6. Distribusi udara di dalam ruangan.

Sistem tata udara khusus diperlukan untuk menghindarkan penularan penyakit dan memperoleh tingkat kenyamanan termal seperti kondisi temperatur dan kelembaban yang tepat untuk penyakit yang berbeda.

11.11.4 Peralatan Sistem Tata Udara dan Ventilasi

Peralatan/ sistem tata udara dan ventilasi termasuk jaringan instalasinya yang besar peranannya dalam pelayanan kesehatan secara umum terdiri dari :

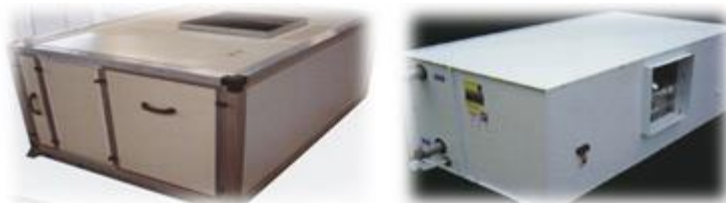
1. Tata udara dengan penyaringan udara efisiensi tinggi (Hepa Filter) untuk ruang operasi dan dilengkapi dengan ventilasi untuk kebutuhan "full fresh air";
2. Air Cooled Chiller, Air Handling Unit dan Fan Coil Unit;
3. Unit Air Conditioning dengan Split System dan Duct Type;
4. Ventilasi mekanis (exhaust fan) untuk ruangan-ruangan, dapur, gudang obat dan sebagainya;
5. Ventilasi mekanis (exhaust fan) untuk toilet.

Standar-Standar yang Digunakan

1. ASTM (American Society for Testing and Material) dan ASME (American Society of Mechanical Engineers) untuk material;
2. ARI (Air Conditioning and Refrigerating Institute) untuk peralatan Air Conditioning;
3. SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association, Inc.) untuk pekerjaan saluran udara;
4. ASHRAE (American Society of Heating; Refregerating and Air Conditioning Engineers).

Sistem dan Peralatan Tata Udara Kritisal untuk Ruang OK Model dari Sistem AC Kritisal yang Digunakan

1. Air Handling Unit (AHU) dan Fan Coil Unit (FCU)



2. Saluran udara (ducting)

Saluran udara (*ducting*) direncanakan menggunakan jenis *Polyurethan*, berikut gambar *ducting*:

Gambar 11. 56

Gambaran Ducting Menggunakan PolyUrethan



Berikut di bawah ini adalah ilustrasi dari skematik sistem AC khusus yang akan dikembangkan untuk Ruang OK:

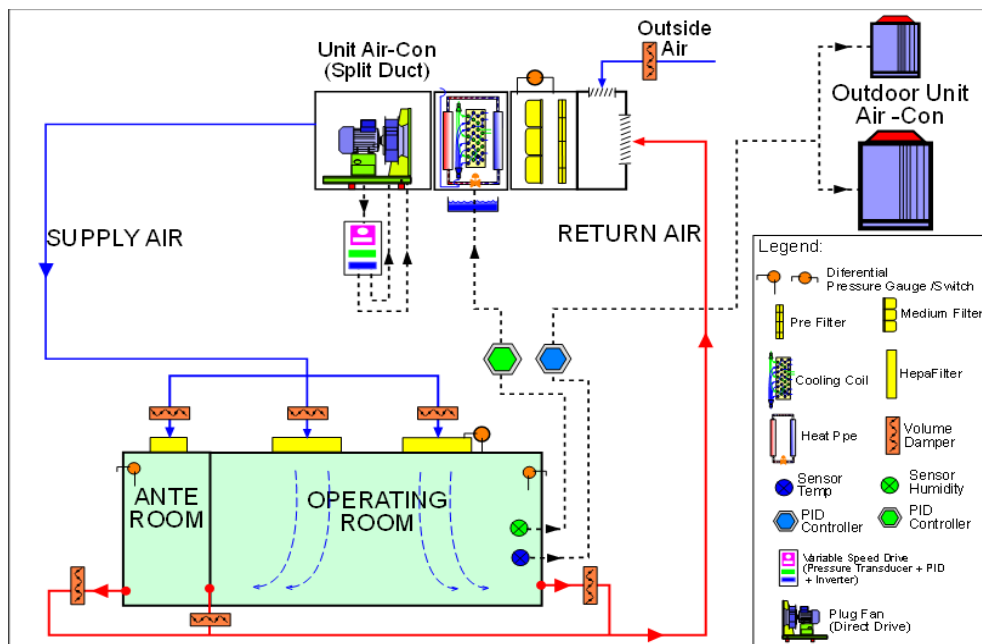
Gambar 11. 57

Contoh implementasi Skematik Sistem Tata Udara di Ruang OK



Gambar 11. 58

Contoh Skematik Sistem Tata Udara di Ruang OK



Keterangan:

Sistem Split Duct + HePa Filter, dipergunakan untuk mengkondisikan ruang – ruang Operasi, ICCU/ ICU yang dipersyaratkan pada ruang – ruang tersebut harus terbebas dari kuman/ bakteri.

Dasar-Dasar Kebutuhan Tata Udara dan Ventilasi

Pada dasarnya sistem *air conditioning* dibagi menjadi 2 (dua) kelompok yaitu:

1. Pendinginan dengan air atau disebut juga water cooler;
2. Pendinginan langsung dengan freon atau disebut juga air cooled.

Peralatan *air conditioning* dan *ventilasi* termasuk jaringan instalasinya yang besar peranannya dalam fungsi suatu gedung rumah sakit secara umum terdiri dari :

1. Sistem air conditioning dengan air cooled, colling tower;
2. Sistem air conditioning dengan split system;
3. Ventilasi mekanis (exhaust fan dan intake fan) untuk ruangan-ruangan, dapur, gudang, area parkir basement, ruang panel dan sebagainya;
4. Ventilasi mekanis (exhaust fan) untuk toilet.

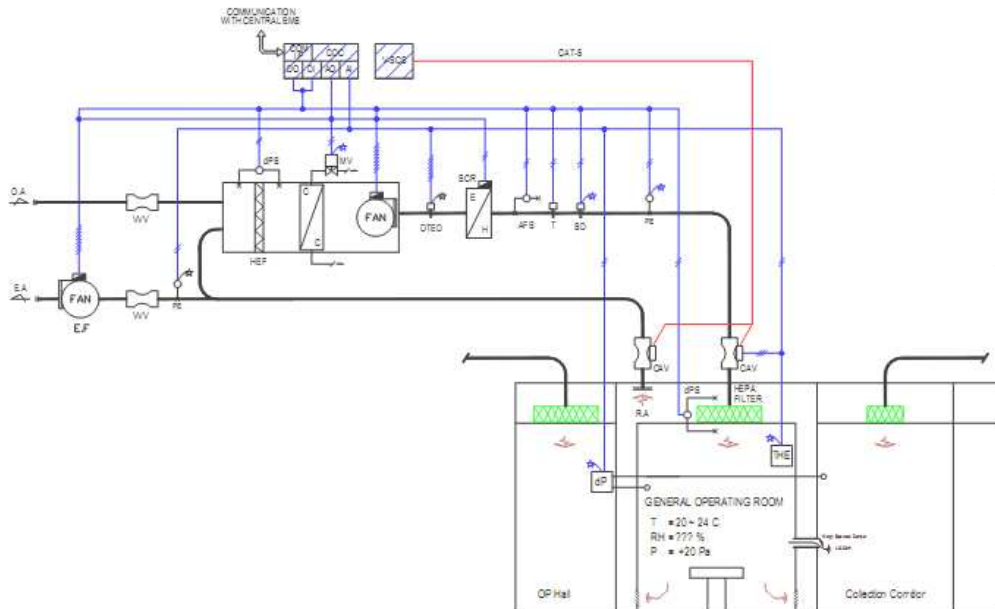
Adapun syarat-syarat yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut :

1. Sistem air conditioning ruangan disesuaikan dengan penggunaan ruangan bervariasi diantara 180C-240C;
2. Kuantitas ventilasi udara sebesar 15-30 cfm per orang;

3. Kelembaban relatif (RH) antara 50%-55%.

Gambar 11. 59

Gambar Diagram Sistem Kontrol AC untuk Ruang Operasi, ICCU dan ICU



A. Lantai-lantai Unit Ruang

- 1) Pemasukan udara segar ke dalam ruang dilakukan dengan menggunakan *indoor unit* (masing-masing untuk setiap ruang/area), dengan bantuan saluran udara dan masuk melalui *grille* disamping *grille* dan *room fan coil*;
- 2) Selain melayani ruang rawat inap, ruang periksa, mesin tersebut juga melayani *area corridor* bangunan, dan fasilitas penunjang lainnya;
- 3) Kamar inap perawatan dilayani dengan *individual wall mounted unit* yang dilengkapi *thermostat* dan *fan speed control*.

B. Lantai Fungsi

Atas dasar pertimbangan fungsi ruangan yang berbeda, maka untuk setiap fungsi yang berbeda kegiatannya dan jam operasinya, disediakan unit mesin FCU secara terpisah satu dengan lainnya yang direncanakan berdasarkan fungsi dan keseragaman aktivitas.

Estimasi Perhitungan *Cooling Load AC non Kritis*

Untuk estimasi perhitungan *cooling load* untuk Sistem AC di ruang non kritis diambil pendekatan berkisar antara 450 - 600 btuh/ m². Pendekatan ini dibuat atas dasar pertimbangan kondisi cuaca Daerah Amuntai, Kalimantan Selatan cukup menggunakan pada angka estimasi minimalnya yakni sebesar 500 Btuh/ m².

Asumsi dasar yang akan dijadikan acuan dalam penyusunan rancangan untuk mendapatkan perhitungan dalam skedul di atas adalah:

- ✓ Temperatur AC ruangan disesuaikan dengan penggunaan ruangan bervariasi diantara 18⁰C–24⁰C;
- ✓ Kuantitas ventilasi udara sebesar 15–30 cfm per orang;
- ✓ Kelembaban relatif (RH) antara 50–55%.

Sistem Ventilasi Udara Mekanis

Area yang tidak dikondisikan dengan sistem tata udara/ AC dilengkapi dengan ventilasi mekanis yang memasukkan dan mengeluarkan udara, diantaranya untuk :

- Gudang; Ruang Panel; *Power House*;
- Ruang Genset; Toilet; *Pantry*.

Peralatan yang dipakai dalam sistem ini adalah *intake fan* dan *exhaust fan*, dengan menggunakan *fan type centrifugal in line, axial dan industrial*. Berikut di bawah ini diberikan Tabel Persyaratan Sistem Tata Udara di rumah sakit, mengacu hasil studi prototype di Kemenkes Jakarta

Tabel 11. 7

Persyaratan Sistem Tata Udara pada Ruangan-Ruangan di Rumah Sakit

Fungsi Ruang	Temperatur (°C)	Kelembaban Udara Relatif (%)	Kelas Kebersihan	Hubungan tekanan terhadap area bersebelahan	Pertukaran udara dari luar per jam	Total pertukaran udara per jam	Seluruh udara di buang langsung ke luar bangunan	Resirkulasi udara di dalam unit ruangan
PERAWATAN BEDAH DAN KRITIS								
Ruangan Operasi Khusus	20±2	55±5	Di atas meja operasi: Kelas 1.000 (ISO-6) Ruangan: Kelas 10.000 (ISO-7)	$P(\min \Delta 5 Pa)$	5-Apr	25-30	Pilihan	Tidak
Ruangan Operasi Umum	22±2	55±5	Di atas meja operasi: Kelas 1.000 (ISO-6) Ruangan: Kelas 10.000 (ISO-7)	$P(\min \Delta 5 Pa)$	4-Mar	20-25	Pilihan	Tidak
Ruangan Operasi Minor	22±2	55±5	Di atas meja operasi: Kelas 10.000 (ISO-7) Ruangan: Kelas 10.000 (ISO-7)	$P(\min \Delta 5 Pa)$	4-Mar	15-20	Pilihan	Tidak
Koridor Bersih	22±2	55±5	Kelas 100.000 (ISO-8)	$P(\min \Delta 5 Pa)$	4-Mar	6	Pilihan	Tidak
Ruangan Pemulihan	22±2	55±5	Kelas 1.000.000 (ISO-9)	$E(\min \Delta 2,5 Pa)$	2	6	Pilihan	Tidak
Ruangan Persiapan	22±2	55±5	Kelas 1.000.000 (ISO-9)	$E(\min \Delta 2,5 Pa)$	2	6	Pilihan	Tidak
Gudang Steril	22±2	55±5	Kelas 100.000 (ISO-8)	$E(\min \Delta 2,5 Pa)$	2	6	Pilihan	Tidak
Ruangan Penyimpanan Alat	22±2	55±5	Kelas 100.000 (ISO-8)	$E(\min \Delta 2,5 Pa)$	2	6	Pilihan	Tidak

Fungsi Ruang	Temperatur (°C)	Kelembaban Udara Relatif (%)	Kelas Kebersihan	Hubungan tekanan terhadap area bersebelahan	Pertukaran udara dari luar per jam	Total pertukaran udara per jam	Seluruh udara di buang langsung ke luar bangunan	Resirkulasi udara di dalam unit ruangan
Ruangan Farmasi	22±2	55±5	Kelas 100.000 (ISO-8)	E(min Δ 2,5 Pa)	2	6	Pilihan	Tidak
RAWAT INAP								
Ruangan Perawatan Pasien ^e , Tindakan	24±2	55±5			2	4	Pilihan	Pilihan
Toilet ^f	24±2	55±5		N	Pilihan	10	Ya	Tidak
Isolasi protektif ^g	24±2	55±5		P	2	15	Ya	Pilihan ^h
Isolasi Infeksius ^g	24±2	55±5		N	2	6	Ya	Tidak
Ruangan antara Isolasi ⁱ	24±2	55±5		±	2	10	Ya	Tidak
Nurse Station	24±2	55±5			2	4	Pilihan	Pilihan
Ruangan Penyimpanan, Ruangan Farmasi	24±2	55±5			2	4	Pilihan	Pilihan
PERAWATAN INTENSIF								
Perawatan intensif	24±2	55±5	Kelas 100.000 (ISO-8)	P	2	6	Pilihan	Tidak
Isolasi protektif ^g	24±2	55±5	Kelas 100.000 (ISO-8)	P	2	15	Ya	Pilihan ^h
Isolasi Infeksius ^g	24±2	55±5		N	2	6	Ya	Tidak
ruangan antara isolasi	24±2	55±5		±	2	10	Ya	Tidak

Fungsi Ruang	Temperatur (°C)	Kelembaban Udara Relatif (%)	Kelas Kebersihan	Hubungan tekanan terhadap area bersebelahan	Pertukaran udara dari luar per jam	Total pertukaran udara per jam	Seluruh udara di buang langsung ke luar bangunan	Resirkulasi udara di dalam unit ruangan
Gudang Bersih	24±2	55±5						
Gudang kotor/Spoelhoek				N	Pilihan	10	Ya	Tidak
KEBIDANAN DAN PENYAKIT KANDUNGAN								
Persiapan/pemulihan/postpartum	24±2	55±5						
Ruangan Tindakan Melahirkan/VK	22±2	55±5	Kelas 100.000 (ISO-8)	E	2	4	Pilihan	Pilihan
Ruangan Tindakan Ginekologi	22±2	55±5	Kelas 100.000 (ISO-8)	E	2	4	Pilihan	Pilihan
Gudang Bersih	24±2	55±5						
Gudang kotor/Spoelhoek				N	Pilihan	10	Ya	Tidak
RADIOLOGI								
Radiologi:		55±5						
X-Ray (cathlab)	22±2	55±5	Kelas 10.000 (ISO-7)	$P(\min \Delta 5 Pa)$	3	15	Pilihan	Tidak
X-Ray (diagnostik dan tindakan)	22±2	55±5			2	6	Pilihan	Pilihan
LABORATORIUM								

Fungsi Ruang	Temperatur (°C)	Kelembaban Udara Relatif (%)	Kelas Kebersihan	Hubungan tekanan terhadap area bersebelahan	Pertukaran udara dari luar per jam	Total pertukaran udara per jam	Seluruh udara di buang langsung ke luar bangunan	Resirkulasi udara di dalam unit ruangan
Laboratorium, Umum	22±2	55±5		N	2	6	Ya	Tidak
Laboratorium, Bacteriologi	22±2	55±5		N	2	6	Ya	Tidak
Laboratorium, Biochemistry	22±2	55±5		P	2	6	Pilihan	Tidak
Laboratorium, Cytology	22±2	55±5		N	2	6	Ya	Tidak
Laboratorium, pencucian gelas	22±2	55±5		N	Pilihan	10	Ya	Pilihan
Laboratorium, histology	22±2	55±5		N	2	6	Ya	Tidak
Laboratorium, pengobatan nuklir.	22±2	55±5		N	2	6	Ya	Tidak
Laboratorium, pathologi	22±2	55±5		N	2	6	Ya	Tidak
Laboratorium, serologi.	22±2	55±5		P	2	6	Pilihan	Tidak
Laboratorium, sterilisasi	22±2	55±5		N	Pilihan	10	Ya	Tidak
Laboratorium, transfer media.	22±2	55±5		P	2	4	Pilihan	Tidak
Autopsy	22±2	55±5		N	2	12	Ya	Tidak
Ruang tunggu – tubuh tidak didinginkan ^j	22±2	55±5		N	Pilihan	10	Ya	Tidak
Farmasi	22±2	55±5		P	2	4	Pilihan	Pilihan
ADMINISTRASI								

Fungsi Ruang	Temperatur (°C)	Kelembaban Udara Relatif (%)	Kelas Kebersihan	Hubungan tekanan terhadap area bersebelahan	Pertukaran udara dari luar per jam	Total pertukaran udara per jam	Seluruh udara di buang langsung ke luar bangunan	Resirkulasi udara di dalam unit ruangan
Pendaftaran dan ruang tunggu	24±2	55±5		N	2	6	Ya	Pilihan ^h
RUANG RAWAT JALAN								
Ruang Pemeriksaan ^e	24±2	55±5		±	2	6	Pilihan	Pilihan
RUANG TINDAKAN								
Bronchoscopy, sputum collection, dan administrasi pentamidine	24±2	55±5		N	2	10	Ya	Pilihan ^h
Ruang Tindakan ^e	24±2	55±5		±	2	6	Pilihan	Pilihan
STERILISASI								
Ruang kotor dan dekontaminasi.		55±5		N	2	6	Ya	Tidak
Ruang bersih (Pengemasan)	24±2	55±5	Kelas 1.000.000 (ISO-9)	P	2	6	Pilihan	Pilihan
Gudang steril	24±2	55±5	Kelas 100.000 (ISO-8)	P	2	6	Pilihan	Pilihan
Gudang peralatan/linen	24±2	55±5		±	2 (Pilihan)	2	Pilihan	Pilihan
DAPUR								
Pusat persiapan, pengolahan dan penyajian makanan				±	2	10	Ya	Tidak
Tempat cuci				N	Pilihan	10	Ya	Tidak


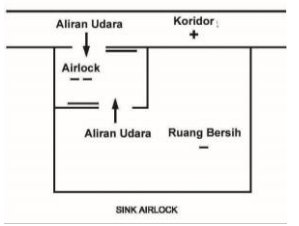
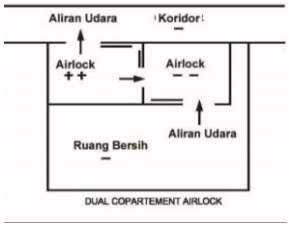
Fungsi Ruang	Temperatur (°C)	Kelembaban Udara Relatif (%)	Kelas Kebersihan	Hubungan tekanan terhadap area bersebelahan	Pertukaran udara dari luar per jam	Total pertukaran udara per jam	Seluruh udara di buang langsung ke luar bangunan	Resirkulasi udara di dalam unit ruangan
Gudang bahan makanan kering/basah				±	Pilihan	2	Pilihan	Tidak
LAUNDRY								
Ruangan cuci linen				N	2	10	Ya	Tidak
Ruangan peneimaan, sortir linen kotor dan penyimpanan sementara				N	Pilihan	10	Ya	Tidak
Gudang linen bersih	24±2	55±5		P	2 (Pilihan)	2	Pilihan	Pilihan
Area pengeringan, penyetricaan dan pelipatan		55±5		N	Pilihan	10	Ya	Tidak
RUANG LAINNYA								
Gudang kotor/Spoelhoek				N	Pilihan	10	Ya	Tidak
Kamar mandi				N	Pilihan	10	Pilihan ^f	Tidak
Janitor				N	Pilihan	10	Pilihan	Tidak

Keterangan:

P = Positif, N = Negatif, E = sama, ± = kontrol langsung secara terus menerus dibutuhkan ^e

- a) Ventilasi sesuai standar ASHRAE 62-1989, ventilasi untuk kualitas udara di dalam bangunan yang dapat diterima, harus digunakan untuk area yang laju ventilasi spesifiknya tidak diberikan. Apabila persyaratan udara luar lebih tinggi seperti yang disebut pada standar 62 dari yang ada pada tabel diatas, nilai yang tertinggi harus diambil.
- b) Total pertukaran udara yang ditunjukkan harus dipasok atau apabila disyaratkan harus dibuang.
- c) Untuk ruang operasi, 100% udara luar harus digunakan hanya jika ketentuan yang ada mempersyaratkan dan hanya jika alat pemulihan panas digunakan.
- d) Istilah ruang trauma yang digunakan disini adalah ruang bantuan pertama dan/atau ruang darurat yang digunakan tindakan awal dari korban kecelakaan. Ruang operasi di dalam pusat trauma yang secara rutin digunakan untuk bedah darurat dianggap sebagai ruang operasi.
- e) Meskipun kontrol langsung secara terus menerus tidak dipersyaratkan, perbedaan harus diminimalisir, dan dalam tidak adanya kontrol arah, tidak boleh ada penyebaran infeksi dari satu area ke area lain.
- f) Untuk diskusi pertimbangan untuk sistem pembuangan udara sentral di toilet, lihat pada "ruang pasien".
- g) Ruang isolasi infeksius yang dijelaskan dalam tabel ini mungkin digunakan untuk pasien infeksius pada komunitas rumah sakit rata-rata. Ruangan bertekanan negatif, Beberapa ruang isolasi mungkin mempunyai ruang antara terpisah. Lihat pembahasan dalam bab ini untuk informasi lebih rinci. Apabila penyakit menular yang sangat infeksius terhirup seperti tuberkulosis, harus diisolasi. Peningkatan laju pertukaran udara perlu dipertimbangkan. Ruang isolasi protektif yang digunakan untuk pasien immunosuppressed. Ruang bertekanan positif untuk memprotek pasien. Ruang antara umumnya dipersyaratkan dan harus bertekanan negatif dengan ruang pasien yang ada.
- h) Resirkulasi diizinkan dalam ruangan pasien isolasi pernapasan jika udara difilter dengan HEPA filter.
- i) Semua udara yang dibutuhkan tidak perlu dibuang jika peralatan ruang gelap dilengkapi ducting saluran pembuangan (*scavenging exhaust*) dan memenuhi standar NIOSH, OSHA, dan petugas yang terpapar terbatas.
- j) Tubuh yang didinginkan di ruangan hanya ada fasilitas untuk melakukan otopsi di lokasi dan menggunakan ruang untuk jangka pendek sambil menunggu tubuh yang akan dipindahkan.
- k) Pusat persiapan makanan harus mempunyai kelebihan pasokan udara untuk tekanan positif jika tudung tidak dioperasikan. Jumlah pertukaran udara dapat dikurangi atau bervariasi untuk mengontrol bau jika ruangan tidak digunakan. Total pertukaran udara per jam minimal harus dipersyaratkan untuk memberikan udara tambahan yang tepat ke sistem pembuangan dapur.
- l) Untuk ruang air lock dan penggunaannya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Jenis ruang bersih	Pemilihan airlock	Fungsi airlock	Hubungan tekanan relatif	Gambar
<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan positif • Tanpa asap dan zat bio • Tanpa dibutuhkan penghalang / penahanan 	Cascading	<ul style="list-style-type: none"> • Mencegah ruang bersih terkontaminasi dari udara luar yang kotor • Mencegah udara bersih terkontaminasi dari ruang sekelilingnya melalui retakan • Model air lock ini umumnya digunakan pada ruangan isolasi protektif (immune compromise), ruang operasi dan ruangan pencampuran obat steril. 	Ruang bersih + + + Airlock + + Koridor +	<p>The diagram illustrates a cascading airlock system. It shows a 'Ruang Bersih' (Clean Room) with a pressure level of '+++'. An 'Airlock' with a pressure level of '++' is located between the clean room and a 'Koridor' (Corridor) with a pressure level of '+'. Arrows indicate the direction of air flow: from the clean room into the airlock, and from the airlock into the corridor. The text 'CASCADING AIRLOCK' is written below the diagram.</p>

Jenis ruang bersih	Pemilihan airlock	Fungsi airlock	Hubungan tekanan relatif	Gambar
<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan negatif • Ada kontaminasi dari asap dan zat bio • Dibutuhkan penghalang/penahan 	Bubble	<ul style="list-style-type: none"> • Mencegah ruang bersih terkontaminasi dari udara kotor koridor • Mencegah ruang bersih melepas asap atau zat bio ke koridor • Model air lock ini umumnya digunakan pada ruangan pencampuran obat sitotoksik 	Ruang bersih - Airlock ++ Koridor +	 <p style="text-align: center;">BUBBLE AIRLOCK</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan negatif • Ada kontaminasi dari asap dan zat bio • Dibutuhkan penghalang/penahan 	Sink	<ul style="list-style-type: none"> • Mencegah ruang bersih terkontaminasi udara kotor koridor • Mengizinkan asap atau zat bio ruang bersih lepas ke air lock. Tidak ada peralatan proteksi petugas yang dibutuhkan • Model air lock ini umumnya digunakan pada ruangan perawatan isolasi airborne 	Ruang bersih - Airlock -- Koridor +	 <p style="text-align: center;">SINK AIRLOCK</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan negatif • Ada asap beracun atau zat bio yang berbahaya atau mempunyai potensi gabungan unsur • Dibutuhkan penghalang/penahan • Proteksi petugas dibutuhkan 	(Dual Compartment) Kompartemen ganda	<ul style="list-style-type: none"> • Mencegah ruang bersih terkontaminasi dari udara kotor koridor • Mencegah asap udara bersih atau zat bio lepas ke koridor • Proteksi peralatan yang digunakan petugas (seperti peralatan presurisasi dan respiratur bila disyaratkan) • Model air lock ini umumnya digunakan pada ruang severe acute respiratory syndrome. 	Udara bersih - Airlock negatif -- Airlock positif ++ Koridor -	 <p style="text-align: center;">DUAL COMPARTMENT AIRLOCK</p>

Jenis ruang bersih	Pemilihan airlock	Fungsi airlock	Hubungan tekanan relatif	Gambar
<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan positif • Tanpa asap dan zat bio • Tanpa dibutuhkan penghalang / penahanan 	Cascading	<ul style="list-style-type: none"> • Mencegah ruang bersih terkontaminasi dari udara luar yang kotor • Mencegah udara bersih terkontaminasi dari ruang sekelilingnya melalui retakan • Model air lock ini umumnya digunakan pada ruangan isolasi protektif (immune compromise), ruang operasi dan ruangan pencampuran obat steril. 	Ruang bersih + + + Airlock + + Koridor +	<p>CASCADING AIRLOCK</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan negatif • Ada kontaminasi dari asap dan zat bio • Dibutuhkan penghalang/penahan 	Bubble	<ul style="list-style-type: none"> • Mencegah ruang bersih terkontaminasi dari udara kotor koridor • Mencegah ruang bersih melepas asap atau zat bio ke koridor • Model air lock ini umumnya digunakan pada ruangan pencampuran obat sitotoksik 	Ruang bersih - Airlock + + Koridor +	<p>BUBBLE AIRLOCK</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan negatif • Ada kontaminasi dari asap dan zat bio • Dibutuhkan penghalang/penahan 	Sink	<ul style="list-style-type: none"> • Mencegah ruang bersih terkontaminasi udara kotor koridor • Mengizinkan asap atau zat bio ruang bersih lepas ke air lock. Tidak ada peralatan proteksi petugas yang dibutuhkan • Model air lock ini umumnya digunakan pada ruangan perawatan isolasi airborne 	Ruang bersih - Airlock - - Koridor +	<p>SINK AIRLOCK</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan negatif • Ada asap beracun atau zat bio yang berbahaya atau mempunyai potensi gabungan unsur • Dibutuhkan penghalang/penahan • Proteksi petugas dibutuhkan 	(Dual Compartment) Kompartemen ganda	<ul style="list-style-type: none"> • Mencegah ruang bersih terkontaminasi dari udara kotor koridor • Mencegah asap udara bersih atau zat bio lepas ke koridor • Proteksi peralatan yang digunakan petugas (seperti peralatan presurisasi dan respiratur bila disyaratkan) • Model air lock ini umumnya digunakan pada ruang severe acute respiratory syndrome. 	Udara bersih - Airlock negatif - - Airlock positif + + Koridor -	<p>DUAL COMPARTEMENT AIRLOCK</p>

11.12 IMPLEMENTASI SISTEM ELEKTRIKAL

11.12.1 Kriteria Pengembangan Kelistrikan Rumah Sakit

Kriteria sistem kelistrikan suatu rumah sakit adalah perhatian pada kualitas, kontinuitas serta tingkat keamanan dalam penyediaan daya listrik.

Kriteria Kualitas dan Kontinuitas Layanan Kelistrikan

Berikut ini adalah kriteria yang harus dipenuhi terkait dengan tingkat kualitas dan kontinuitas layanan sistem kelistrikan rumah sakit :

1. Keandalan Sistem
Tata cara pengoperasian pelayanan pada gedung rumah sakit menghendaki keandalan yang tinggi dalam penyediaan daya listrik, aman dari kegagalan dan sesedikit mungkin gangguan terhadap sistem secara keseluruhan;
2. Kemudahan dalam Operasional dan Pemeliharaan
Sistem kelistrikan harus direncanakan sesederhana mungkin untuk memudahkan dalam operasi dan pemeliharaan;
3. Pengaturan Tegangan
Meningat banyaknya peralatan (*sound system*, mesin-mesin tata udara, peralatan medis dan lain-lain) dengan batas toleransi tegangan tertentu, maka tegangan sumber listrik harus dapat dipertahankan pada berbagai macam beban;
4. Pemeliharaan
Sistem distribusi kelistrikan harus direncanakan dengan berbagai kemudahan bagi pemeriksaan dan perbaikan jika terjadi gangguan atau kerusakan;
5. Fleksibilitas
Sistem kelistrikan harus direncanakan dengan cukup fleksibel, yang berarti tanggap terhadap kemungkinan terjadinya penambahan dan perluasan bangunan serta peralatan. Harus diperhatikan perubahan tegangan listrik, *rating* peralatan, penambahan ruang peralatan baru bahkan kemungkinan penambahan beban kelistrikan;
6. Biaya Investasi dan Operasional
Sistem kelistrikan harus direncanakan dengan menekan serendah mungkin biaya investasi dan biaya pengoperasiannya;
7. Klasifikasi Beban Listrik
Perencanaan sistem kelistrikan harus diawali dengan memperhatikan besaran dan sifat-sifat beban yang dilayani, termasuk kemungkinan pertumbuhan beban akibat perluasan bangunan serta jenis peralatan yang ada;
8. Kategori Pembebanan

Beban listrik untuk bangunan RSUD Sofifi – Maluku Utara dibedakan atas tiga kategori sebagai berikut:

- A. Prioritas Utama (kategori A): beban yang harus disuplai secara kontinu tanpa boleh terputus sama sekali, baik oleh sumber listrik PLN maupun sumber cadangannya;
- B. Prioritas Sedang (kategori B): beban yang dilayani secara kontinu oleh sumber listrik PLN dengan sumber cadangan *diesel-generator*;
- C. Beban Umum (kategori C): beban yang hanya dilayani oleh sumber listrik PLN saja.

9. Jaringan Distribusi dan Sumber Daya Cadangan

Faktor penting lainnya yang mempengaruhi perencanaan sistem kelistrikan suatu rumah sakit adalah: karakteristik beban, kualitas pelayanan, ukuran dan konfigurasi bangunan serta pertimbangan biaya. Jaringan Distribusi yang dikembangkan adalah layanan daya PLN masuk ke dalam Power House dilaksanakan melalui Jaringan TM PLN sedangkan untuk jaringan TR dari Power House menuju instalasi di setiap gedung disiapkan dengan pola radial mengikuti ketentuan yang dipersyaratkan dalam SNI 04-0225-2011 dan Peraturan Menteri Kesehatan no 2306 tahun 2011 tentang instalasi listrik rumah sakit.

10. Sumber Daya Cadangan

Sumber daya cadangan untuk layanan emergency di RSUD Sofifi – Maluku Utara berasal dari Diesel-Generator Set yang ditempatkan secara terpusat di Power House. Generator Set yang disediakan memiliki backup daya sebesar 100%.

11.12.2 Perhitungan Beban Listrik

Kebutuhan daya listrik awal dapat diprediksi berdasarkan kriteria hemat energi yang telah ditetapkan pada rancangan Bangunan Gedung Hijau sebagai berikut:

1. Angka target pemakaian daya berdasarkan kriteria hemat energi pada rancangan bangunan gedung hijau dengan target penghematan 40% yakni dengan target konsumsi daya sebesar 288 kWh/m²/thn. Angka tersebut adalah ekuivalen dengan Power density sebesar 40 VA/ m² untuk Power Density ruangan ber AC.
2. Besaran angka 40 VA/ m² dapat dihitung berdasarkan uraian sebagai berikut:

Telah dituliskan dalam buku Pedoman Green Hospital Indonesia yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesehatan tahun 2018, merujuk pada halaman 38 tentang EFIENSI ENERGI sebagai berikut:

Perhitungan IKE (Intensitas Konsumsi Energi) listrik (standar RS =288kWh/m² per tahun, ASEAN,2000)

Keterangan:

Hasil perhitungan IKE 3 bulan terakhir = 288kWh/m² per tahun (Ket : m² luas lantai ruangan/bangunan yang terpasang AC)

Dari fakta bahwa pemakaian jam nyala rumah sakit umum adalah untuk pelayanan 24 jam, maka dapat dihitung Power Density nya sebagai berikut:

Asumsi Ruang Pelayanan yang memiliki jam nyala 24 jam adalah 60% dari total luas lantai ruangan/bangunan yang terpasang AC.

Asumsi Ruang Pelayanan yang memiliki jam nyala 10 jam adalah 40% dari total luas lantai ruangan/bangunan yang terpasang AC.

Dengan demikian angka konsumsi power density ruang ber AC dapat dihitung dengan pendekatan sebagai berikut:

Power density ruang ber AC operasi 24 jam sehari:

$$A = 60\% \times 288 \times 1000 / (24 \times 365) = 19,73 \approx 20 \text{ Watt/m}^2$$

Power density ruang ber AC operasi 10 jam sehari:

$$B = 40\% \times 288 \times 1000 / (10 \times 240) = 48 \text{ Watt/m}^2$$

Angka Power Density rata-rata :

$$(A + B) / 2 = (20 + 48) / 2 = 34 \text{ Watt/m}^2$$

Sesuai standar PLN target angka faktor daya yang dicapai adalah 0,85. Dengan demikian dapat dilakukan konversi satuan Power Density sebagai berikut:

$$34 \text{ Watt/m}^2 = 34 / 0,85 = 39,8 \approx 40 \text{ VA/m}^2$$

Pemakaian daya listrik untuk AC rata-rata berkisar antara 70% ~ 80% dari keseluruhan total kebutuhan daya listrik bangunan, daya AC dalam perhitungan diatas adalah pada kisaran angka seperti hitungan berikut:

1. Power Density untuk luasan ruangan 70% ber AC (alternatif konservatif)
2. Power Density untuk luasan ruangan 80% ber AC (alternatif esimistik)
 - A. Untuk beban peralatan lain diluar AC, dari pendekatan diatas memiliki Power density berkisar antara 8 ~ 12 watt/m².
 - B. Untuk keperluan Transportasi Vertikal, setiap elevator @ 15 KVA.

-
- C. Kebutuhan daya untuk pompa air (booster pump) memerlukan daya listrik sebesar 2,2 KW.
 - D. Kebutuhan daya untuk Ventilasi Mekanis (Exhaust & Pressurized Fan) dihitung berdasarkan pada asumsi per gedung sebesar 12,5 KVA.
 - E. Beban peralatan lain diperhitungkan sesuai perencanaan peralatan yang akan dipergunakan untuk kegiatan Rumah Sakit, namun belum termasuk kebutuhan daya khusus untuk Ventilasi dan Pengkondisian Udara (AC) ruang kritikal.

Berdasarkan uraian yang disampaikan dalam paragraf diatas kebutuhan daya dapat diperkirakan lebih rinci, sebagai berikut:

Dari data KLB → Jumlah luasan yang akan dibangun 35.644 M²

Perkiraan Kebutuhan daya listrik:

$$35.644 \text{ m}^2 \times 40\text{VA/m}^2 = 1,425,760 \text{ , - VA dibulatkan menjadi 1500 KVA}$$

Perkiraan kebutuhan Daya Bangunan \approx 1500 KVA

Cadangan daya untuk peralatan Rumah Sakit 25% = 375KVA

Jumlah kebutuhan daya total = 1875 KVA dibulatkan menjadi 2000 KVA

Keterangan:

Dengan jumlah kapasitas Trafo sebesar 2000KVA, atas dasar pertimbangan keandalan pasokan sesuai rekomendasi Kemenkes, dapat dipilih konfigurasi Trafo 2 x 1000 KVA.

Dengan jumlah beban seperti diatas, maka pasokan daya dapat dibackup menggunakan Genset dengan konfigurasi daya 2 x 1000 KVA.

Tabel 11. 8**Kebutuhan beban Power pada Setiap Gedung di RSUD Sofifi – Maluku Utara**

NO.GEDUNG	NAMA GEDUNG	LANTAI	FUNGSI BANGUNAN	LUASAN	DAYA	DAYA	RASIO
				M2	KW	KVA	WATT/M2
A	POLIKLINIK & CRITICAL	2	POLIKLINIK + IGD + ICU + ICCU + NICU + PICU	7322,32	385,59	453,64	52,66
B	KANTOR ADM	3	KANTOR & MANAJEMEN	3375,00	158,25	186,18	46,89
C	CSSD & IBS	2	BANK DARAH + CSSD + IBS	2699,91	171,07	201,26	63,36
D1	LAB RADIODIAGNOSTIK	2	LABORATORIUM & RADIODIAGNOSTIK	1530,00	97,86	115,13	63,96
D2	HEMODIALISA	2	MCU + HEMODIALISA	2160,00	102,36	120,42	47,39
E1	RAWAT INAP	4	RAWAT INAP	4320,00	236,72	278,49	54,80
E2	RAWAT INAP	4	RAWAT INAP	4320,00	236,72	278,49	54,80
E3	RAWAT INAP	4	RAWAT INAP	4860,00	261,56	307,72	53,82
E4	FASUM	4	FASILITAS UMUM & RUANG TUNGGU	1440,00	75,44	88,75	52,39
E5	RAMP	4	RAMP	1260,76	49,35	58,06	39,14
F	GUDANG FARMASI	1	GUDANG FARMASI	544,97	11,99	14,11	22,00
G	IPSR	1	IPSR	544,97	28,61	33,66	52,50
H	INSTALASI GIZI	1	INSTALASI GIZI	434,00	32,30	37,99	74,41
I	INSTALASI LAUNDRY	1	INSTALASI LAUNDRY	282,50	22,07	25,96	78,12
J	KAMAR JENAZAH	1	KAMAR JENAZAH	343,15	6,43	7,57	18,74
K	P.HOUSE & R.POMPA	1	POWER HOUSE + R. POMPA + GWT	206,16	4,23	4,97	20,50
L	SENTRAL GAS MEDIS	1	SENTRAL GAS MEDIS				

Tabel 11. 9**Perhitungan Daya Tersambung ke Jaringan PLN di RSUD Sofifi – Maluku Utara**

JUMLAH DAYA	1880,544	
PEAK FACTOR (Y)	0,9	
(X x Y)	1692,489	
DIVERSITY	1,2	
PEAK LOAD	1410,408	KW
POWER FACTOR	0,85	
ESTIMATED LOAD	1659,303	KVA
SPARE 10%	165,9303	KVA
POWER REQUESTED	1825,233	KVA
PLN STANDARD CONNECTED LOAD	2000	KVA

Dasar Estimasi beban listrik

- 1) Estimasi beban listrik pada awalnya akan dilakukan berdasarkan luasan Gedung yang telah ditetapkan dalam program ruang ditambah dengan perkiraan peralatan medis dan peralatan ruang kritikal yang nantinya akan dikoreksi setelah mendapatkan konfirmasi dari user.
- 2) Estimasi awal ini dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran skalabilitas ukuran system yang akan dirancang, mulai dari instalasi power house dari sisi tegangan menengah sampai layanan sisi tegangan rendah di setiap ruangan.
- 3) Estimasi untuk perhitungan kebutuhan daya listrik ini pada tahap awal perencanaan dilakukan berdasarkan pada luasan gedung, dengan pertimbangan sebagai berikut:
 - a) Dari program ruang 70% - 80% luasan yang dipergunakan untuk area kerja /area fungsional, 20% -30% untuk area penunjang dan sirkulasi
 - b) Daya untuk Penerangan diambil pendekatan sebagai berikut:

-
- Lampu penerangan yang digunakan jenis LED sehingga konsumsi daya untuk area kerja 5 watt/m². Untuk area penunjang dan sirkulasi 2 watt/m²
- c) Daya untuk Stop Kontak, diambil pendekatan berdasarkan pendekatan sebagai berikut:
- Power Density untuk dasar perhitungan daya 10 watt/m² dan 5 watt/m² atas dasar pertimbangan sebagai berikut:
 - Untuk area kerja setiap 10 m² luas lantai harus tersedia 1 buah stop kontak untuk penyediaan daya peralatan komputer dan sejenisnya sekitar 50 ~ 100 watt.
 - Untuk area penunjang dan sirkulasi setiap 70 m² harus tersedia outlet daya untuk vacuum cleaner dengan daya 350 watt.
- d) Daya untuk peralatan mekanikal, diambil pendekatan sebagai berikut:
- Untuk ruang kerja memerlukan pengkondisian udara dengan mesin AC dengan perkiraan beban listrik untuk AC sekitar 34 watt/m²
 - Total daya listrik yang perlu dicadangkan untuk Exhaust Fan sekitar 12.000 watt.
 - Total daya listrik yang perlu dicadangkan untuk pompa-pompa sekitar 15.000 watt.
 - Total daya yang dicadangkan untuk 3 unit elevator memerlukan daya sekitar 45.000 watt.

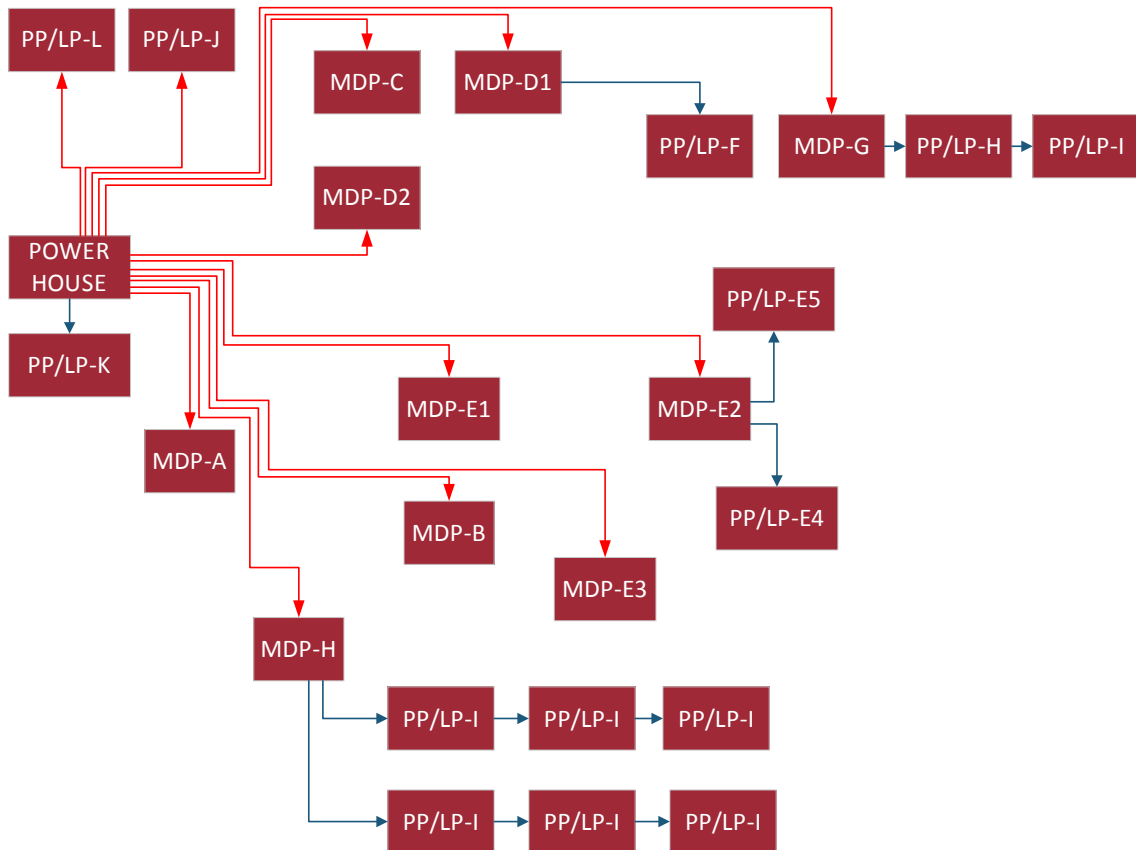
11.12.3 Jaringan Distribusi Listrik

Kualitas dan kontinuitas dalam penyediaan daya listrik merupakan kriteria penting dalam sistem kelistrikan di lingkungan rumah sakit. Permasalahan yang dialami dalam pengembangan di rumah sakit RSUD Sofifi – Maluku Utara adalah keterbatasan konfigurasi pasokan daya melalui jaringan distribusi. Kondisi saat ini sistem distribusi di lingkungan Rumah Sakit Umum Sofifi Maluku Utara memiliki sumber dari PLN 400 KVA dan memiliki genset dengan kapasitas 150 KVA yang belum dioperasikan. Maka dalam master plan ini akan disiapkan untuk jumlah daya sebagaimana telah dihitung. Kebutuhan power yang baru bisa saja dikurangi dengan kebutuhan total daya eksisting rumah sakit sekarang tetapi kebutuhan daya yang ada sekarang hanya untuk melayani gedung rumah sakit eksisting, sehingga penambahan kapasitas daya dari total 2000 KVA dari kebutuhan total daya keseluruhan menjadi 1600 KVA karena 400 KVA sudah tersedia di layanan jaringan gedung eksisting.

Pemenuhan kebutuhan daya listrik dari tabel hasil perhitungan diatas akan dipasok dari *power house* baru. Lokasi penempatan *power house* baru dimaksud seperti terlihat dalam gambar di bawah ini.

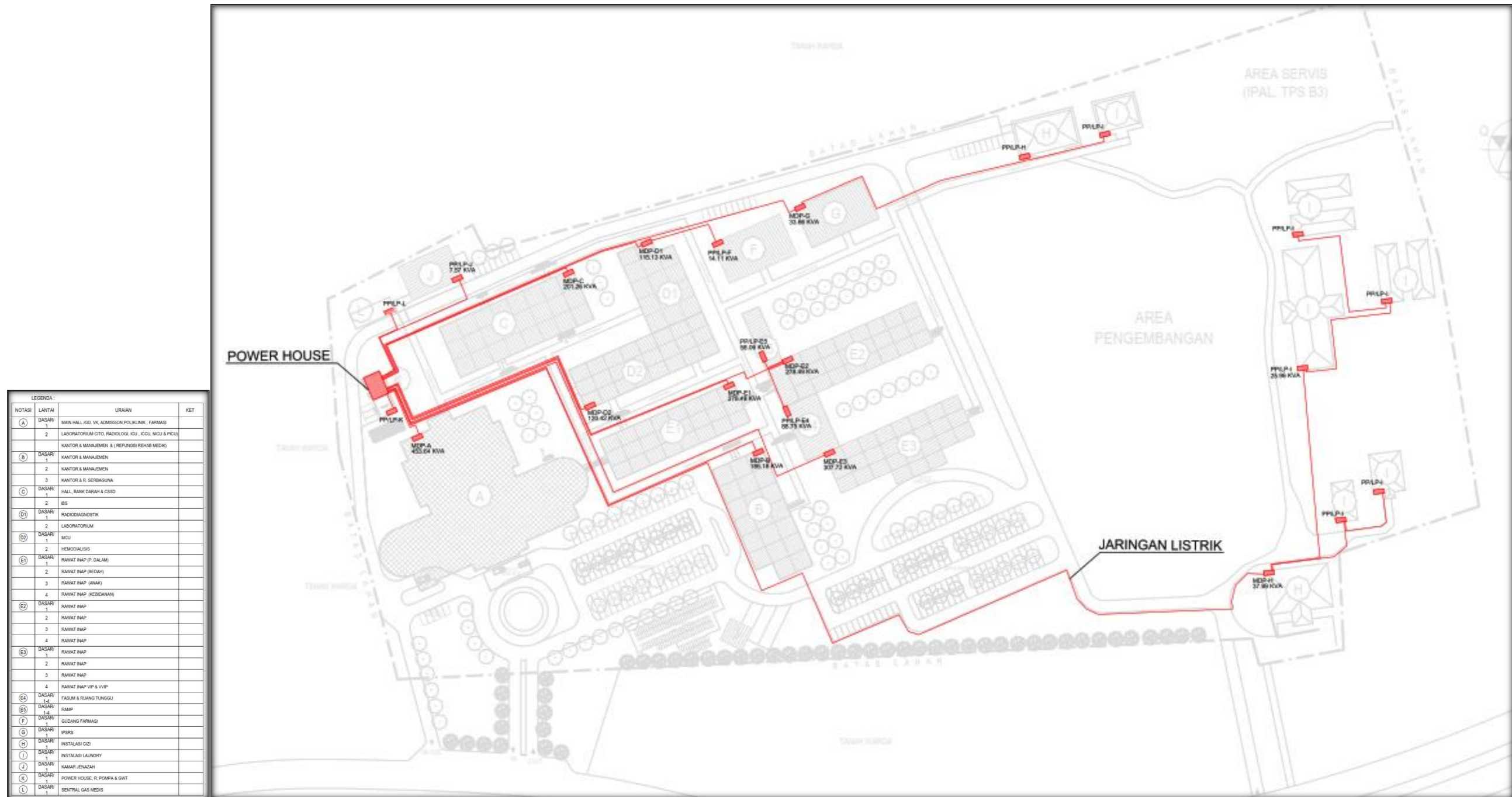
Gambar 11. 60

Diagram Sistem Jaringan Distribusi Listrik RSUD Sofifi – Maluku Utara



Gambar 11. 61

Layout Sistem Jaringan Kabel Distribusi Listrik RSUD Sofifi – Maluku Utara



Keterangan:

- 1) Kebutuhan daya listrik untuk RSUD Sofifi – Maluku Utara dilayani sebagai berikut:
 - a. *Power House* disiapkan untuk melayani kebutuhan daya di seluruh gedung baru di RSUD Sofifi – Tidore Kepulauan, Maluku Utara
 - Pelayanan kebutuhan daya akan dipasok menggunakan Trafo Distribusi sebesar 2000 KVA.
 - *Power House* baru ini akan dilayani juga oleh sumber daya cadangan berupa 2 buah genset @ 1000KVA.
 - Dalam *Power House* yang tersedia genset akan dilengkapi dengan *Gutter* (cerobong pembuangan asap) dan *secondary containment* berupa dudukan genset untuk mengantisipasi getaran dan kebocoran oli sehingga jika terjadi kebocoran maka oli tidak menyebar ke area yang lebih luas, tanki bahan bakar harian, tanki bahan bakar bulanan.
 - Pengiriman daya dari Jaringan PLN menuju *Power House* akan dilakukan menggunakan sistem kabel tegangan menengah 20KV, mengikuti standar yang digunakan oleh PLN sedangkan sistem distribusi ke setiap bangunan akan menggunakan kabel tegangan rendah.

Berikut di bawah ini adalah gambaran dari peralatan utama elektrikal yang nantinya akan terpasang dalam *power house* :

Gambar 11. 62

Foto Instalasi Kubikel TM di bangunan *Power House*, dengan Ventilasi yang Cukup



Gambar 11. 63

Contoh foto konfigurasi 3 buah Genset yang direncanakan untuk Mem*backup* Kebutuhan Daya seluruh gedung di lingkungan RSUD Sofifi – Maluku Utara



Sumber: Internet

Gambar 11. 64

Konfigurasi Busduct per satu Trafo kapasitas 1000 kVA yang akan medistribusikan daya listrik menggunakan berumbung (*Busduct*) untuk RSUD Sofifi – Maluku Utara



11.13 IMPLEMENTASI SISTEM ELEKTRONIKA GEDUNG DAN IT

11.13.1 Sistem Pengindra Kebakaran

RSU Sofifi – Maluku Utara juga akan dilengkapi dengan sistem pengindra kebakaran (*fire alarm*), pada setiap bangunan nantinya dilengkapi sistem pengindra kebakaran guna untuk mendeteksi secara dini jika terjadi kebakaran, adapun *detector* yang harus ada adalah *heat detector*, *ROR detector*, *smoke detector* dan *gas detector*, sistem pengindra kebakaran yang akan direncanakan adalah sistem *semi addressible*.

Permasalahan yang ditemukan akibat dari pembangunan secara bertahap menyebabkan merk yang dipasang di setiap bangunan dapat berbeda-beda dan satu dengan yang lainnya tidak terintegrasi. Yang dikehendaki dalam pekerjaan *master plan* ini semua sistem *fire alarm* harus disatukan menjadi satu kesatuan sehingga dapat dilakukan pemantauan cukup melalui satu pusat kontrol. Dalam hal ini nantinya setiap *fire alarm* yang ada di setiap gedung harus dapat diintegrasikan sehingga akan membentuk satu kesatuan sistem yang integral.

Konteks integrasi yang dimaksud akan masuk dalam kategori *Life Safety* dengan uraian sebagai berikut:

- *Fire Detection;*
- *Fire Fighting;*
- *Evacuation System.*

Berikut di bawah ini adalah klasifikasi dan kategori *Life Safety System* terkait dengan proses monitoring objek penyelamatan isi bangunan:

Tabel 11. 10Klasifikasi dan Kategori *Life Safety System*

No.	Klasifikasi <i>Life Safety</i>	Kategori <i>Life Safety</i>	Jenis Objek yang Melakukan Monitoring			
1	<i>Fire Detection</i>	<i>Smoke Detection</i>	<i>Ionization SmokeDetection</i>			
			<i>Photo Electric Smoke Detection</i>			
		<i>Heat Detection</i>	<i>Rate of Rise Temperature Detection</i>			
			<i>Fixed Temperature Detection</i>			
		<i>Other Detection</i>	<i>Flame Detection</i>			
			<i>Gas Detection</i>			
2	<i>Fire Fighting</i>	<i>Water System Fire Fighting</i>	<i>Sprinkler System Monitoring</i>			
			<i>Hydrant System Monitoring</i>			
		<i>Gas System Fire Fighting</i>	<i>Fire Surpression System Monitoring</i>			
			<i>Fire Extenguishing System Monitoring</i>			
			3	<i>Evacuation System</i>	<i>Public Announcing System</i>	<i>Sound System Readyness</i>
						<i>Special Announcing System Readiness</i>
<i>Alarm System Monitoring</i>	<i>Audible Alarm Monitoring</i>					
	<i>Visual Alarm Monitoring</i>					
<i>Smoke Control System</i>	<i>Smoke Vestibule Monitoring</i>					
	<i>Air Pressure System Monitoring</i>					
<i>Fire Door System Monitoring</i>	<i>Fire Door Status Monitoring</i>					
	<i>Exit Lamp Status Monitoring</i>					

11.13.2 Sistem ICT untuk Komunikasi Telpon dan Komunikasi Data

Sistem komunikasi telepon dan komunikasi data yang diusulkan dalam Pembangunan RSUD Sofifi – Maluku Utara adalah sistem yang sudah menerapkan Teknologi ICT. ICT merupakan singkatan dari *Information Communication Technology* yang pada hakekatnya *Computer* dan *Telecommunication* sudah dalam satu kesatuan yang di dalamnya terdapat backbone jaringan IT yang disiapkan sebagai jalan TOL untuk komunikasi data antar komputer, dan telekomunikasi Telepon di lingkungan Rumah Sakit. Penyiapan *Blueprint* untuk ICT merupakan bagian pekerjaan DED dalam pembangunan RSUD Sofifi – Maluku Utara . Sekilas gambaran dari sistem ICT sebagai penunjang kegiatan rumah sakit. IT penunjang kegiatan rumah sakit, terdiri dari:

- *Backbone* Jaringan – LAN;
- Portal Web Rumah Sakit;
- Modul Program Aplikasi SIM Rumah Sakit.

1. *Backbone* Jaringan – ICT

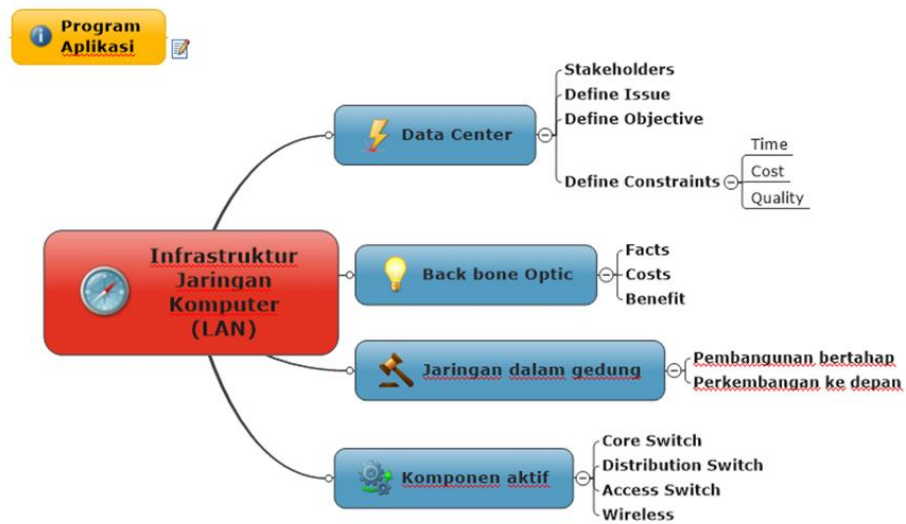
Backbone jaringan ICT terdiri dari Infrastruktur jaringan *Fiber Optic* di dalam maupun di luar gedung. Kabel *fiber optic* ini menghubungkan dari IDF ke seluruh gedung menggunakan *Fiber Optic* jenis single mode atau multi mode, seperti yang disiapkan dalam perencanaan DED.

2. Jaringan Komunikasi Data - LAN

Jaringan Komputer-LAN, di lingkungan rumah sakit RSUD Sofifi – Maluku Utara akan menggunakan backbone optic yang akan digelar mulai dari jaringan di luar gedung sampai jaringan di dalam gedung. Jaringan dimaksud terdiri dari komponen pasip (kabel tembaga dan serat optic), serta komponen aktif yang terdiri dari switch, router dan hub. Komponen tersebut akan disusun sesuai dengan blue print IT yang disiapkan oleh pengelolaan IT rumah sakit. Konsepsi infrastruktur jaringan komputer – LAN dimaksud dapat digambar melalui diagram sebagai berikut:

Gambar 11. 65

Konfigurasi Infrastruktur jaringan Komputer (LAN) yang disiapkan untuk kebutuhan RSUD Sofifi – Maluku Utara



11.13.3 Sistem Tata Suara

Sistem tata suara yang dimaksud merupakan *Public Address System* untuk tujuan *announcing* yang merupakan bagian integrasi dari *Life Safety System*. Permasalahan yang ditemukan akibat dari pembangunan secara bertahap menyebabkan sistem yang telah dipasang di setiap bangunan masih terpisah-pisah dan belum terintegrasi. Dalam konteks *Life Safety* maka sistem tata suara yang ada harus diintegrasikan dalam sistem *Life Safety* yang berperan sebagai *announcement* sarana evakuasi.

11.13.4 Peran Tata Suara dalam Situasi Emergensi dan Evakuasi

Apabila penghuni mendengar alarm bell dari unit, maka mereka akan mendapat instruksi dari ruang kontrol melalui tata suara. *Speaker* ditempatkan di *corridor* dan *lobby* sehingga selama keadaan darurat instruksi tetap dapat didengar. Pengumuman keadaan darurat dan tanda bahaya:

1. Keadaan darurat/ bahaya misalnya karena adanya gejala sumber kebakaran, gangguan keamanan atau huru-hara, informasi yang disampaikan berupa penjelasan mengenai situasi, pengarahan untuk penyelamatan atau tanda bahaya bila keadaan telah betul-betul gawat;
2. Cara penyampaian bisa secara selektif atau *all call*, selektif dipilih bila untuk menghindari kepanikan dan kemacetan pada satu pintu atau jalan keluar. *All call* dipilih bila keadaan sudah tidak terkendali lagi. *Emergency call* merupakan prioritas pertama pada sistem ini;
3. Kabel yang ada di riser menggunakan FRC;
4. Peralatan *sentral sound system* mendapat *back-up power amplifier* 10% dari kebutuhan *total power* yang terpakai, maksudnya adalah dari total kebutuhan *power Amplifier* yang terpakai mempunyai *spare* 10% dari total keseluruhan;
5. *Battery* UPS tipe Nicad dengan kapasitas yang dapat mem*back-up sentral sound system* selama 8 jam *standby* dan 4 jam setelah tidak dapat *supply power* dari genset maupun PLN;
6. Peralatan *sentral sound system* akan ditanahkan (*grounding*) untuk mencegah interferensi/ gangguan dari radio *frequency*. Besarnya tahanan pentanahan untuk peralatan maximum 0,1 ohm;
7. Sistem tata suara harus dapat menerima sinyal dari sistem *fire alarm* dan dapat mengeluarkan nada-nada yang spesifik sebagai petunjuk telah terjadi suatu keadaan darurat;
8. Saat menerima sinyal dari *fire alarm*, sistem tata suara dapat mengaktifkan sinyal peringatan ke satu lantai diatas atau dibawah lantai yang

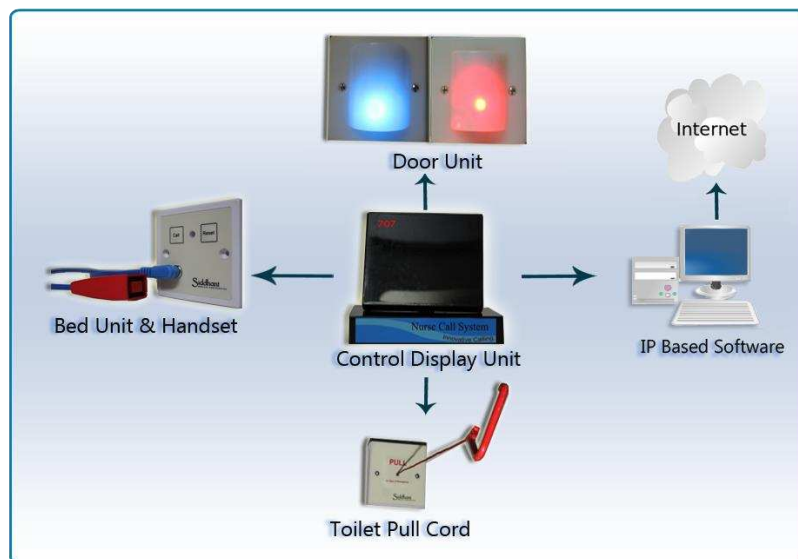
bersangkutan untuk mencegah terjadinya kepanikan pada lantai–lantai yang lainnya.

11.13.5 Sistem Panggil Perawat (*Nurse Call*)

Sistem ini untuk memudahkan pelayanan pasien rawat inap pada ruang rawat inap yang dilengkapi dengan sistem panggil perawat. Sistem ini direncanakan bisa berkomunikasi dua arah antara pasien dengan perawat yang ada di *nurse station*, sehingga perawat dapat langsung mendengarkan keluhan pasien. Gambar sistem panggil perawat dapat dilihat pada gambar berikut:

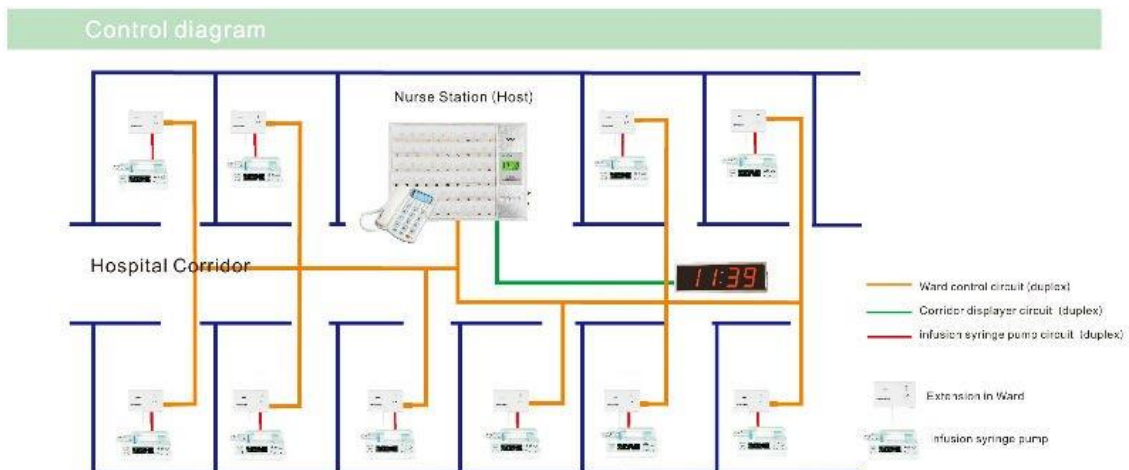
Gambar 11. 66

Sistem Panggil Perawat



Gambar 11. 67

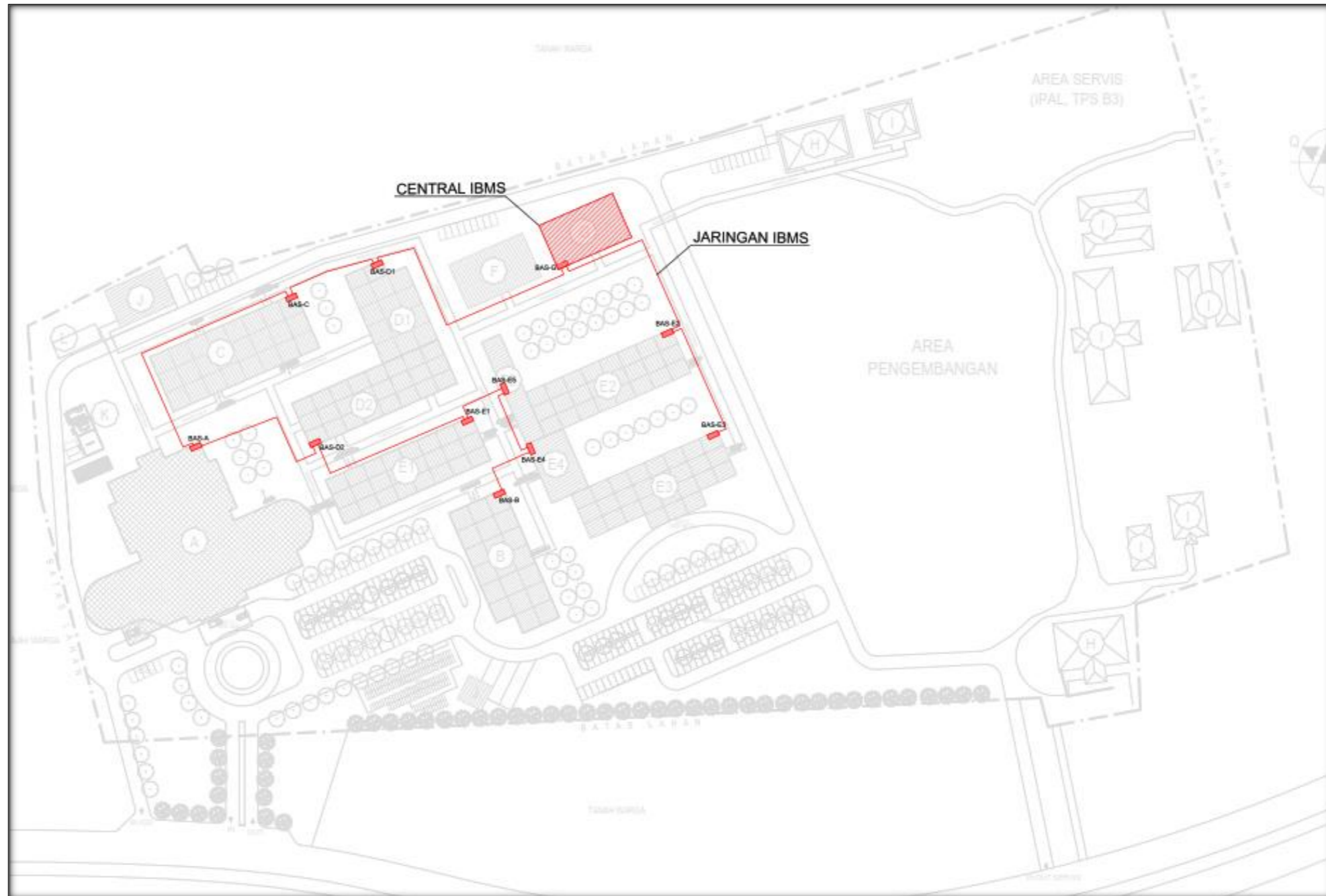
Contoh Penataan Jaringan SIsistem Panggil Perawat



Gambar 11. 69

Skematik kawasan Sistem IBMS (*Information Building Management System*) RSUD Sofifi – Tidore Kepulauan, Maluku Utara

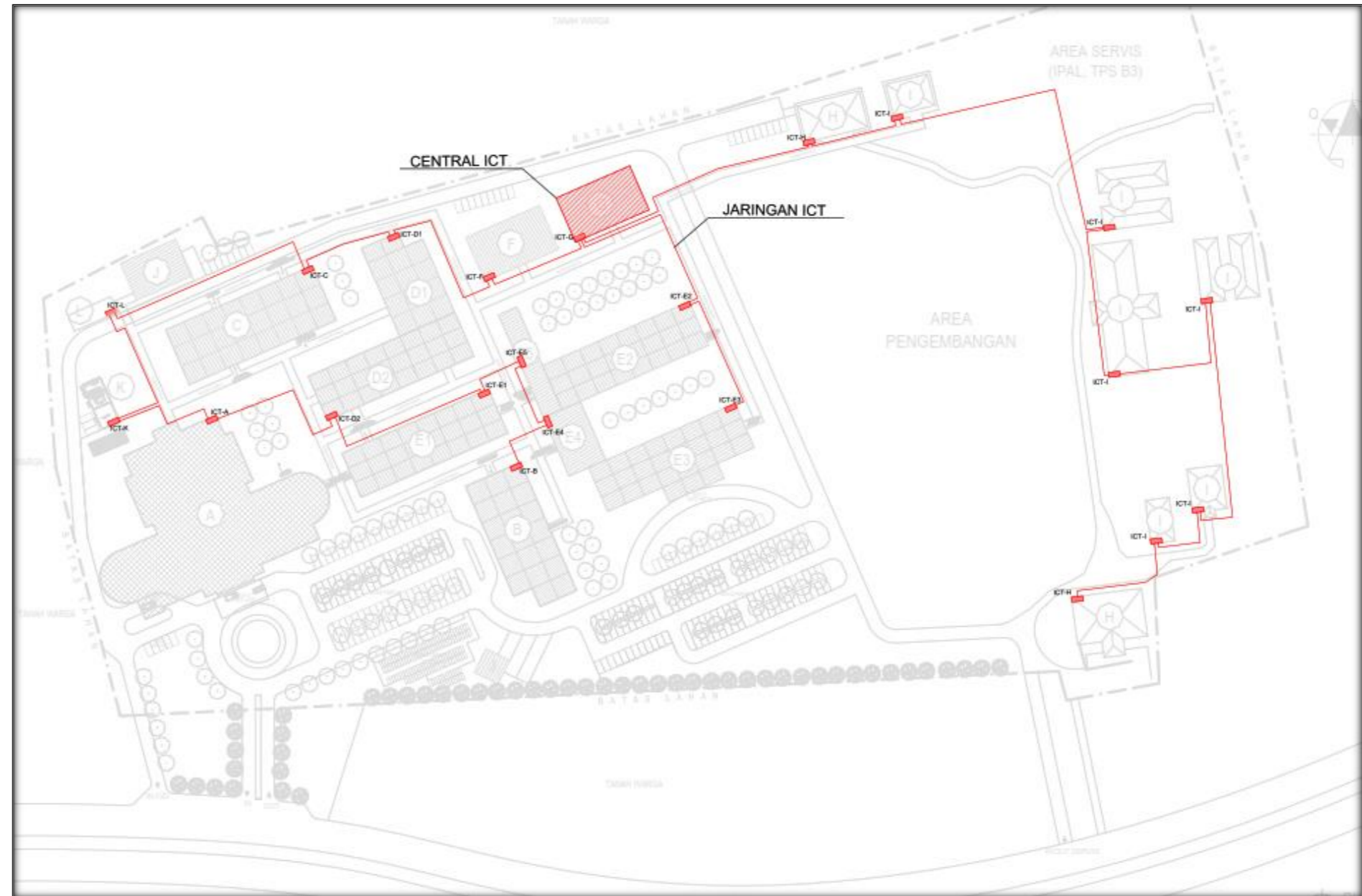
LEGENDA			
NOTASI	LANTAI	URAIAN	KET
(A)	DASAR	MAN HALL, GD. VK, ADMISSION, POLIKLINIK, FARMASI	
	2	LABORATORIUM CITO, RADIOLOGI, ICU, ICCU, NICU & PICU	
(B)	DASAR	KANTOR & MANAJEMEN & (REFUNDS) REHAB MEDIK	
	1	KANTOR & MANAJEMEN	
	2	KANTOR & MANAJEMEN	
(C)	DASAR	KANTOR & R. BERBAGUNA	
	1	HALL, BANK DARAH & CSID	
	2	IBS	
(D)	DASAR	RADIOLOGI	
	2	LABORATORIUM	
(D2)	DASAR	NICU	
	2	HEMODIALISIS	
(E)	DASAR	RAWAT INAP (P. DALAM)	
	2	RAWAT INAP (BEDAH)	
	3	RAWAT INAP (ANAK)	
	4	RAWAT INAP (KEBIDANAN)	
(E2)	DASAR	RAWAT INAP	
	2	RAWAT INAP	
	3	RAWAT INAP	
	4	RAWAT INAP	
(E3)	DASAR	RAWAT INAP	
	2	RAWAT INAP	
	3	RAWAT INAP	
	4	RAWAT INAP VIP & VIPP	
(E4)	DASAR	FASUM & RUANG TUNGGU	
(E5)	DASAR	RAMP	
(F)	DASAR	GUUDANG FARMASI	
(G)	DASAR	IPRS	
(H)	DASAR	INSTALASI GDS	
(I)	DASAR	INSTALASI LAUNDRY	
(J)	DASAR	KAMAR JENAZAH	
(K)	DASAR	POWER HOUSE, R. POMPA & GWT	
(L)	DASAR	SENTRAL GAS MEDIS	



Gambar 11. 70

Skematik kawasan Sistem ICT (*Integerated Communication Technology*) RSUD Sofifi – Tidore Kepulauan, Maluku Utara

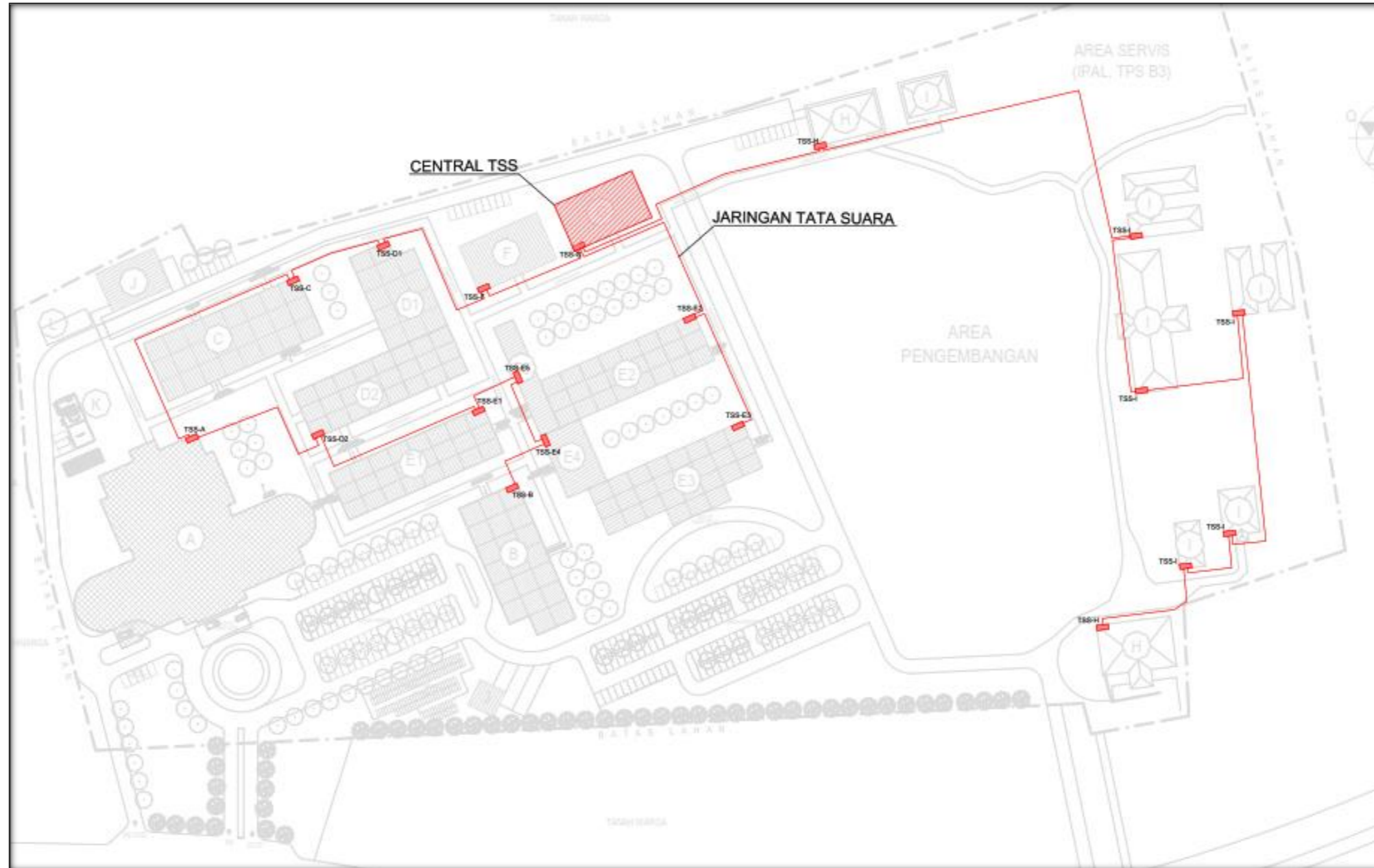
LEGENDA			
NOTASI	LANTAI	URAIAN	KET
(A)	DASAR	MAIN HALL, IGD, IAK, ADMISSION, POLIKLINIK, FARMASI	
	2	LABORATORIUM GITO, RADIOLOGI, ICU, KCU, NICU & PICU	
		KANTOR & MANAJEMEN & (REFUGSI REHAB MEDIK)	
(B)	DASAR	KANTOR & MANAJEMEN	
	2	KANTOR & MANAJEMEN	
	3	KANTOR & R. SERBAGUNA	
(C)	DASAR	HALL, BANK DARAH & CSISD	
	2	ISS	
(D)	DASAR	RADIOLOGI	
	2	LABORATORIUM	
(E)	DASAR	ICU	
	2	HEMOFILTRASI	
(E1)	DASAR	RAIAT INAP (P. DALAM)	
	2	RAIAT INAP (BEDAH)	
	3	RAIAT INAP (ANAK)	
	4	RAIAT INAP (KEBIDANAN)	
(E2)	DASAR	RAIAT INAP	
	2	RAIAT INAP	
	3	RAIAT INAP	
	4	RAIAT INAP	
(E3)	DASAR	RAIAT INAP	
	2	RAIAT INAP	
	3	RAIAT INAP	
	4	RAIAT INAP VIP & VIP	
(E4)	DASAR	PASUKAN & RUANG TUNGGU	
(E5)	DASAR	RAMP	
(F)	DASAR	GUJANG FARMASI	
(G)	DASAR	IPURS	
(H)	DASAR	INSTALASI GIZI	
(I)	DASAR	INSTALASI LAUNDRY	
(J)	DASAR	KAMAR JENAZAH	
(K)	DASAR	POWER HOUSE, R. POMPA & GWT	
(L)	DASAR	CENTRAL GAS MEDIS	



Gambar 11. 71

Skematik kawasan Sistem Tata Suara RSU Sofifi – Tidore Kepulauan, Maluku Utara

LEGENDA:			
NOTASI	LANTAI	URAIAN	KET
(A)	DASAR 1	MAIN HALL, GD. VK, ADMISION, POLIKLINIK, FARMASI	
	2	LABORATORIUM CITO, RADIOLOGI, ICU, ICCU, NICU & PICU	
(B)	DASAR 1	KANTOR & MANAJEMEN A (REFUNGEE REHAB MEDIK)	
	2	KANTOR & MANAJEMEN	
(C)	DASAR 1	KANTOR & R. SERBAGUNA	
	2	HALL, BANK DARAH & CSISD	
(D)	DASAR 1	IBS	
	2	RADIOLOGI	
(E)	DASAR 1	LABORATORIUM	
	2	MCU	
(F)	DASAR 1	HEMODIALISIS	
	2	RAWAT INAP (P. DALAM)	
(G)	DASAR 1	RAWAT INAP (BEDAH)	
	2	RAWAT INAP (ANAK)	
(H)	DASAR 1	RAWAT INAP (KEBIDANAN)	
	2	RAWAT INAP	
(I)	DASAR 1	RAWAT INAP	
	2	RAWAT INAP	
(J)	DASAR 1	RAWAT INAP	
	2	RAWAT INAP	
(K)	DASAR 1	RAWAT INAP	
	2	RAWAT INAP VIP & VVP	
(L)	DASAR 1.4	FASIL & RUANG TUNGGU	
	2	RAMP	
(M)	DASAR 1	GUJANG FARMASI	
	2	SPRS	
(N)	DASAR 1	INSTALASI GIZI	
	2	INSTALASI LAUNDRY	
(O)	DASAR 1	KAMAR JENAZAH	
	2	POWER HOUSE, R. POMPA & GWT	
(P)	DASAR 1	CENTRAL GAS MEDIS	
	2		



11.13.6 SIMRS (Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit)

SIMRS adalah sebuah sistem yang merupakan rangkaian kegiatan terintegrasi secara digital mencakup semua pelayanan Kesehatan (rumah sakit) disemua tingkatan administrasi dan dapat memberikan informasi kepada pengelola untuk proses manajemen (berhubungan dengan pengumpulan data, pengelolaan data, penyajian informasi dan Analisa), dimana berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2013 dijelaskan bahwa setiap Rumah Sakit wajib menyelenggarakan SIMR atau Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit. Aplikasi penyelenggaraan SIMRS yg dibuat oleh Rumah Sakit harus memenuhi persyaratan minimal yang ditetapkan Menteri Kesehatan.

Gambar 11. 72

Skematik SIMRS



Salah satu persyaratan *artificial intelligent* adalah arsitektur SIMRS paling sedikit terdiri dari :

- Kegiatan pelayanan utama (*Front Office*),
- Kegiatan administrative (*Back Office*),
- Komunikasi dan Kolaborasi (Infrastruktur jaringan IT).

Rumah sakit dapat mengembangkan SIMRS dengan menambahkan arsitektur pendukung yang berupa :

- *Picture Archiver System (PACS)*,
- Sistem Manajemen Dokumen (*Document Management System*),
- Sistem Antar Muka Peralatan Klinik, serta
- *Data Warehouse* dan *Business Intelligent*.

Pembangunan sistem informasi rumah sakit berbasis komputer akan membentuk rumah sakit digital yang dapat dipahami dengan merujuk pada

definisi perusahaan digital dimana hampir semua proses bisnis dan hubungan dengan pelanggan, pemasok, mitra kerja dan pihak internal perusahaan, serta pengelolaan aset-aset perusahaan yang meliputi properti intelektual, kompetensi utama, keuangan dan sumber daya manusia (SDM) dilakukan secara digital. SIMRS merupakan infrastruktur dasar pembentuk rumah sakit digital, karena suatu rumah sakit dapat dikategorikan sebagai rumah sakit digital (secara administratif manajerial), bila empat Sistem Informasi utamanya telah dikelola secara digital, yaitu:

- A. **Supply Chain Management Systems**, berfungsi untuk mendigitalisasikan *Supply Chain Management System* sehingga hubungan antara rumah sakit dengan para pemasok dapat dioptimalkan. Kegiatan perencanaan, pemesanan dan pasokan bahan baku, obat maupun peralatan medis dapat dikoordinasikan dengan baik dan efisien. Dalam hal rantai pasokan ini rumah sakit perlu mengelola aliran informasi dan pemasok, khususnya untuk menjamin tersedianya bahan dan peralatan medis sehingga rumah sakit dapat menghemat biaya penyimpanan dan mengurangi resiko kerusakan namun persediaan bahan dan peralatan medis tetap terjamin.
- B. **Customer Relationship Management Systems**, system informasi ini berfungsi untuk mendigitalisasikan *Customer Relationship Management System* sehingga dapat mengintegrasikan dan memelihara relasi antara rumah sakit dengan pasien, pengguna jasa Kesehatan dan pihak-pihak terkait lainnya. Rumah sakit perlu terus menerus membangun dan menjaga relasi dengan semua pihak terkait agar dapat menciptakan rasa aman dan nyaman bagi pihak-pihak yang menggunakan jasa layanan medis dan melakukan kerjasama baik dalam hal pemenuhan kebutuhan rumah sakit, pengembangan jasa layanan medis dan penyediaan infrastruktur. Sistem Informasi akan memungkinkan rumah sakit untuk mengelola data semua pihak yang terkait, sehingga rumah sakit dapat memberi perhatian kepada pihak-pihak yang terkait tersebut dengan lebih baik lagi, misalnya memberikan ucapan selamat kepada pasien yang melahirkan, memberikan penawaran pertama kepada rekanan penyedia infrastruktur saat rumah sakit akan membangun dan lain sebagainya.
- C. **Enterprise Systems**, SI ini berfungsi untuk mengkomputerisasi Enterprise Systems dalam hal ini sistem rumah sakit, sehingga dapat mengkoordinasikan proses-proses internal utama dari rumah sakit, mengintegrasikan data dari semua unit, seperti *front office*, layanan rawat inap, rawat jalan, poliklinik, apotik, laboratorium, keuangan, SDM, investasi dan persediaan. Komputerisasi yang terintegrasi dari setiap unit yang ada

memungkinkan pengelola untuk mengetahui kondisi objektif rumah sakit baik secara keseluruhan maupun per unit melalui laporan-laporan manajerial yang dapat disusun setiap saat secara cepat dan akurat, sehingga pengelola dapat membuat keputusan-keputusan yang tepat dan melakukan kontrol kualitas terhadap layanan maupun produk medis lainnya. Sementara itu, para pasien dapat memperoleh informasi secara rinci tentang biaya-biaya yang harus ditanggung tanpa harus mondar-mandir ke unit-unit yang memberikan layanan.

- D. **Knowledge Management Systems**, Sistem Informasi ini berfungsi untuk mengkomputerisasikan Knowledge Management Systems, sehingga mendukung pencatatan, penyimpanan dan penyebaran dari pengetahuan dan keahlian. Sistem ini tidak saja mengolah data transaksi untuk menghasilkan informasi berupa laporan manajerial, melainkan menghasilkan suatu pengetahuan baru. Pengelola dapat mengeksplorasi data warehouse untuk menemukan *data mining* yang memberi pengetahuan baru berupa gambaran pola atau korelasi dari pengguna jasa kesehatan di rumah sakit yang dikelolanya atau pola-pola yang terjadi di setiap unit. Pengetahuan-pengetahuan yang diperoleh tersebut, tentu sangat berperan untuk menyusun rencana jangka panjang, menyusun strategi dan menciptakan program-program layanan dan sistem pengelolaan yang inovatif.

Peran Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS)

Pengelolaan data Rumah Sakit sesungguhnya cukup besar dan kompleks, baik data medis pasien maupun data-data administrasi yang dimiliki oleh rumah sakit sehingga bila dikelola secara konvensional tanpa bantuan SIMRS akan mengakibatkan beberapa hal berikut :

1. *Redudansi Data*, pencatatan data medis yang sama dapat terjadi berulang – ulang sehingga menyebabkan duplikasi data dan ini berakibat membengkaknya kapasitas penyimpanan data. Pelayanan menjadi lambat karena proses *retrieving* (pengambilan ulang) data lambat akibat banyaknya tumpukan berkas.
2. *Unintegrated Data*, penyimpanan dan pengelolaan data yang tidak terintegrasi menyebabkan data tidak sinkron, informasi pada masing-masing bagian mempunyai asumsi yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan masing-masing unit /Instalasi.
3. *Out Of Date Information*, dikarenakan dalam penyusunan informasi harus direkap secara manual maka penyajian informasi menjadi terlambat dan kurang dapat dipercaya kebenarannya.

-
4. *Human Error*, kelemahan manusia adalah kelelahan, ketelitian dan kejenuhan hal ini berakibat sering terjadi kesalahan dalam proses pencatatan dan pengolahan data yang dilakukan secara manual terlebih lagi jika jumlah data yang dicatat atau di olah sangatlah besar. Pemasukan data yang tidak sinkron untuk pasien atau barang yang sama tentu saja akan meyulitkan pengolahan data dan tidak jarang berdampak pada kerugian materi yang tidak sedikit bagi rumah sakit.

Dengan bantuan SIMRS kelemahan diatas dapat di kurangi bahkan dihindari. SIMRS membuat fungsi dari bagian perawatan lebih dikonsentrasikan pada pelayanan perawatan/jasa medis secara profesional, fungsi penagihan dilakukan oleh bagian keuangan sedangkan pemberia potongan menjadi wewenang direksi. Para tenaga medis tidak perlu memikirkan kemampuan finansial pasien dan tidak membedakan pelayanan kepada pasien karena tenaga medis akan diberi insentif yang sama untuk tindakan yang sama, tidak tergantung kepada siapa pelayanan medis tersebut diberikan. Pola tersebut terbukti mempengaruhi secara positif kinerja para tenaga medis yang pada akhirnya akan meningkatkan mutu pelayanan rumah sakit secara keseluruhan. Proses entri data penggunaan tindakan medis di masukkan ke sistem komputer oleh operator dari setiap unit yang terintegrasi dengan bagian keuangan sehingga data akan selalu terbarukan hal ini menutup kemungkinan terjadinya manipulasi data disaat pasien akan membayar biaya perawatan. Tanpa mengurangi misi sosial, pemberian diskon maupun subsidi perawatan dapat dilakukan secara arif oleh direksi berdasarkan pertimbangan posisi keuangan rumah sakit yang didapat dengan cepat dan tepat berdasarkan informasi yang disajikan oleh sistem informasi. Kasus yang penulis contohkan diatas baru merupakan sebagian dari kemampuan SIMRS yang terintegrasi, disamping keuntungan lain seperti pencatatan rekam medis elektronik yang terintegrasi, kecepatan pelayanan administratif, sistem kendali gudang yang baik, fungsi finansial yang efisien dan tepat, pembuatan laporan-laporan baik keuangan dan perawatan dapat disajikan dengan cepat, akurat dan bagus.

Kebutuhan Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS) RSU Sofifi – Tidore Kepulauan, Maluku Utara.

Dalam membangun sistem, hal yang sangat penting adalah tahapan desain sistem. Tahapan ini dapat memakan waktu yang lama, karena pengembang harus tahu sejelas-jelasnya apa yang dibutuhkan oleh rumah sakit. Komunikasi yang intensif disini perlu dijaga antara kedua pihak (pihak rumah sakit dan pengembang sistem) sehingga rumah sakit dapat menjelaskan secara gamblang

apa yang mereka inginkan dan memberikan secara detil apa yang mereka harapkan dan ini harus dipahami oleh pengembang. Batasan-batasan-pun perlu dibahas antara keduanya supaya jangan sampai menimbulkan repudiasi (ketidaksepakatan) karena adanya perbedaan persepsi terhadap cakupan sistem yang dibangun dan baru diketahui pada saat sistem selesai dan akan diimplementasikan. SIMRS yang ideal tentu harus dapat mengurangi beban kerja masing-masing unit pelayanan, secara umum diharapkan kemampuan system dapat digambarkan sebagai berikut :

- A. Dapat mengurangi beban kerja berbagai unit, terutama unit rekam medis dalam "menangani" berkas rekam medis. Unit rekam medis merupakan unit yang paling sibuk dengan banyaknya berkas medis pasien. Kegiatan yang dilakukan mulai dari proses *coding, indexing, assembling, filling* dll semua dikelola unit ini. Dengan adanya SIMRS maka bagian inilah yang pertama untuk di migrasikan menjadi rekam medis elektronik (RME). Sehingga semua proses diatas dilakukan secara otomatis dengan computer.
- B. Dapat mengurangi pemakaian kertas (*paperless*). Dengan adanya system ini harus mampu memangkas pemakaian kertas seperti :
 - Lembar-lembar rekam medis yang tidak berhubungan dengan masalah autentikasi atau aspek hukum.
 - Laporan masing-masing unit pelayanan (semua laporan sudah terekap oleh system).
 - Rekap laporan yang dikirim ke dinas Kesehatan.
- C. Dapat mendukung pengambilan keputusan bagi para direktur dan manajer rumah sakit karena sistem mampu menyediakan informasi yang cepat, akurat serta akuntabel. Untuk keperluan ini sistem harus menyediakan laporan yang bersifat *executive summary*.

Sistem Informasi Dan Teknologi SIMRS RSUD Sofifi – Tidore Kepulauan, Maluku Utara.

Dalam skala besar implikasi perubahan pola transaksi pasien dapat mempengaruhi kinerja operasional manajemen Rumah Sakit, berbagai persoalan baru yang akan muncul dalam kegiatan operasional Rumah Sakit antara lain:

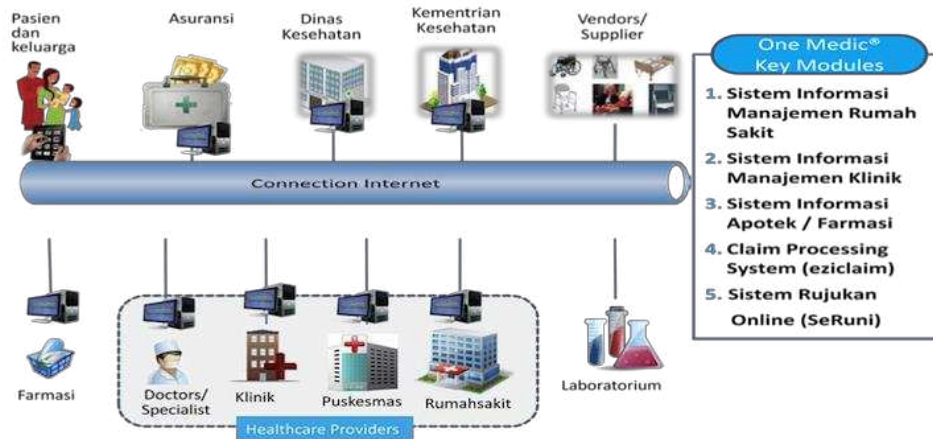
- Sistem pengelolaan data serta informasi data pasien harus disesuaikan dengan kebutuhan Pihak Penjamin.
- Setiap tindakan medis serta penggunaan obat harus melewati proses persetujuan Pihak Penjamin.
- Adanya suatu keharusan untuk mengikuti prosedur administrasi penagihan (merekap data transaksi pasien, jenis tindakan dan obat) serta

berbagai ketentuan lainnya (**Term and Condition**) yang disyaratkan oleh Pihak Penjamin.

Persoalan-persoalan tersebut selain merupakan beban tambahan pekerjaan juga merupakan pemicu melonjaknya angka piutang Rumah Sakit kepada Pihak Penjamin.

Gambar 11. 73

Ilustrasi SIMRS



Fitur-fitur SIMRS sebagai solusi untuk menjawab tantangan masa depan industri pelayanan medik:

- **Security system:** modul ini dapat mengatur informasi dan data yang diperbolehkan untuk diakses baik oleh pihak internal maupun eksternal. Pengaturan tersebut dilakukan selain untuk melindungi kerahasiaan data pasien juga untuk menghindari penyalahgunaan informasi penting lainnya oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab.
- **MPI server solutions:** adalah sistem komunikasi online yang dirancang untuk menjembatani komunikasi antar sistem. Aplikasi *MPI server solutions* dapat digunakan sebagai alat konfirmasi hak-hak pasien terhadap jenis tindakan medis dan obat-obatan yang dapat diberikan oleh Rumah Sakit sesuai dengan ketentuan Pihak Penjamin.
- **Billing records system:** seluruh data tindakan medis dan obat-obatan yang diberikan pada pasien otomatis terekam secara online dan dapat diatur sesuai dengan format penagihan yang ditetapkan oleh Pihak Penjamin. Feature ini dapat mempersingkat proses pekerjaan administrasi penagihan sehingga dapat menekan angka piutang.
- Selain itu, manfaat lain yang didapat setelah menggunakan fasilitas integrasi *online* adalah Pihak Manajemen Rumah Sakit dapat melihat laporan pendapatan secara real time.

Manfaat SIMRS

Manfaat penerapan sistem Aplikasi SIMRS One Medic berupa kemudahan proses implementasi, training pembelajaran aplikasi yang mudah serta biaya perawatan yang murah merupakan paket investasi yang bermanfaat bagi para **stakeholders**.

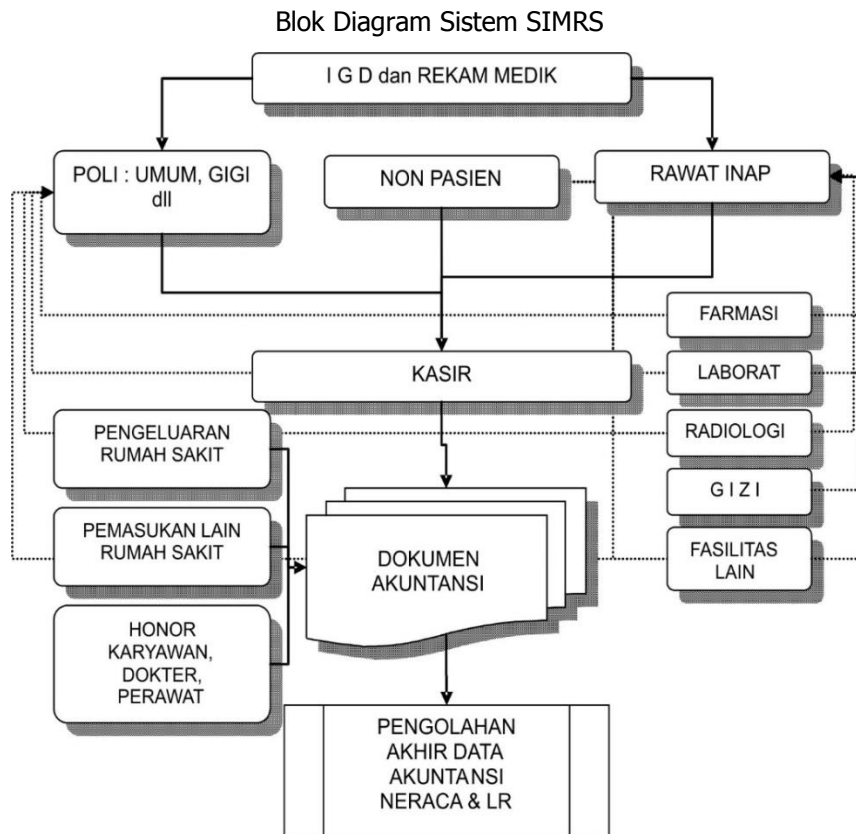
Gambar 11. 74

Manfaat SIMRS



**Aplikasi Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS RSU SOFIFI
– TIDORE KEPULAUAN, MALUKU UTARA)**

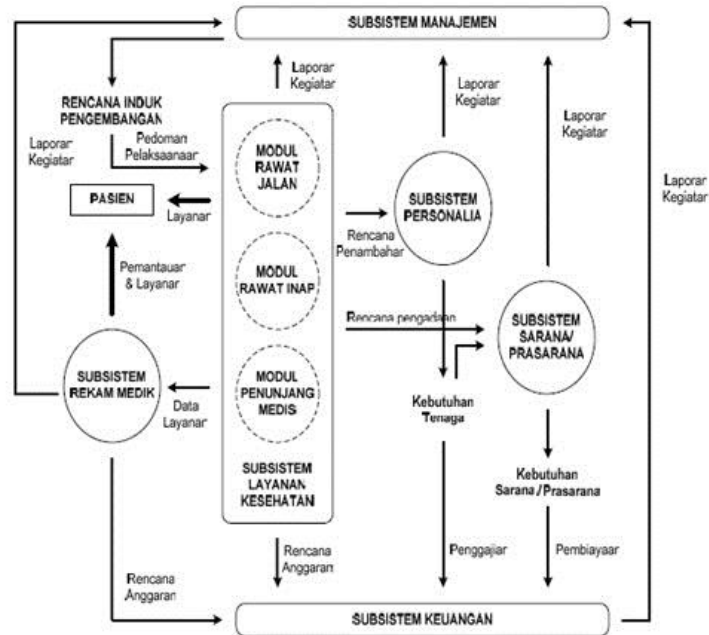
Gambar 11. 75



Beberapa hal yang termasuk dalam kategori teknologi dalam suatu sistem informasi, antara lain : software, hardware, database, jaringan LAN/WAN, internet, website dll). Informasi bukan hanya terkait antara Pasien dan Karyawan RS tetapi yang berkaitan dengan Rumah Sakit, misalnya pembayaran pasien, Rekam Medis, Pembukuan RS dan lain-lain. Sumber Informasi yang demikian banyak tersebut harus dikelola dengan rapi dan baik, agar pengelolaan Rumah Sakit bisa ditingkatkan menjadi Rumah Sakit yang unggul dan profesional. Penerapan SIMRS di Rumah Sakit akan membuat semua informasi Rumah Sakit tetap valid dan konsisten, mudah di akses dan dikelola, sehingga manajemen Rumah Sakit dapat menentukan yang terbaik buat Rumah Sakit tersebut.

Gambar 11. 76

Flow Chart Sistem SIMRS



Kebutuhan yang akan dibuat menjadi sebuah sistem informasi manajemen adalah berupa data-data obat yang digunakan di rumah sakit (data obat generic, data obat branded/ paten), administrasi pasien (nama, alamat, umur, berat badan), data terkait obat (jumlah stok obat yang ada di gudang, harga obat, expired date), data riwayat pengobatan pasien, data riwayat penyakit, data tenaga kesehatan yang ada di rumah sakit (baik dokter, apoteker, asisten apoteker, perawat, bidan, analis, tenaga administrasi, dan tenaga lain), data PBF (id, PBF, alamat, nomor telpon) dan kebutuhan lain yang mendukung. Berdasarkan data tersebut diharapkan informasi berupa :

1. Kelengkapan macam-macam obat yang digunakan di rumah sakit yang dapat diberikan kepada pasien yang membutuhkan
2. Informasi administrasi pasien yang bisa digunakan untuk skrining resep (administrasi, farmasetis, maupun klinis berupa interaksi obat, efek samping obat, kontraindikasi, dsb)
3. Informasi terkait jumlah obat yang tersedia di rumah sakit sehingga jika stok obat sudah mau habis dapat dilakukan pemesanan
4. Informasi terkait tanggal expired obat yang ada di rumah sakit sehingga jika sudah mendekati expired barang tersebut dapat ditukarkan ke PBF jika masih bias
5. Informasi riwayat penyakit dan pengobatan pasien sehingga dapat dilakukan penelusuran lebih lanjut terkait obat yang digunakan pasien

-
6. Informasi nama tenaga kerja yang ada di rumah sakit
 7. Informasi data PBF sehingga mudah dalam pemesanan atau menghubungi PBF yang bersangkutan

Bagian sistem informasi manajemen rumah sakit yang berintegrasi meliputi bagian:

1. Sistem Informasi Billing system, meliputi:
 - A. Sistem Informasi Registrasi
 - B. Sistem Informasi Poliklinik
 - C. Sistem Informasi Gawat Darurat
 - D. Sistem Informasi Laboratorium
 - E. Sistem Informasi Radiologi
 - F. Sistem Informasi Kamar Operasi
 - G. Sistem Informasi Rawat Inap
 - H. Sistem Informasi Rehap Medik
2. Sistem Informasi Farmasi
3. Sistem Informasi Rekam Medis
4. Sistem Informasi Kepegawaian
5. Sistem Informasi Keuangan & Akuntansi
6. Sistem Informasi Summary Eksekutif
7. Sistem Informasi Administrator

Dalam SIMRS ada beberapa basis teknologi yang dapat diterapkan. Contohnya sebagai berikut:

1. Teknologi Web Based

Gambar 11. 77
SIMRS WEB BASED



Salah satu kelebihan aplikasi web based adalah minim proses install aplikasi dekstop harus diinstall sebanyak komputer Rumah Sakit. Teknologi Web Based, dimana jaringan penunjang untuk web based sudah disediakan pada jaringan ICT berupa *backbone* (kabel optic) yang teritegrasi dengan seluruh jaringan server rumah sakit.

2. Modul lengkap dan terintegrasi

Meliputi unit **front office** (FO) dan **back office** (BO) yang ada di Rumah Sakit

A. FRONT OFFICE

- Pendaftaran
- Rawat Jalan
- IGD
- Rawat Inap
- Apotek / Depo Farmasi
- Laboratorium
- Radiologi
- Fisioterapi
- Gizi
- Bank Darah
- Unit Operasi & VK
- Ambulance
- Kasir

B. BACK OFFICE

-
- Gudang Farmasi
 - Gudang Umum
 - Manajemen Tarif
 - Personalia
 - Penggajian
 - Keuangan
 - Rekam Medis
 - Akuntansi

Semua modul diatas **saling terintegrasi** sehingga aktivitas rumah sakit jadi lebih sederhana dan efisien. Laporan-laporan medis dan keuangan RSUD Sofifi – Maluku Utara jadi lebih cepat.

Faktor Keberhasilan Penggunaan SIMRS

Bilamana pihak pengelola RSUD Sofifi – Maluku Utara ingin agar SIMRS yang dibangun dapat berhasil diaplikasikan dengan baik maka hal-hal berikut ini harus diperhatikan :

1. Development Master Plan, cetak biru pembangunan harus dirancang dengan baik mulai dari survey awal hingga berakhirnya implementasi, yang perlu diperhatikan adalah terlibatnya factor pengalaman dalam membangun pekerjaan yang sama serta peran semua bagian dalam organisasi untuk mensukseskan Sistem Informasi Manajemen yang akan dibangun, master plan ini yang akan menjadi acuan pembuatan sebuah sistem untuk jangka waktu tidak terbatas.
2. Integrated, dengan integrasi antar semua bagian organisasi menjadi satu kesatuan, akan membuat sistem berjalan dengan efisien dan efektif sehingga kendala-kendala seperti redudansi, re-entry dan ketidak konsistenan data dapat dihindarkan dengan harapan pengguna sistem memperoleh manfaat yang dapat dirasakan secara langsung, perubahan pola kerja dari manual ke computer akan menimbulkan efek baik dan buruk bagi seseorang tenaga medis
3. Development Team, tim yang membangun Sistem Informasi Manajemen harus ahli dan berpengalaman di bidangnya, beberapa bidang ilmu yang harus ada dalam membangun sebuah Sistem Informasi Manajemen yang baik adalah: Manajemen Informasi, Teknik Informatika, Teknik Komputer. Tim ini perlu juga melibatkan para dokter, perawat, staf administrasi, manajer, dan jika ada tentu saja orang-orang yang mengerti tentang sistem informasi manajemen khususnya rumah sakit.

-
4. Teknologi Informasi, ketepatan dalam memilih Teknologi Informasi sangat penting dalam pembangunan, komponen-komponen Teknologi Informasi secara umum adalah piranti Keras (Hardware), Piranti Lunak (Software) dan Jaringan (Network). Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam memilih teknologi adalah :
- *Price*, harga sesuai dengan Teknologi Informasi yang didapat
 - *Performance*, diukur dari kemampuan kapasitas dan kecepatan Teknologi Informasi menangani proses maupun penampungan data
 - *Flexibility*, kemampuan Teknologi Informasi saling beradaptasi dan kemudahan pengembangan di masa yang akan datang
 - *Survivability*, berapa lama Teknologi Informasi mendapatkan dukungan dari vendor maupun pasar, perlu dipertimbangkan untuk tidak membangun sistem yang hanya bergantung pada satu vendor saja.