

PERANCANGAN USULAN TATA LETAK SISTEM RUMAH POTONG HEWAN YANG HIGIENIS DAN MEMENUHI STANDAR HALAL METODE *ACTIVITY RELATIONSHIP CHART (ARC)*

1st Adrian Maulana Dafa Prayuda
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

adrianmdp@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Dr. Agus Kusnayat, S.T., M.T.
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

Agus_kusnayat@yahoo.com

3rd Dr. Muhammad Iqbal, S.T.,
M.M.

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

muhiqbal@telkomuniversity.ac.id

Rumah Potong Hewan merupakan fasilitas yang penting dalam penyediaan daging yang aman, higienis, dan halal bagi masyarakat. Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk dan kesadaran akan pentingnya keamanan serta kehalalan pangan, kebutuhan terhadap rumah potong hewan yang berstandar teknis dan syariah menjadi semakin mendesak, khususnya di Indonesia yang mayoritas beragama Islam. Dalam Penelitian ini bertujuan untuk merancang usulan tata letak RPH di area *Green Zone* Kampus Telkom University. Dalam perancangannya, metode *Activity Relationship Chart* yang digunakan untuk menganalisis menghubungkan antar kedekatan aktivitas, sehingga rancangan tata letak dapat efisien, memisahkan zona kotor dan bersih, serta sesuai standar. Data diperoleh melalui studi lapangan ke RPH SPA sebagai acuan, referensi, wawancara, serta pengukuran langsung luas area fasilitas. Hasil perancangan ini divisualisasikan dalam bentuk *layout* berupa 2D dan 3D menggunakan *SketchUp* agar mudah dipahami dan diterapkan. Dari hasil perhitungan luas area, rancangan ini memanfaatkan lahan seluas 663,5 m² dari total area *Green Zone* 975 m², sehingga masih menyediakan ruang sisa untuk fasilitas pendukung. Dengan desain ini diharapkan sebagai usulan dan referensi bagi Pihak kampus Telkom University. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa rancangan tata letak yang dikembangkan melalui pendekatan metode *Activity Relationship Chart* dapat meningkatkan efektivitas alur operasional, serta memastikan pemisahan yang tegas antara area kotor dan area bersih. Desain tata letak ini juga dirancang dengan memperhatikan pergerakan material dan tenaga kerja agar berjalan lebih teratur dan efisien. Perancangan ini diharapkan dapat dijadikan referensi dalam perencanaan dan pengembangan fasilitas pemotongan hewan di lingkungan akademik, khususnya di area *Green zone* Kampus Telkom University.

Kata Kunci - Tata Letak Fasilitas, Rumah Potong Hewan, *Activity Relationship Chart*.

I. PENDAHULUAN

Rumah Potong Hewan (RPH) memiliki peran yang krusial sebagai fasilitas esensial dalam menyediakan daging yang aman, higienis, dan halal bagi masyarakat. Peningkatan populasi dan kesadaran publik terhadap keamanan dan kehalalan pangan telah mendorong urgensi pembangunan

dan pengoperasian RPH yang memenuhi standar teknis dan syariah. Kebutuhan ini menjadi sangat signifikan di Indonesia, mengingat mayoritas penduduknya beragama Islam (Kementerian Pertanian RI, 2010; LPPOM MUI, 2022). Maka dari itu, hal ini menjadi semakin relevan dengan adanya kewajiban sertifikasi halal yang ditetapkan oleh pemerintah, yang mulai berlaku penuh pada Oktober 2024 (BPJPH, 2024). Sertifikasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh proses di RPH, dari penyembelihan hingga pengolahan akhir, sesuai dengan ketentuan syariat Islam dan standar halal yang ditetapkan oleh Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal.

Sertifikasi halal pada RPH merupakan inisiatif krusial dalam menjamin proteksi konsumen Muslim dari produk yang tidak memenuhi ketentuan syariat Islam. Dalam lingkup ini, produk daging wajib berasal dari hewan yang disembelih sesuai dengan prinsip-prinsip syariah, yang mencakup pengucapan asma Allah SWT dan penerapan metode penyembelihan yang benar. Proses ini tidak hanya menuntut kompetensi juru sembelih yang terlatih, tetapi juga memerlukan jaminan bahwa seluruh peralatan dan fasilitas di RPH terhindar dari kontaminasi substansi yang diharamkan dan najis.

Dalam merancang tata letak RPH, penting untuk mempertimbangkan standar nasional [10]. Standar-standar ini mengatur berbagai aspek operasional RPH, termasuk kebersihan, sanitasi, dan kesejahteraan hewan. Desain RPH harus mencakup pemisahan ruang untuk hewan ruminansia dan non-ruminansia serta pengelolaan limbah yang baik untuk mencegah pencemaran silang [5].

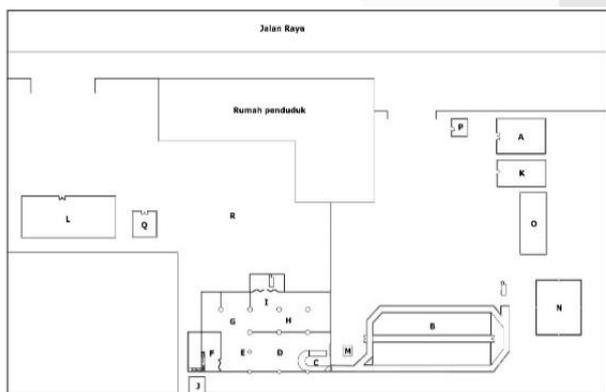
Telkom University saat ini belum memiliki fasilitas Rumah Potong Hewan yang sesuai standar teknis dan syariah, meskipun kebutuhan pemotongan hewan sering muncul pada kegiatan keagamaan seperti Idul Adha maupun dalam aktivitas lainnya. Pembangunan Rumah Potong Hewan di kawasan *green zone* Telkom University merupakan peluang strategis yang tidak hanya memenuhi kebutuhan internal kampus, tetapi juga mendukung prinsip edukasi, keberlanjutan lingkungan, dan pengabdian masyarakat.

RPH memiliki fungsi fundamental dalam rantai pasok daging, khususnya dalam memastikan bahwa seluruh proses pemotongan hewan memenuhi kriteria kesehatan dan

higienitas yang ditetapkan. Data dari tahun 2024 menunjukkan bahwa Provinsi Jawa Barat mencatat volume aktivitas pemotongan ternak yang signifikan. Sebanyak 145.756 ekor sapi dilaporkan telah dipotong di RPH, mengukuhkan sapi sebagai komoditas ternak utama yang diproses di wilayah ini. Selain itu, jumlah pemotongan domba mencapai 18.919 ekor, kambing sebanyak 9.485 ekor, dan babi sejumlah 16.720 ekor. Sementara itu, pemotongan kerbau tercatat sebanyak 59 ekor, dan tidak ada laporan mengenai aktivitas pemotongan kuda menurut Badan Pusat Statistik. Secara spesifik, di Kabupaten Tasikmalaya, RPH Singaparna diketahui memfasilitasi pemotongan rata-rata 28 ekor sapi dan kerbau setiap bulannya.

Rumah Potong Hewan Singaparna (SPA) dipilih sebagai studi pembandingan karena telah menerapkan sistem tata letak dan operasional yang memenuhi standar halal dan higienis. Struktur ruang, alur proses, serta pemisahan zona pada Rumah Potong Hewan ini menjadi referensi penting dalam merancang usulan tata letak baru di lingkungan kampus. Tidak hanya RPH SPA menjadi acuan tetapi Acuan standar higienis dan halal yang digunakan dalam perancangan ini [5]. Acuan ini digunakan sebagai dasar penilaian tata letak agar seluruh proses operasional sesuai dengan ketentuan teknis dan syariah yang berlaku di Indonesia. Rumah Potong Hewan Singaparna menunjukkan dalam satu bulan mampu memotong 28 ekor sapi lokal dan 4 kerbau dengan total 32 ekor hewan potong per bulan. Jumlah data ini mengimplementasikan tingginya kebutuhan masyarakat terhadap layanan pemotongan hewan yang higienis, aman dan halal.

Belum adanya studi perancangan RPH di lingkungan kampus yang mengintegrasikan efisiensi operasional, edukasi, dan syariat Islam menunjukkan adanya celah penelitian yang perlu dijawab. Penelitian ini menawarkan solusi dengan merancang usulan tata letak Rumah Potong Hewan menggunakan metode *Activity Relationship Chart* (ARC) untuk menganalisis hubungan antar aktivitas secara sistematis. Hasil rancangan divisualisasikan dalam bentuk model 3D menggunakan perangkat lunak *SketchUp* guna mempermudah proses evaluasi dan implementasi.



GAMBAR I

(Acuan Tata Letak RPH SPA)

Pada Gambar *Layout* awal diatas dibuat menggunakan *Software SketchUp 2024*, dibuat berdasarkan

kenyataan asli tempat di Rumah Potong Hewan Singaparna. Tata letak RPH Singaparna adalah gambaran acuan atau referensi yang akan diterapkan pada kawasan *green zone* Telkom University. Pendekatan yang efektif untuk merancang tata letak sistem Rumah Potong Hewan Singaparna, ini juga berfokus pada identifikasi elemen-elemen penting yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak, seperti alur proses, kebutuhan fasilitas, dan hubungan antar aktivitas.

Bedasarkan permasalahan tersebut, peneliti ini dilakukan untuk perancangan usulan tata letak RPH di Telkom University yang dapat diimplementasikan dan mendukung aktivitas edukasi, penelitian, dan keberlanjutan lingkungan di Telkom University.

I. KAJIAN TEORI

A. Rumah Potong Hewan

Rumah Potong Hewan (RPH) adalah fasilitas yang dibangun secara khusus untuk menjalankan proses penyembelihan hewan ternak, terutama sapi, dengan mengikuti ketentuan teknis dan kaidah keagamaan, terutama prinsip halal. Keberadaan RPH memiliki peran penting dalam memastikan bahwa daging yang dihasilkan tidak hanya aman untuk dikonsumsi, tetapi juga memenuhi standar kebersihan, kesehatan, keutuhan, dan kehalalan [1].

Dalam operasinya, RPH harus memenuhi persyaratan administratif dan teknis yang ketat. menspesifikkan bahwa RPH harus memenuhi persyaratan lokasi, sarana pendukung, konstruksi dasar dan desain bangunan, serta peralatan yang lengkap. Ini mencakup sumber air yang memenuhi baku mutu air bersih, sumber tenaga listrik yang stabil, dan fasilitas penanganan limbah padat dan cair [5].

B. Tata Letak Fasilitas

Tata letak fasilitas adalah mengatur area kerja dan segala fasilitas yang ekonomis untuk operasi produksi yang lancar, dan aman sehingga dapat menaikkan moral kerja dan *performance* dari operator produksi. Dengan spesifikasi yang lebih, tata letak yang teratur baik dapat memberi kan keuntungan dalam sistem produksi. [9].

C. Operation Process Chart

Operation Process Chart (OPC) adalah diagram yang menggambarkan urutan kegiatan alur operasi yang terjadi suatu bahan atau bagian kerja, mulai dari bahan mentah sampai bahan jadi. Diagram ini hanya menunjukkan kegiatan operasi dan inspeksi [7].

D. Activity Relationship Chart

Activity Relationship Chart (ARC) merupakan suatu merencanakan tata letak fasilitas atau departemen berdasarkan derajat hubungan antar aktivitas yang sering dinyatakan dalam penilaian kualitatif dan berdasarkan pertimbangan bersifat subyektif dari masing-masing fasilitas atau departemen. Dalam metode ini sangat berguna untuk mengatur alur lokasi dan zonasi area kerja, khususnya dalam sistem pelayanan. Tujuan dari ARC yaitu untuk mengetahui tingkat hubungan antar satu ruangan dengan ruangan yang lain. [8].

E. Activity Relationship Diagram & Activity Relationship Worksheet

Activity Relationship Diagram (ARD) adalah alat bantu visual yang dipetakan antar hubungan aktivitas, seperti departemen atau mesin, berdasarkan tingkat kedekatan. *Activity Relationship Worksheet* (ARW) merupakan sebuah

lembar kerja atau tabel yang disusun untuk memudahkan dalam membuat ARD [2]. Worksheet ini rangkuman hasil dari ARC. Secara keseluruhan, ARW berfungsi sebagai jembatan antara analisis kualitatif dan kuantitatif dalam perancangan tata letak, memberikan informasi yang diperlukan untuk membuat keputusan yang lebih baik dalam pengaturan ruang kerja.

F. Sketchup 3D

SketchUp mendukung integrasi dengan perangkat lunak desain lain melalui kemampuan ekspor dan impor file dalam berbagai format, seperti DWG, DXF, dan STL. Fitur ini membuatnya fleksibel untuk digunakan dalam berbagai kebutuhan desain lintas platform. Ditambah lagi, adanya pustaka model 3D yang luas melalui 3D Warehouse memungkinkan pengguna mengakses elemen desain siap pakai yang relevan dengan proyek mereka [3].

G. Jenis Pola Aliran

Pola aliran bahan pada umumnya untuk proses produksi (padrikasi) yang merupakan pola aliran untuk pengaturan aliran bahan dalam proses produksi yang dapat dibedakan[5].

a) Staright line

Aliran garis lurus umumnya diterapkan pada proses produksi yang berlangsung singkat, relatif sederhana, dan melibatkan jumlah komponen atau peralatan produksi yang terbatas. Desain ini meminimalkan jarak tempuh material dan memperlancar alur kerja sekuensial.

b) Zigzag

Pola aliran zigzag atau patahan diaplikasikan secara efektif ketika aliran proses produksi melebihi luas area yang tersedia. Pembelokan aliran material ini bertujuan untuk memperpanjang jalur produksi secara ekonomis dalam keterbatasan ruang.

c) U-shaped

Pola aliran berbentuk U dapat diimplementasikan ketika titik akhir proses produksi berada pada lokasi yang sama dengan titik awal. Konfigurasi ini memfasilitasi pengawasan dan manajemen material, terutama dalam sistem produksi saat diperlukan pengembalian produk ke titik awal.

d) Circular

Pola aliran sirkular sangat efektif diimplementasikan untuk memfasilitasi pengembalian material atau produk ke titik awal dalam siklus proses produksi.

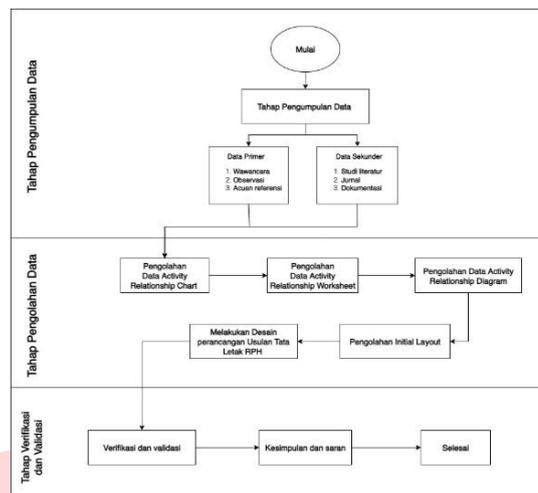
e) Odd angle

Pola aliran sudut ganjil umum digunakan dan efektif dalam kondisi keterbatasan ruang yang menghambat penerapan pola aliran lain. Selain itu, jika terdapat pola aliran fasilitas produksi yang sudah tetap atau tidak dapat diubah, sehingga memaksa penyesuaian alur material dengan tata letak yang ada.

II. METODE

III. Sistematika Perancangan

Pada Sistematika ini bertujuan untuk mencari akar masalah atau solusi dari permasalahan yang sudah ditentukan. Terdapat ada 3 Tahapan yang harus dikerjakan, Berikut merupakan Sistematika Penyelesaian Masalah sebagai berikut:



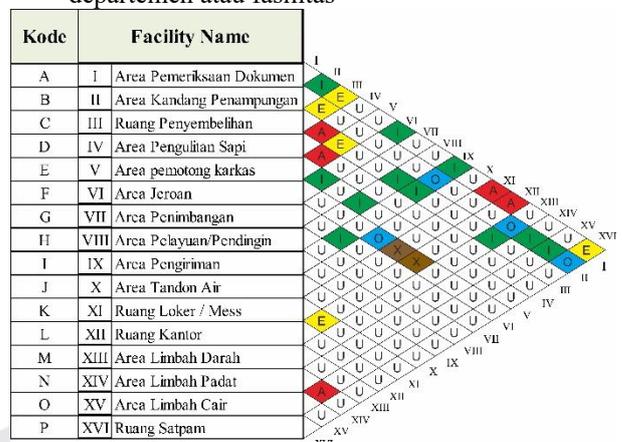
GAMBAR 2 (Sistematika perancangan)

Gambar diatas merupakan Sistematika perancangan mulai dari Tahap pengumpulan data, Tahap Pengolahan data, dan Tahap Verifikasi dan Validasi yang telah dibuat.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Activity Relationship Chart

Melakukan pembuatan antar kedekatan kepentingan departemen atau fasilitas



GAMBAR 3 (Activity Relationship Chart)

Dengan dasarnya , pengembangan layout fisik akan disusun untuk memastikan efisiensi operasional, sanitasi yang optimal, serta pemisahan zona bersih dan kotor. Luas area Tata letak ini tidak hanya mengacu pada Rumah Potong Hewan Singapura, tetapi juga disesuaikan dengan kondisi spesifik lahan dibutuhkan di kampus Telkom University kawasan area Green zone, yang sebelumnya belum memiliki fasilitas Rumah Potong Hewan.

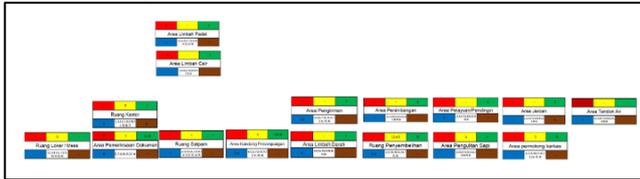
B. Activity Relationship Diagram

Activity Relationship Diagram (ARD) adalah menunjukkan antar kedekatan departemen atau area kerja berdasarkan tingkat kepentingan hubungan yang telah ditentukan sebelumnya melalui (ARC).

Kode	Facility Name	Relation Degree					
		A	E	I	O	U	X
A	I Area Pemeriksaan Dokumen	11,12	3,16	2,6,9	-	4,5,7,8,10,13,14,15	-
B	II Area Kandang Penampungan	-	3	1,14,15	9,13,16	4,5,6,7,8,10,11,12,14,15	-
C	III Ruang Penyembelihan	4	1,2,5	8,9,13	-	6,7,10,11,12,14,15,16	-
D	IV Area Pengulitan Sapi	3,5	-	8,9,13	-	1,2,6,7,10,11,12,14,15,16	-
E	V Area pemotong karkas	4	3	6,8	-	1,2,7,9,10,11,12,13,14,15,16	-
F	VI Area Jeroan	-	-	1,5	-	2,3,4,7,8,9,10,13,14,15,16	11,12
G	VII Area Penimbangan	-	-	9	-	1,2,3,4,5,6,8,10,11,12,13,14,15,16	-
H	VIII Area Pelayuan/Pendingin	-	-	3,5	-	1,2,4,6,7,10,11,12,13,14,15,16	-
I	IX Area Pengiriman	-	-	1,3,7	2	4,5,6,10,11,12,13,14,15,16	-
J	X Area Tandon Air	-	-	-	6	1,2,3,4,5,7,8,9,11,12,13,14,15,16	-
K	XI Ruang Loker/mess	1	12	-	-	1,2,3,4,5,7,8,9,10,14,15,16	6
L	XII Ruang Kantor	1	11	-	-	2,3,4,5,7,8,9,10,14,15,16,17	6
M	XIII Area Limbah Darah	-	-	3	2	1,4,5,6,7,8,9,10,14,15,16	-
N	XIV Area Limbah Padat	15	-	2	-	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,16	-
O	XV Area Limbah Cair	14	-	2	-	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,16	-
P	XVI Ruang Satpam	-	1	-	2	3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	-

GAMBAR 4
(Activity Relationship Diagram)

Hasil hubungan antar aktifitas produksi diatas dirubah menjadi *Area Allocation Diagram* (AAD) kemudian dilakukan penentuan letak lokasi pada setiap fasilitas produksi yang ada.



GAMBAR 5
(Area Allocation Diagram)

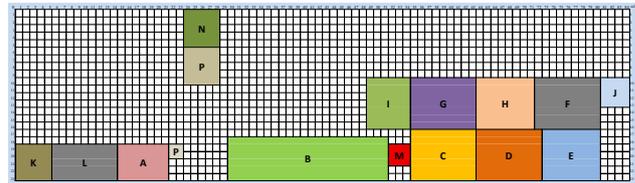
Gambar tersebut merupakan visualisasi penerapan usulan tata letak Rumah Potong Hewan (RPH) yang dirancang untuk diterapkan di area *Green Zone Telkom University*.

C. Final Layout

Berikut merupakan Final Layout yang sudah dibuat dari proses *Activity Relationship Diagram* (ARD) dan luas area dibutuhkan untuk Penerapan RPH Dikampus Telkom University di area *Green Zone* dengan Total Luas area 647m². Maka untuk Luas bangunan RPH disesuaikan dengan Acuan RPH SPA Karena kriteria pengukuran masuk, dan fasilitas pendukung seperti Ruang Kantor, Ruang Loker/mess, Area Limbah Padat, Area Limbah Cair dan Ruang Satpam disesuaikan. Berikut merupakan Tabel Total Luas Area.

Kode	Nama Fasilitas (Facility)	Panjang (Length) (Meter)	Lebar (Width) (Meter)	Total Area
A	Area Pemeriksaan Dokumen	8	4	32
B	Area Kandang Penampungan	22	6	132
C	Ruang Penyembelihan	6	7	42
D	Area Pengulitan Sapi	7	7	49
E	Area pemotong karkas	8,2	7	57,4
F	Area Jeroan	6,4	7	44,8
G	Area Penimbangan	9,3	7	65,1
H	Area Pelayuan/Pendingin	9	7	63
I	Area Pengiriman	6,6	7	46,2
J	Area Tandon Air	4	4	16
K	Ruang Loker / Mess	8	4	32
L	Ruang Kantor	8	4	32
M	Area Limbah Darah	4	3	12
N	Area Limbah Padat	6	3	18
O	Area Limbah Cair	6	3	18
P	Ruang Satpam	2	2	4
Total m2				663,5

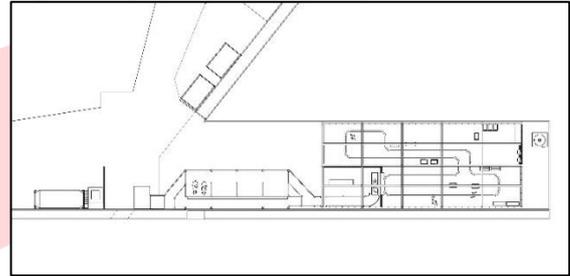
TABEL I
(Luas Area Usulan)



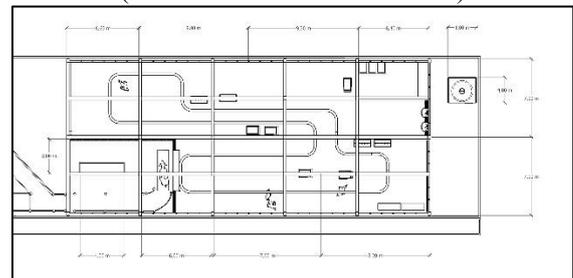
GAMBAR 6
(Final Layout)

D. Visualisasi Sketchup

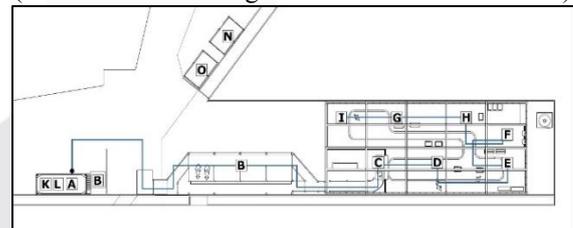
Visualisasi layout menggunakan *SketchUp*, ini merupakan representasi usulan tata letak Rumah Potong Hewan (RPH) yang dirancang berdasarkan acuan dari Rumah Potong Hewan SPA dan disesuaikan untuk diterapkan di lingkungan Kampus Telkom University di area *Green Zone*.



GAMBAR 7
(Usulan RPH Area Green Zone)



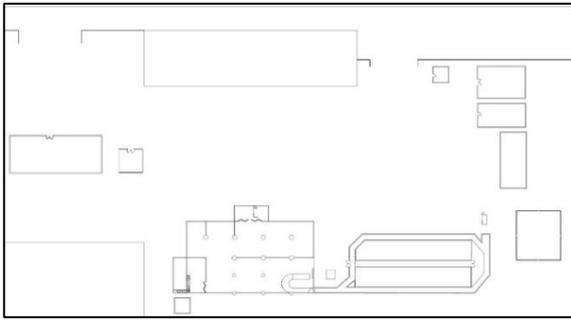
GAMBAR 8
(Dimensi Usulan Bangunan RPH Area Green Zone)



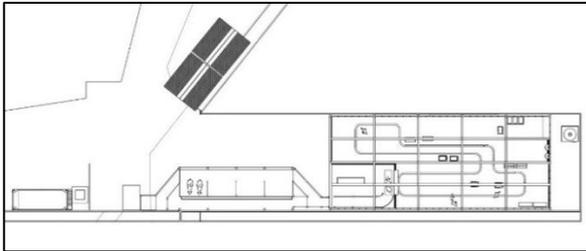
GAMBAR 9
(Alur Operasi Usulan RPH Area Green Zone)

E. Hasil Validasi Perbandingan Perancangan

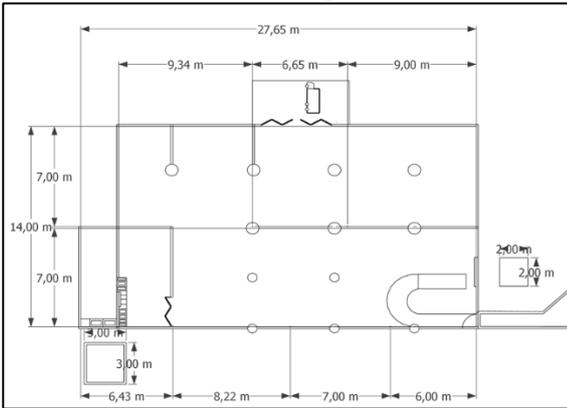
Validasi Perbandingan antara tata letak RPH SPA sebagai acuan referensi dan perancangan tata letak di Telkom University di kawasan *Green Zone* Kampus Telkom University dilakukan melalui visualisasi gambar denah masing-masing.



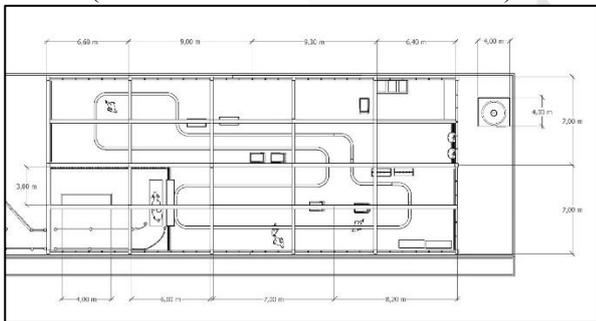
GAMBAR 10
(Acuan RPH SPA)



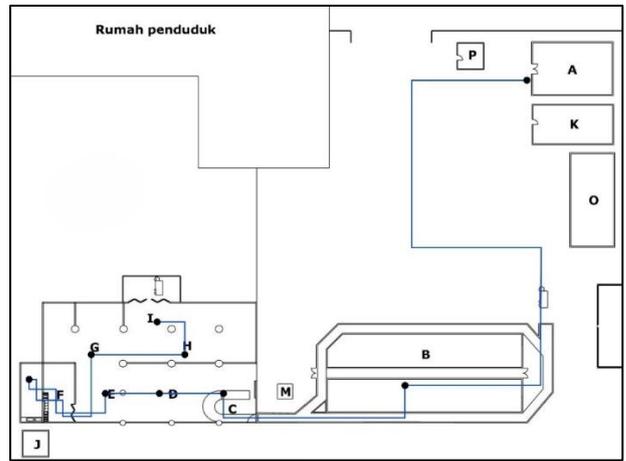
GAMBAR 11
(Usulan RPH area *green zone*)



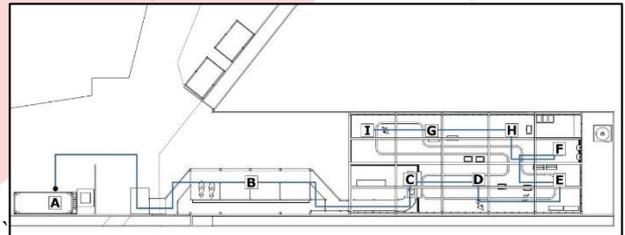
GAMBAR 12
(Acuan Dimensi Tata Letak RPH SPA)



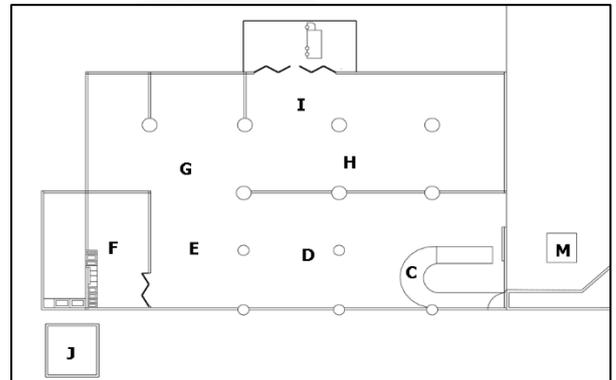
GAMBAR 13
(Usulan Dimensi Tata Letak Area *Green zone*)



GAMBAR 14
(Acuan Alur Proses RPH SPA)

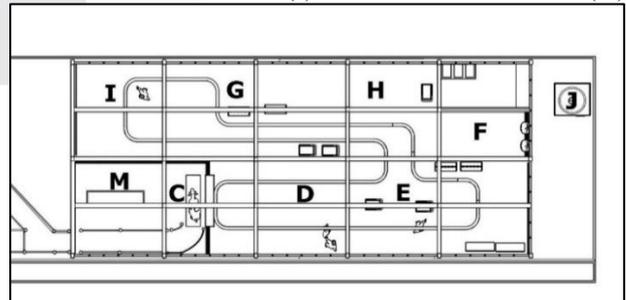


GAMBAR 15
(Usulan Alur Proses RPH area *green zone*)



GAMBAR 16
(Acuan Tata Letak Bangunan RPH SPA)

Pada Gambar 16 menunjukkan acuan pada Bangunan RPH Singapura Total luas Bangunan adalah 367,5 m² belum termasuk Area Tandon Air (J) dan Area Limbah Darah (m)



GAMBAR 17
(Usulan Tata Letak Bangunan RPH Area *Green Zone*)
Pada Gambar 17 menunjukkan Usulan pada Bangunan RPH SPA mengacu pada Bangunan RPH SPA dengan Total luas Bangunan adalah 396 m² termasuk Area Tandon Air (J) dan

Area Limbah Darah (m). Maka untuk Luas pada Area *Green zone* Kampus Telkom bisa diterapkan.

II. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian, telah dirancang tata letak Rumah Potong Hewan di Kawasan area *Green Zone* Telkom University dengan pendekatan *Activity Relationship Chart* guna mendukung standar higienis dan halal. Perancangan ini mempertimbangkan hubungan kedekatan antar aktivitas untuk menghasilkan alur proses yang efisien serta pemisahan antara zona bersih dan kotor. Desain mengacu pada sistem operasional RPH Singapura dan mencakup bangunan seluas 663,5 m² dari total area 975 m². Diharapkan rancangan ini dapat diterapkan sebagai sarana edukasi, riset, dan layanan masyarakat, sekaligus untuk menjamin penyediaan daging yang aman.

REFERENSI

- [1] Anggraini, D. A., Fahmi, N. F., Putri, D. A., & Hakiki, M. S. (2021). Kebijakan Pematangan Sapi di RPH (Rumah Potong Hewan) dalam Kaitannya dengan Prinsip Manajemen Halal dan HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point).
- [2] Azizah, N. F., Apriani, R. A., Pratama, F. M., Alfietta, M. Z. Z., Pradana, F. A., & Azzam, A. (2023). Analisis perancangan tata letak menggunakan metode Activity Relationship Chart (ARC) dan Computerized Relationship Layout Planning (CORELAP) pada CV. Tunas Karya. *Jurnal Teknik Industri*, 9(1), 86–94. <https://doi.org/10.24014/jti.v9i1.21902>
- [3] Henderson, M. (2019). *SketchUp for Designers: Exploring the Design Process in Three Dimensions*.
- [4] Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2010). Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 13/Permentan/OT.140/1/2010 tentang Persyaratan Rumah Potong Hewan Ruminansia dan Unit Penanganan Daging (Meat Cutting Plant). *Berita Negara Republik Indonesia Nomor 60 Tahun 2010*.
- [5] Mercu Buana University. (2014–2015). 06. Konsep pola umum aliran bahan, dan peralatan pemindahan bahan.
- [6] Mutmainah, D., & Firdaus, M. (2021). "Optimasi Tata Letak Fasilitas dengan Metode ARC dan Visualisasi 3D." *Jurnal Teknik Industri*.
- [7] Sutaaksana, I. Z. (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung: ITB.
- [8] Wignjosobroto, S. (2009). *Tata letak pabrik dan pemindahan bahan*.